



ORGANIZACIÓN
METEOROLÓGICA
MUNDIAL

HOJAS DE RUTA PARA MEJORAR LA CADENA DE VALOR HIDROMETEOROLÓGICA DE COSTA RICA Y PANAMÁ

Financiado con recursos de la Comisión Europea (LAIF)
a través de la Agencia Española de Cooperación
Internacional para el Desarrollo (AECID) y el
Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

José Alfredo Garza Ledesma y Mario López Pérez
CONSULTORES

Mauro Nalesso
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO



Los recursos para elaborar estos trabajos proceden de la Facilidad de Inversiones para América Latina (LAIF) de la Unión Europea. En el marco de este instrumento de financiamiento, la Unión Europea firmó con la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) un Acuerdo de Delegación para la ejecución del proyecto regional “Promover la adaptación al cambio climático y la gestión integral de los recursos hídricos en el sector de agua y saneamiento en América Latina en el marco del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS)”, el cual establece que las actividades relacionadas con asistencias técnicas serán ejecutadas a través del BID. El presente documento hace parte de la Cooperación Técnica RG-T3524- Refuerzo de la Iniciativa de Saneamiento Óptimo.

Las opiniones expresadas en él no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Unión Europea ni de la AECID o el BID.

ACRÓNIMO

SIGLA

DEFINICIÓN ESPAÑA

AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
FCAS	Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento
LAIF	Facilidad de Inversiones para América Latina

SIGLA

DEFINICIÓN COSTA RICA

AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CNE	Comisión Nacional de Riesgos y Atención de Emergencias
CONAHYME	Comité Nacional de Hidrología y Meteorología
CONARE	Consejo Nacional de Rectores
CORBANA	Corporación Bananera de Costa Rica
DA-MINAE	Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente y Energía
DCC-MINAE	Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Energía
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
ICT	Instituto Costarricense de Turismo
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MINAET	Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (hasta 1995)
MINSALUD	Ministerio de Salud
MIVAH	Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)
PND	Plan Nacional de Desarrollo
POI	Plan Operativo Institucional
SAT	Sistema de Alerta Temprana
SENARA	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
STRI	Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (por sus siglas en inglés)
UNA	Universidad Nacional de Costa Rica

ACRÓNIMO

SIGLA	DEFINICIÓN PANAMÁ
AAC	Autoridad de Aeronáutica Civil
ACP	Autoridad del Canal de Panamá
AMP	Autoridad Marítima de Panamá
ANATI	Autoridad Nacional de Administración de Tierras
AR-III	Asociación Regional III de la OMM - Sudamérica
AR-IV	Asociación Regional IV de la OMM - Norteamérica, Centroamérica y El Caribe
ATTT	Autoridad de Tránsito y Transporte Terrestre
BNDMHA	Banco Nacional de Datos Meteorológicos, Hidrológicos y Agrometeorológicos
CAFFG	Sistema Guía de Crecientes Repentinas para Centroamérica
CATHALAC	Centro del Agua para el Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CLIMSOFT	Climate Software
CND	Centro Nacional de Despacho
CONADES	Consejo Nacional para el Desarrollo Sostenible
CONAGUA	Consejo Nacional del Agua
CONALSED	Comité Nacional de Lucha contra la Sequía y la Desertificación
COPANIT	Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas
DCC-MiAmbiente	Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente de Panamá
DGNTI	Dirección de Normas y Tecnología Industrial
DH-ETESA	Dirección de Hidrometeorología de ETESA
DIAM-MiAmbiente	Dirección de Información Ambiental del Ministerio de Ambiente
DISAPAS-MINSA	Dirección del Subsector Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de MINSA
DSH-MiAmbiente	Dirección de Seguridad Hídrica del Ministerio de Ambiente
ETESA	Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.
GHID	Gerencia de Hidrología, DH-ETESA
GIAC	Gerencia de Investigaciones y Aplicaciones Climáticas, DH-ETESA
GOIR	Gerencia de Operaciones Integradas de la Red, DH-ETESA
GPS	Sistema de Posicionamiento Global (por sus siglas en inglés)

ACRÓNIMO

SIGLA	DEFINICIÓN PANAMÁ
GPVM	Gerencia de Pronóstico y Vigilancia Meteorológica, DH-ETESA
IDAAN	Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales
IDIAP	Instituto de Innovación Agropecuaria
IG-UP	Instituto de Geofísica de la Universidad de Panamá
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IMHPA	Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá Ingeniero Ovigildo Hernández Marcucci
INDICASAT-AIP	Instituto de Investigaciones Científicas y Servicios de Alta Tecnología (Asociación de Interés Público)
IPDE	Infraestructura Panameña de Datos Espaciales
MIAMBIENTE	Ministerio de Ambiente
MIDA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario
NATURA	Fundación para la Conservación de los Recursos Naturales
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNSH	Plan Nacional de Seguridad Hídrica
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SAT	Sistema de Alerta Temprana
SENACYT	Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
SENAN	Servicio Nacional Aeronaval
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil
SINIA	Sistema de Información Ambiental
SIPM	Sistema Integrado de Pronóstico Meteorológico
SNDACC	Sistema Nacional de Datos de Adaptación al Cambio Climático
SNIH	Sistema Nacional de Información Hídrica
UMIP	Universidad Marítima Internacional
UNACHI	Universidad Autónoma de Chiriquí
UTP	Universidad Tecnológica de Panamá
UP	Universidad de Panamá

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. LOS SERVICIOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL CONTEXTO DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	8
2.1. Contexto internacional: los eventos extremos y la necesidad de alertamiento temprano	9
2.2. La importancia de los servicios hidrometeorológicos	11
2.3. Contexto regional (Centroamérica)	12
3. EVALUACIÓN DE LA CADENA DE VALOR HIDROMETEOROLÓGICA	19
3.1. Hallazgos clave	21
3.2. Análisis institucional, operativo y técnico	22
3.2.1. Actores del sector hidrometeorológico	23
3.2.2. Organización, estructura y recursos	25
3.2.3. Redes de observación	26
3.2.4. Gestión y procesamiento de datos	27
3.2.5. La generación de productos y las condiciones operativas	27
3.2.6. Difusión de información y relaciones con usuarios	28
3.3. Evaluación global de la cadena de valor hidrometeorológica	29
3.3.1. Costa Rica	29
3.3.2. Panamá	31
4. FORTALECIMIENTO DE LOS SERVICIOS HIDROMETEOROLÓGICOS: COSTA RICA Y PANAMÁ	32
4.1. Costa Rica	33
4.2. Panamá	34
4.3. Elementos prioritarios y arreglos institucionales en común	37
4.3.1. Arreglos para la implementación	38
5. SIGUIENTES PASOS	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Países más expuestos a múltiples amenazas	16
Tabla 2.	Países con alto riesgo de mortalidad	16
Tabla 3.	Países con alto riesgo económico	17
Tabla 4.	Evaluación cualitativa de la cadena de valor hidrometeorológico en Costa Rica	30
Tabla 5.	Evaluación cualitativa de la cadena de valor hidrometeorológico en Panamá	31
Tabla 6.	Ruta crítica sobre arreglos de implementación en Costa Rica	40
Tabla 7.	Ruta crítica sobre arreglos de implementación en Panamá	41
Tabla 8.	Estrategia específica, acciones de corto plazo	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Los elementos, objetivos y beneficiarios de los Sistemas de Alerta Temprana	12
Figura 2.	Personas afectadas por desastres hidrometeorológicos y climáticos en periodo 1994-2022	13
Figura 3.	Manifestaciones del riesgo en Centroamérica por tipo de eventos (1994-2022)	13
Figura 4.	Pérdidas por desastres e inversión pública en infraestructura por subsectores en Centroamérica (2008-2021) [Millones de USD]	14
Figura 5.	Porcentaje de la población en áreas urbanas y rurales en Centroamérica (1950-2018 y estimación al 2050)	15
Figura 6.	Metodología de los 5 pasos	20
Figura 7.	Marco institucional hidrometeorológico en Costa Rica	23
Figura 8.	Marco institucional hidrometeorológico en Panamá	24
Figura 9.	Orientación de la hoja de ruta en Costa Rica	33
Figura 10.	Muestra de manera esquemática las diferentes estrategias identificadas para cada una de las líneas de acción	34
Figura 11.	Orientación de la hoja de ruta en Panamá	35
Figura 12.	Muestra de manera esquemática las diferentes áreas temáticas identificadas para cada una de las líneas de acción, vinculándolas también con cada una de las diferentes actividades generales propuestas	36

INTRODUCCIÓN

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) recibieron la solicitud de Costa Rica y Panamá para fortalecer sus respectivos servicios hidrometeorológicos. Es así como en el contexto de una cooperación técnica entre ambas instituciones se realizaron dos evaluaciones para conformar una hoja de ruta por país, para el fortalecimiento de servicios hidrometeorológicos, las cuales determinan en función de las capacidades actuales, las áreas de oportunidad en la cadena de valor para la generación y difusión de productos y servicios. Dichas hojas de ruta tienen su valor en términos de aportar los elementos necesarios para fundamentar la toma de decisiones en la materia hidrometeorológica¹.

El análisis realizado para integrar las hojas de ruta aborda las necesidades de los distintos actores usuarios de los servicios y productos hidrometeorológicos, así como sus respectivos marcos legales y de planeación. Es decir, no solo revisa al interior de los proveedores de la información hidrológica y meteorológica sino también de aquellos que la requieren para cumplir sus atribuciones y obligaciones nacionales.

Esta nota técnica busca resumir lo más relevante del detallado análisis y propuestas específicas para abordar las áreas de oportunidad (ausencias y mejora), pero también la definición de prioridades en función de los hallazgos. Es decir, en caso de requerirse mayor detalle o aclaración de lo aquí expuesto, se recomienda acceder a los dos estudios particulares realizados entre 2021 y 2022.

¹. Los resultados de la hoja de ruta servirán de base para la preparación de operaciones de préstamo destinadas a mejorar la capacidad de las agencias existentes y, en su caso, promover la creación o adecuación de leyes y/o estructuras administrativas de las instituciones para favorecer una adecuada gestión, planificación y gobernanza de los recursos hídricos y su comportamiento.



2 | Los servicios hidrometeorológicos en el contexto de la adaptación al cambio climático



2.1.Contexto internacional: los eventos extremos y la necesidad de alertamiento temprano

El clima continúa cambiando a gran velocidad y las concentraciones de gases de efecto invernadero están en niveles más altos jamás observados. Los cambios a escala global sobre los océanos, la atmósfera y las zonas continentales, han alcanzado niveles sin precedentes²:

- Los 8 años más cálidos de los que se tiene constancia se presentaron entre 2015 y 2022. Con una temperatura anual media en 2022 de 1,15 °C por encima de la media del periodo 1850-1900.
- El deshielo de glaciares en el periodo 1993-2019 representa ya un volumen de agua equivalente al de 75 lagos del tamaño del lago Lemán; esto es por arriba de las 6,000 Gigatoneladas (Gt).
- La tasa de aumento del nivel medio del mar se duplicó en el último decenio alcanzando 4.62 mm/año.
- El ritmo de calentamiento de los océanos ha sido especialmente elevado en las últimas dos décadas. El contenido de calor oceánico alcanzó un nivel récord en 2022.
- El pH de la superficie de mar se encuentra actualmente en su nivel más bajo desde hace como mínimo 26 000 años, contribuyendo a una mayor acidificación.

Estos cambios han ocasionado fuertes impactos medioambientales y socioeconómicos, en conjunto con la ocurrencia de fenómenos extremos generalmente más frecuentes y severos en todas las regiones del mundo, al tiempo que también se ha incrementado la posibilidad de que se produzcan múltiples fenómenos meteorológicos de manera simultánea o con poca diferencia entre ellos, que tienen un impacto aún mayor que si ocurrieran individualmente.

En el periodo 2020-2021, el 90.3% de los desastres de origen natural registrados fueron desencadenados por eventos hidrometeorológicos y climáticos, con una tendencia al alza desde el decenio 1960 (con solo el 76%). Esta proporción aumenta en relación con el número de personas afectadas por estos desastres que alcanza el 98% del total, manteniéndose constante desde hace 20 años. Se estima que en promedio 100 millones de personas al año en el mundo se ven afectadas por desastres originados por eventos hidrometeorológicos y climáticos³.

2. OMM (2023). *State of Global Climate 2022*. World Meteorological Organization, WMO No.1316.

https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11593

IFRC (2023). *Informe Mundial sobre Desastres 2022*. Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja.

3. https://www.ifrc.org/sites/default/files/2023-04/2022_WDR_Full_SP_LR.pdf

Las pérdidas económicas directas en el periodo 1998 a 2017 alcanzaron un total de \$2,245,000 millones de dólares (151% más que en el periodo anterior de 20 años), lo cual representa el 77% del total de pérdidas originadas por desastres⁴.

En este contexto, y en tanto se continúa trabajando para mitigar los efectos del cambio climático y alcanzar las metas establecidas en el Acuerdo de París, los esfuerzos para adaptarnos y ser más resilientes incluyen contar con información confiable y oportuna que nos permita anticiparnos y responder a la ocurrencia de fenómenos extremos. Los sistemas de alerta temprana multiriesgos (MHEWS) son una medida de adaptación climática comprobada, efectiva y factible que salva vidas y proporcionar al menos diez veces el retorno de la inversión. Un aviso con 24 horas de antelación ante un evento peligroso inminente puede reducir los daños posteriores en un 30%⁵.

La iniciativa “Alerta Temprana para Todos” anunciada por el secretario general de las Naciones Unidas el 22 de marzo de 2022, busca que todas las personas de la tierra estén protegidas por sistemas de alerta temprana en un plazo de cinco años. Su plan de acción 2023-2027 lanzado en noviembre de 2022 y sustentado por una declaración conjunta firmada por 50 países, especifica el camino que debe seguirse para lograr el objetivo planteado, priorizando las acciones e inversiones necesarias. Su consecución será sólo posible con la ciencia moderna, redes sostenibles de observación sistemática, intercambio internacional de datos de calidad, potencia avanzada de super cómputo, pronósticos basados en impactos, además de avances en telecomunicaciones y conectividad. Esto representa reforzar los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales, las Agencias de Gestión del Riesgo y las medidas de preparación ante emergencias, así como mejorar y profundizar la comprensión del riesgo en todas las escalas temporales⁶.

4. CREED & UNDRR (2018). *Pérdidas económicas, pobreza y desastres 1998-2017*. Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres, Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastres. [https://eird.org/americas/docs/perdidas-economicas-](https://eird.org/americas/docs/perdidas-economicas-pobreza-y-desastres.pdf)

5. [pobreza-y-desastres.pdf](#)

OMM (2023). *La iniciativa Alertas Tempranas para Todos se amplía a fin de materializarla sobre el terreno*. Nota de Prensa 21032023.

Organización Meteorológica Mundial [https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-iniciativa-alertas-tempranas-para-todos-se-](https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-iniciativa-alertas-tempranas-para-todos-se-amplia-fin-de)

[amplia-fin-de](#)

6. OMM (2023). Early Warnings for All. Executive Action Plan 2023-2027 (The UN Global Early Warning Initiative for the Implementation of Climate Adaptation). World Meteorological Organization. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11426

2.2. La importancia de los servicios hidrometeorológicos

Las pérdidas económicas directas en el periodo 1998 a 2017 alcanzaron un total de \$2,245,000 millones de dólares (151% más que en el periodo anterior de 20 años), lo cual representa el 77% del total de pérdidas originadas por desastres .

La mayor frecuencia e intensidad con que se producen los desastres vinculados con la variabilidad del clima y al cambio climático plantean serios problemas para muchos países, derivado del aumento demográfico y la extensión de asentamientos y de actividades humanas en zonas altamente vulnerables, confirman la prioridad de fortalecer las capacidades de los SMHN, a fin de prestar mejores servicios que permitan reducir los riesgos de desastre y proteger a la población y sus bienes, así como respaldar la toma de decisiones y los procesos de planificación sectoriales, favoreciendo el desarrollo socioeconómico, y la gestión sostenible de los recursos naturales.

Los SMHN desempeñan actividades destinadas a mejorar la comprensión del sistema tierra, realizan actividades de vigilancia de los fenómenos meteorológicos, climáticos y relacionados con el agua, proporcionan predicciones y prestan servicios hidrometeorológicos y conexos a una amplia gama de usuarios a fin de dar respuesta a necesidades de ámbito nacional, regional y mundial.

Las observaciones y los datos recopilados por los SMHN sientan las bases para efectuar la vigilancia y predicción de las condiciones meteorológicas, climáticas, hidrológicas y medioambientales conexas, así como para emitir avisos y alertas. Estas observaciones son también esenciales para realizar actividades de investigación orientadas a mejorar los servicios, evaluar los cambios del sistema climático, y desarrollar y operar sistemas en sectores que dependen de las condiciones meteorológicas y climáticas. Una mejor comprensión de los procesos meteorológicos, climáticos e hidrológicos, junto con la predicción de estos, permite a los SMHN ofrecer mejores servicios a sus países.

Los servicios prestados por los SMHN son necesarios en los procesos de toma de decisiones en una amplia gama de sectores, tales como la agricultura, los recursos hídricos, la energía, el transporte y la salud, y contribuyen a reducir los riesgos asociados a la ocurrencia de fenómenos extremos (Figura 1).

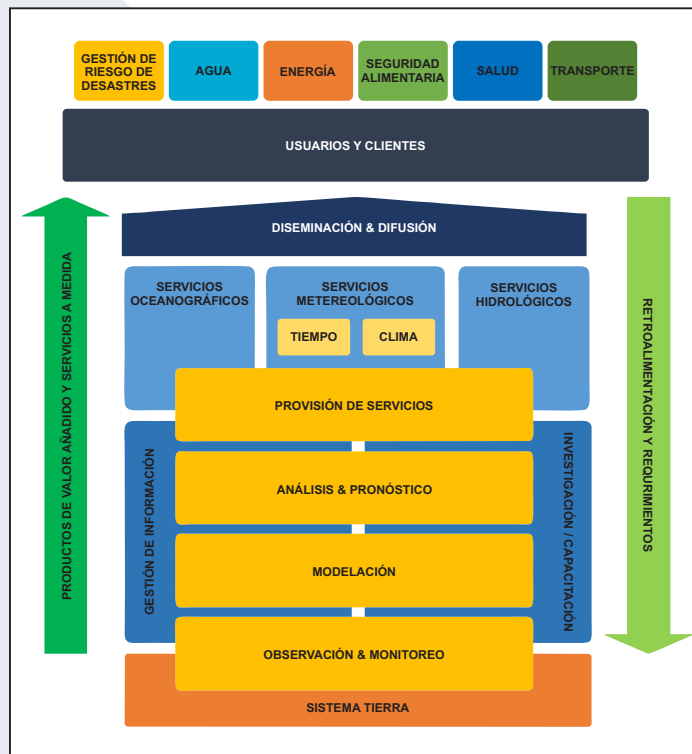


Figura 1. Los elementos, objetivos y beneficiarios de los Sistemas de Alerta Temprana

Las inversiones mundiales en adaptación y resiliencia dependen fundamentalmente de la infraestructura y las capacidades de los SMHN. La Alianza para el Desarrollo Hidrometeorológico señala que muchos países en desarrollo se enfrentan a importantes limitaciones de capacidad para prestar servicios hidrometeorológicos como base de un desarrollo resiliente y sostenible⁷.

Los países en desarrollo y los menos adelantados disponen de escasas redes, que no reflejan debidamente las condiciones meteorológicas y climáticas que afectan a esos países. La escasez de redes de observación incide en la calidad y la gama de servicios que pueden prestar los SMHN. Esto es el principal obstáculo para el monitoreo de la línea de base climática, especialmente a escala regional y nacional, y para la provisión de alerta temprana y servicios hidrometeorológicos adecuados.

2.3. Contexto regional (Centroamérica)

Los riesgos que plantean los peligros relacionados con el tiempo y el clima son complejos y específicos del contexto, según la vulnerabilidad, la exposición y la capacidad de adaptación de los sistemas humanos y naturales.

7. Alliance for Hydromet Development (2022). *Hydromet Gap Report 2021*. https://alliancehydromet.org/wp-content/uploads/2021/07/Hydromet_Alliance_Gap_Report_v7_LOW_RES.pdf

Particularmente para la región de Centroamérica, los eventos meteorológicos y relacionados con el clima plantean múltiples riesgos humanitarios para la sociedad. Se estima que más del 90% de los desastres se relacionan con este tipo de eventos (Fig 2).

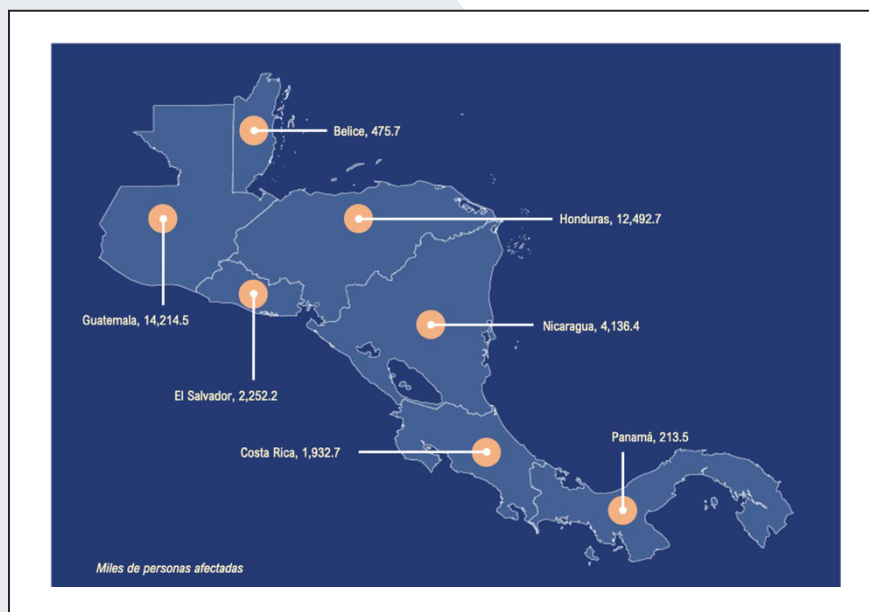


Figura 2. Personas afectadas por desastres hidrometeorológicos y climáticos en periodo 1994-2022

En el mismo periodo (1994-2022), de los 321 eventos registrados, el 51.7% corresponde a eventos hidrológicos (distintos tipos de inundaciones y deslizamiento de laderas), el 35.2% a eventos meteorológicos (tormentas y temperaturas extremas), y el 13.1% a eventos climatológicos (sequías e incendios forestales) (Figura 3).

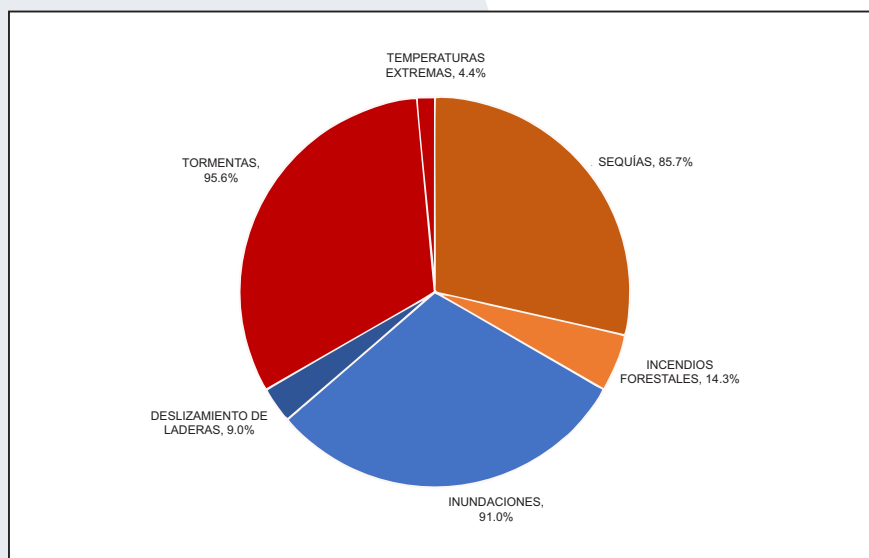


Figura 3. Manifestaciones del riesgo en Centroamérica por tipo de eventos (1994-2022)

En el periodo 1994-2022, la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos y climáticos representó pérdidas por un total de \$23,585 millones de dólares; siendo los fenómenos meteorológicos (tormentas específicamente) los que más han contribuido, con un 80.1% del total.

Las pérdidas y daños por desastres son una gran carga financiera para los países, y merman o nulifican los esfuerzos y recursos en favor del desarrollo sostenible. Desde el punto de vista de subsectores, estos impactos cobran aún más relevancia: en el periodo 2008-2021, las pérdidas por desastres —de las cuales una proporción importante corresponde a infraestructura dañada— representaron más del 70% de las inversiones en energía, una tercera parte más del monto invertido en agua y saneamiento, casi el doble del gasto en telecomunicaciones, y fueron cerca de la quinta parte del total invertido en transporte. (Figura 4)

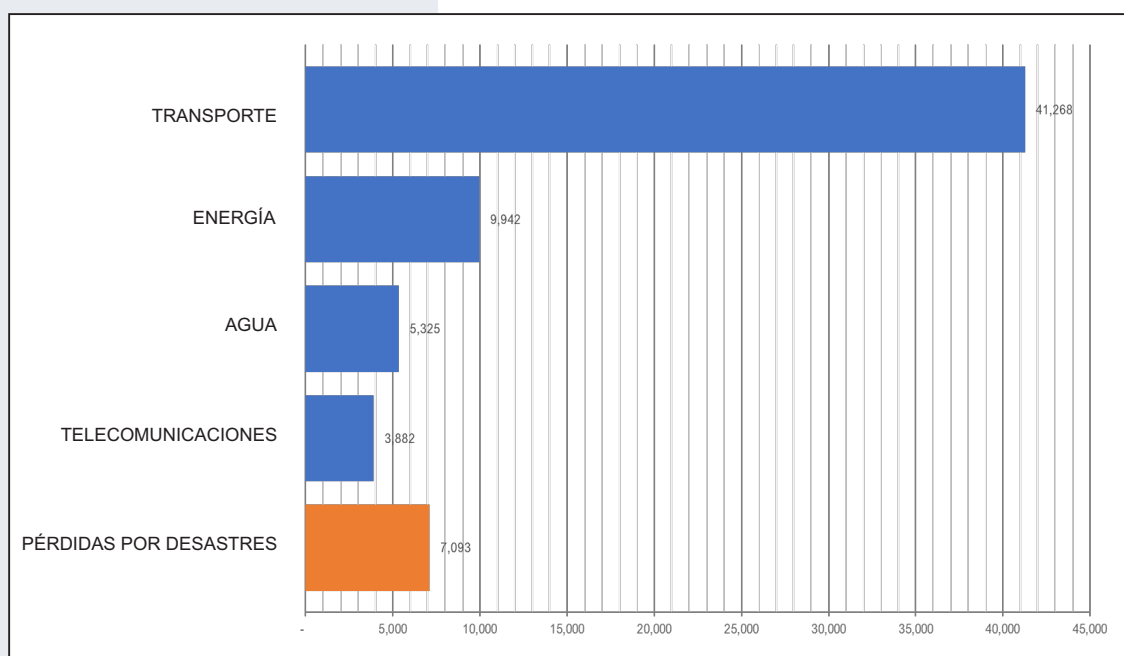


Figura 4. Pérdidas por desastres e inversión pública en infraestructura por subsectores en Centroamérica (2008-2021) [Millones de USD]

Esta situación se agrava aún más si consideramos que en la región se tienen un gran número de ciudades y asentamientos altamente vulnerables, y consecuentemente en riesgo, dado no solamente su localización geográfica que las expone a amenazas inherentes, sino por la alteración del espacio físico que ocurre por el rápido crecimiento

de la población y la constante expansión del espacio urbano, aunado a los desequilibrios en la infraestructura, las deficiencias en servicios públicos y de vivienda y las recurrentes crisis económicas y financieras. Espacios urbanos altamente segregados espacial y socialmente, con graves problemas ambientales.

Al año 2018, el 62% de la población en Centroamérica se encontraba asentada en espacios urbanos, y se prevé que al año 2050 esta proporción aumente al 75% (Figura 5).

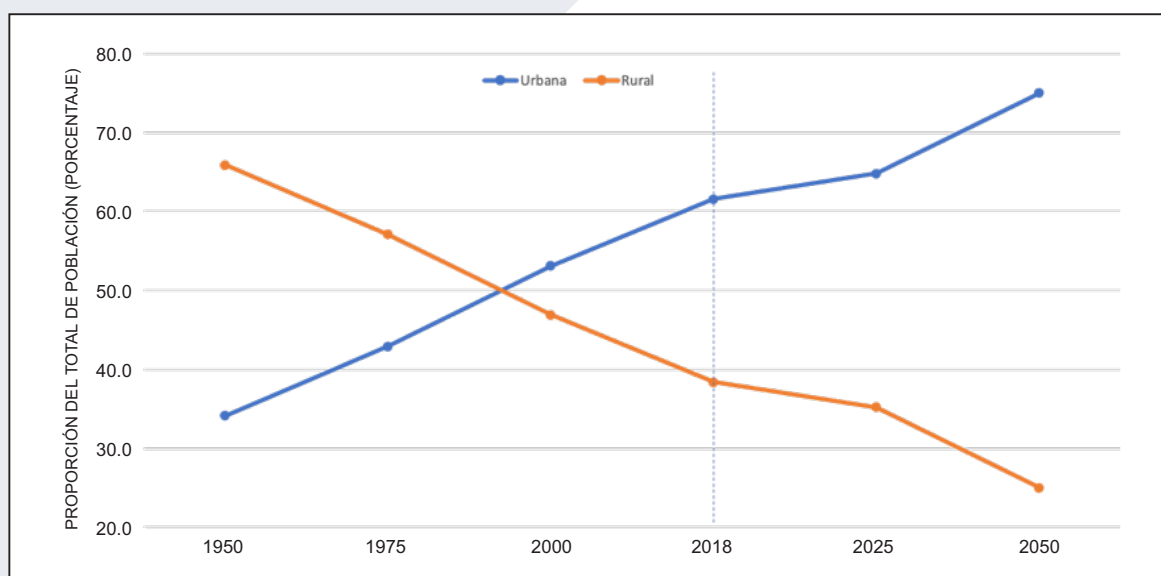


Figura 5. Porcentaje de la población en áreas urbanas y rurales en Centroamérica (1950-2018 y estimación al 2050)

Lo anterior se traduce en grandes porcentajes de la población residiendo en zonas propensas a amenazas y desastres. De particular preocupación son las áreas (ciudades) en las que se presenta una importante superposición entre diferentes tipos de amenazas y concentraciones de población.

Al año 2005, Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Panamá y Nicaragua se encontraban ya dentro de los 15 países más expuestos a múltiples amenazas⁸ (Tabla 1).

8. Diley et al (2005). *Natural Disaster Hotspots. A Global Risk Analysis*.
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/621711468175150317/pdf/344230PAPER0Na101official0use0only1.pdf>

Tabla 1. Países más expuestos a múltiples peligros

Países Más Expuestos a Múltiples Peligros				
País	Porcentaje del área total expuesta	Porcentaje de la población expuesta	Número máximo de peligros	Lugar en la lista
Tres o más peligros (los 15 principales según la superficie terrestre)				
Costa Rica	36.8	41.1	4	2
Guatemala	21.3	40.8	5	5
El Salvador	5.1	5.2	3	12
Panamá	4.4	2.9	3	14
Nicaragua	3	22.2	3	15
Dos o más peligros (los 60 principales según la superficie terrestre)				
Costa Rica	80.4	69.2	4	7
Guatemala	56.6	83.4	5	10
El Salvador	32.4	39.7	3	20
Panamá	15	12.6	3	36
Nicaragua	12.4	49.8	3	38

En términos de riesgo relativo de alta mortandad, la mayoría de los países de Centroamérica se encuentra dentro aquellos con alto riesgo: 70% de la población y 42% de la superficie, al considerar solamente 2 amenazas (Tabla 2).

Tabla 2. Países más expuestos a múltiples amenazas

Países con un Riesgo Económico Relativamente Alto Debido a Múltiples Peligros				
Países	Porcentaje del área total en riesgo	Porcentaje de población en áreas en riesgo	Porcentaje de GDP en áreas en riesgo	Lugar en la lista
Tres o más peligros (los 33 principales según el GDP)				
El Salvador	64.5	84.1	85.4	4
Guatemala	39.5	83.4	83.3	5
Costa Rica	38.6	77.9	80.1	8
Honduras	7.9	30.9	33.2	24
Dos o más peligros (los 75 principales según el GDP)				
El Salvador	88.7	95.4	96.4	2
Guatemala	52.7	92.1	92.2	5
Costa Rica	51.9	84.8	86.6	10
Nicaragua	21.6	68.7	67.9	26
Honduras	19	56	56.5	40

Por otro lado, El Salvador, Guatemala, Costa Rica y Honduras, que agrupan al 77% de la población y el 56% de la superficie totales en Centroamérica, están expuestas al riesgo de 3 o más amenazas en aquellas en las que en promedio se produce el 80% en promedio de su PIB, cuando se consideran 2 amenazas o más (Tabla 3).

Tabla 3. Países con alto riesgo de mortalidad

Países con un Riesgo de Mortalidad Relativamente Alto Debido a Múltiples Peligros			
País	Porcentaje del área total expuesta	Porcentaje de la población expuesta	Lugar en la lista
Tres o más peligros (los 35 principales según la población)			
El Salvador	51.7	77.7	2
Costa Rica	38.2	77.1	3
Guatemala	28.8	69.4	7
Nicaragua	4.4	42.7	11
Honduras	18.1	31.8	14
Panamá	2.6	5.1	35
Dos o más peligros (los 96 principales según la población)			
El Salvador	83	92.6	8
Honduras	64.5	91.5	9
Guatemala	54.9	89.5	10
Costa Rica	53.6	86.1	12
Nicaragua	38.1	81.9	17
Belice	18.8	38.2	61
Panamá	9.3	14.1	90

Sin embargo, los resultados de los estudios existentes no han logrado convencer a los tomadores de decisiones de la necesidad de invertir para reducir los factores subyacentes del riesgo. En términos generales, los países siguen enfocados primordialmente en la inversión de fondos para la atención y recuperación postdesastre, así como en el aseguramiento de bienes públicos o la emisión de bonos catastróficos que les permitan acceder a recursos para enfrentar los procesos de reconstrucción masiva⁹.

9. UNDRR (2021). *Informe de evaluación regional sobre el riesgo de desastres en América Latina y el Caribe*. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastre https://www.undrr.org/sites/default/files/inline-files/RAR-LAC%202021%20ESP_0.pdf

Para reducir los efectos adversos de los desastres relacionados con el clima y apoyar las decisiones relativas a la gestión de los recursos y la mejora de los resultados, se necesitan servicios climáticos, sistemas de alerta temprana de extremo a extremo e inversiones sostenibles, que aún no son adecuados. En relación con los servicios climáticos, la OMM indica que para la región de América Latina y el Caribe, la mayoría de los países se encuentran en niveles básicos y esenciales en con respecto a la provisión de estos servicios, mientras que, en términos de alerta temprana, la región enfrenta varias deficiencias de capacidad¹⁰.

10. OMM (2022). *El estado del clima en América Latina y el Caribe 2021*. Organización Meteorológica Mundial, OMM-No. 1295.
https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11271



3 | Evaluación de la cadena de valor hidrometeorológica



Por lo anterior, la Organización Meteorológica Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo establecieron un acuerdo de cooperación técnica con el objetivo de conformar una hoja de ruta para el fortalecimiento de servicios hidrometeorológicos de alto nivel, a partir de una evaluación focalizada a nivel país en Costa Rica y Panamá sobre las capacidades y áreas de oportunidad en torno a la cadena de valor para la generación y difusión de productos y servicios, para su posterior utilización en la toma de decisiones¹¹.

Para ello se aplicó una metodología de 5 pasos (Figura 6):

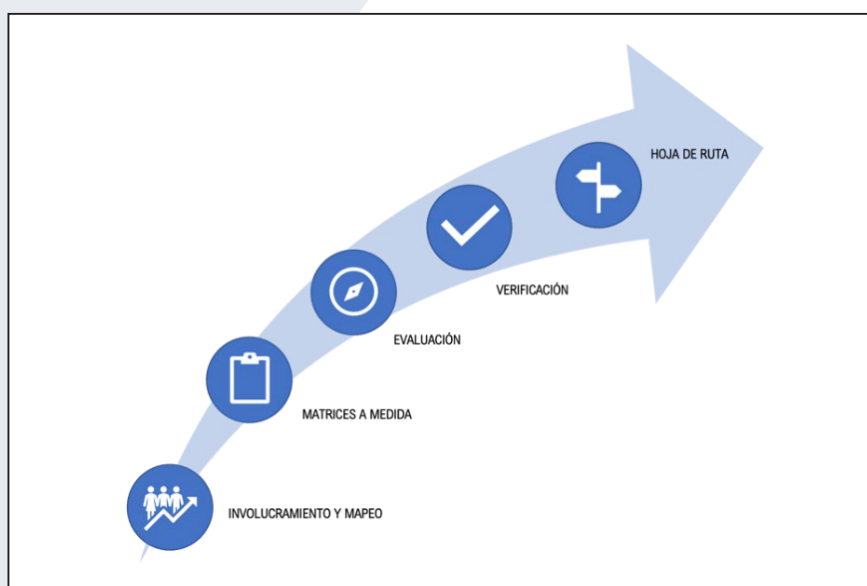


Figura 6. Metodología de los 5 pasos

- Involucramiento y mapeo. Consistente en un diagnóstico para entender el marco legal e institucional de los servicios hidrometeorológicos en el país e identificar a las contrapartes nacionales, sus respectivos mandatos, responsabilidades y alianzas y/o participación en organizaciones regionales.
- Matrices a medida. Elaboradas previamente y a ser completadas por el personal de las distintas contrapartes identificadas a fin de identificar una línea base sobre los diferentes elementos de la cadena de valor hidrometeorológica en cada país.

11. Se prevé adicionalmente como parte del objetivo, que los resultados de las hojas de ruta sirvan de base principal para la preparación de operaciones de préstamo destinadas a mejorar la capacidad de las agencias existentes y, en su caso, promover la creación o adecuación de leyes y/o estructuras administrativas de las instituciones para favorecer una adecuada gestión, planificación y gobernanza de los recursos hídricos y su comportamiento.

- **Evaluación.** A partir de la información recopilada en el diagnóstico, las matrices a medida y los resultados de las diferentes interacciones con cada una de las contrapartes se realizó una evaluación detallada sobre las capacidades instaladas en torno a 3 aspectos: institucionales – mandato, actores, administración, recursos humanos y sus capacidades; técnicos – observaciones, gestión de datos, pronóstico, modelación, desarrollo de productos, diseminación y prestación de servicios; y operativos – infraestructura, tecnologías de la información y comunicación, financiamiento y sustentabilidad, condiciones operativas, mantenimiento.
- **Verificación.** Los hallazgos y resultados de la evaluación se presentaron ante las diferentes contrapartes para fines de su verificación en términos de su completitud, pertinencia y veracidad. Esta fase incluyó además la validación sobre el planteamiento de necesidades, prioridades y orientación propuesta para el desarrollo de la hoja de ruta.
- **Hoja de ruta.** Se elaboró la hoja de ruta correspondiente para cada caso, incluyendo también el desarrollo de propuestas técnicas y conceptuales, como una aportación adicional para favorecer y acompañar la implementación de la hoja de ruta. Se desarrollaron además talleres presenciales con las diferentes contrapartes a fin de validar los diferentes contenidos y propuestas de las hojas de ruta.

3.1. Hallazgos clave

Los resultados del diagnóstico y la evaluación realizadas en Costa Rica y Panamá, en conjunto con las respectivas contrapartes, aportaron la información necesaria para identificar la orientación principal de la hoja de ruta y las áreas de oportunidad, así como las necesidades puntuales de los temas prioritarios para el fortalecimiento de la cadena de valor hidrometeorológica en cada caso.

En relación con los hallazgos principales que permitieron delinear la orientación general u objetivos de la hoja de ruta, para el caso de Costa Rica son:

- El Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) son las figuras centrales en lo que se refiere a Meteorología e Hidrología a nivel nacional. Ambas enfrentan recortes presupuestales que limitan sus operaciones y crecimiento; no obstante, cuentan con personal preparado y capacidades instaladas que pueden ser aprovechadas para satisfacer las necesidades nacionales.
- A partir de un análisis de los mandatos establecidos por ley, se concluyó que no hay institución con la facultad de ser la autoridad nacional en la materia hidrológica. Diversas instituciones tienen alguna atribución vinculada, pero de manera tácita y parcial o muy forzada a su ámbito específico de competencia. Las diferentes instituciones vinculadas al Comité Nacional de Hidrología y Meteorología (CONAHYME) reconocen las capacidades del ICE y manifiestan su disposición a la alternativa de que este asuma las funciones hidrológicas a nivel nacional. El IMN aun

cuando pretende incursionar en la hidrología operativa, no cuenta con las capacidades instaladas ni la experiencia para asumir la función, al menos en el corto-mediano plazo.

- Se reconoce la existencia del CONAHYME como un mecanismo de coordinación entre las diferentes instituciones competentes del país; no obstante, en el ámbito de sus atribuciones está limitado a ser únicamente un órgano asesor cuyos acuerdos no son vinculantes.
- No existen mecanismos adecuados que permitan la integración y aprovechamiento de capacidades ya instaladas a nivel individual en las instituciones para poder atender las necesidades en el ámbito nacional. Se carece además de un marco nacional que facilite la colaboración e intercambio entre los diferentes actores en la cadena de valor hidrometeorológica, así como para el aprovechamiento de los productos y servicios generados.

En cuanto a Panamá, se tiene:

- La creación del Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá, Ingeniero Ovigildo Herrera Marcucci (IMHPA) en abril de 2021 es un gran paso inicial desde el punto de vista estratégico, porque contribuye sustancialmente al fortalecimiento de la cadena de valor hidrometeorológica en Panamá. Sin embargo, falta asegurar los elementos que faciliten su correcta implementación y desarrollo.
- La Ley de creación del IMHPA establece ya responsabilidades y tiempos asociados a su cumplimiento, por lo que son una prioridad para el corto plazo.
- El Plan Nacional de Seguridad Hídrica (PNSH) 2015 2050 vincula una serie importante de programas, líneas de acción e inversiones a la existencia y provisión de datos, información y productos hidrometeorológicos. Conforme a la legislación de Panamá, su cumplimiento es de carácter obligatorio y, por tanto, sustenta metas y compromisos del IMHPA, conforme a sus atribuciones, orientadas a satisfacer las necesidades de información hidrometeorológica en todos los sectores de Panamá.

3.2. Análisis institucional, operativo y técnico

La evaluación de los aspectos institucionales, técnicos y operativos se centró en el análisis de las capacidades instaladas de las principales instituciones en relación con las diferentes componentes de la cadena de producción hidrometeorológica; esto es:

- I. Aspectos vinculados con la organización, su estructura, y recursos materiales, humanos y financieros.
- II. Aspectos relacionados con la observación, incluyendo las diferentes redes de monitoreo, las telecomunicaciones y las prácticas operativas relacionadas.
- III. Aspectos vinculados con la gestión y procesamiento de datos e información.

IV. Aspectos vinculados con la generación de productos, incluidas las operaciones relacionadas con la modelación numérica y la previsión hidrometeorológica.

V. Aspectos vinculados con la provisión de servicios, la difusión de información y las relaciones con los usuarios.

Estos elementos, como un diagnóstico del estado actual a nivel institucional, aportaron elementos importantes para la definición de las acciones concretas de las hojas de ruta.

3.2.1. Actores del sector hidrometeorológico

El marco institucional se integra, por un lado, por aquellas instituciones que participan directamente en la generación y provisión de productos y servicios y, por otro, por los diferentes usuarios actuales y potenciales de la información (Figura 7)(Figura 8).

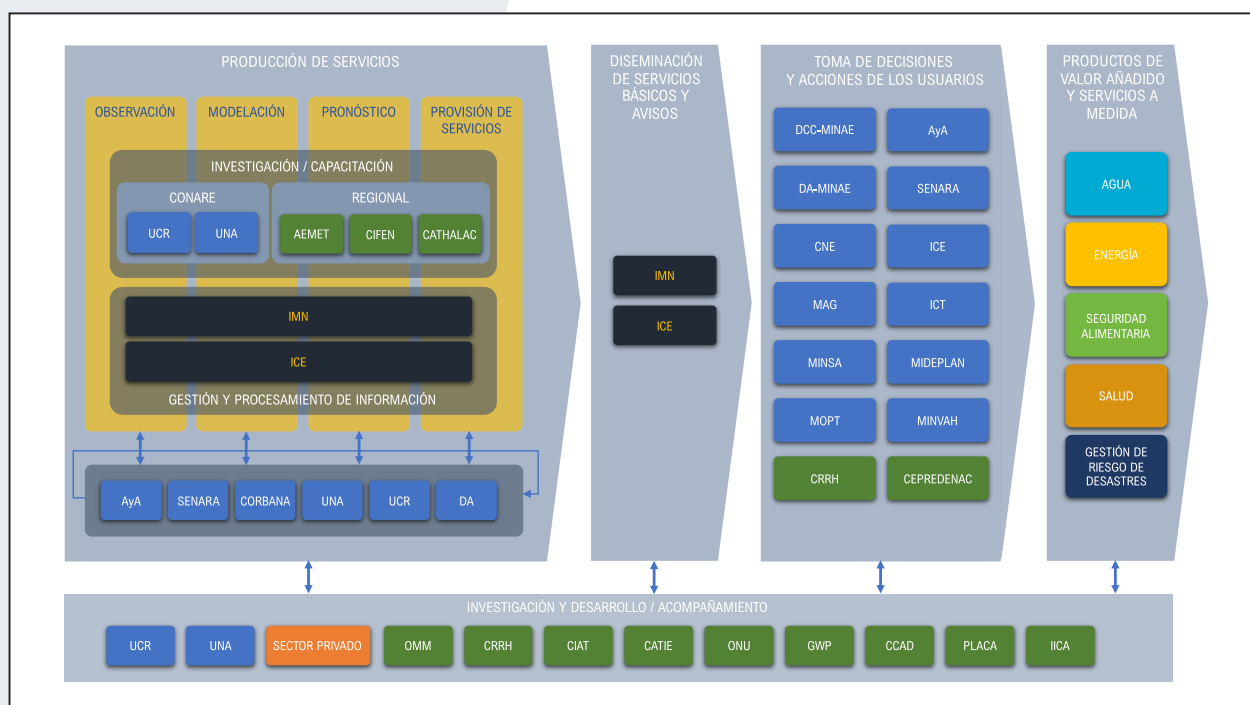


Figura 7. Marco institucional hidrometeorológico en Costa Rica

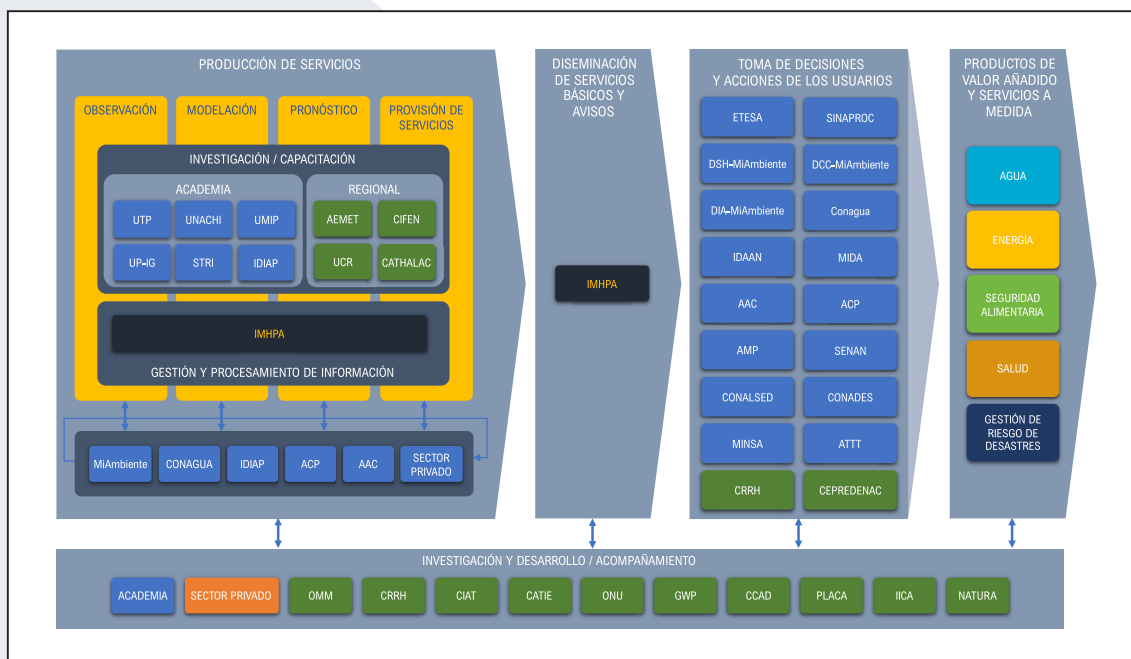


Figura 8. Marco institucional hidrometeorológico en Panamá

En ambos casos, se identifican instituciones con amplias capacidades instaladas (o potenciales) en los diferentes eslabones de la cadena (IMPHA en el caso de Panamá, IMN e ICE en el caso de Costa Rica), que se acompañan de otras instituciones que cuentan con alguna capacidad, concentrada en ámbitos particulares de sus atribuciones¹²; así como por instituciones que pueden contribuir y generar valor agregado mediante acciones de investigación y desarrollo, así como contribuir con la capacitación y el entrenamiento de personal¹³.

Esas instituciones se complementan con los usuarios de la información, constituidos por el público en general y una amplia gama de instituciones gubernamentales, sectores y comunidades de usuarios específicos¹⁴.

12. En el caso de Costa Rica, algunas de estas instituciones son: el AyA, SENARA, DA-MINAE, UCR y UNA.

En el caso de Panamá se identifican: ACP, AAC, MiAmbiente, IDAAN, IDIAP; CONAGUA, así como en el sector privado, CORBANA.

13. Las instituciones identificadas en este bloque incluyen, para Costa Rica: UCR, UNA; para Panamá: UTP; IG-UP; la UNACHI; UMIP; STRI; y IDIAP; UCR y la Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET); el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN) y CATHALAC.

14. En el caso de Costa Rica se identifican instituciones como el MINAE, específicamente DA-MINAE y DCC-MINAE; MAG; CNE; AyA; SENARA; MINSA; ICT; MOPT; MIVAH, y MIDEPLAN.

En el caso de Panamá: ETESA, incluidos los agentes de mercado; SINAPROC; AAC; AMP, ACP; IDAAN; DSH-MiAmbiente; MIDA; y SENA). Por otro lado, se identifican también a las instituciones que requieren información, productos y servicios en sus procesos de planificación, para fines de estudios, o simplemente como integradores de información, tales como: DCC-MiAmbiente; DIA-MiAmbiente; CONAGUA; DISAPAS-MINSA; CONADES; CONALSED; y ATTT, entre otros. Asimismo, es importante reconocer a las instituciones que desde el ámbito regional juegan importante como receptores de información que a su vez también tienen la capacidad de generar productos y servicios que retroalimenten las labores nacionales, tal es el caso de la OMM el Centro Regional de Recursos Hídricos (CRRH) y el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres en América Central y República Dominicana (CEPREDENAC).

En este sentido, los principales hallazgos encontrados son:

- Un gran número de instituciones están vinculadas con los diferentes eslabones de la cadena de valor; no obstante, hay 3 figuras centrales por sus capacidades instaladas en relación con la producción de servicios (observación, modelación pronóstico y provisión de productos y servicios), así como con la integración, gestión y procesamiento de la información y la disseminación de productos, servicios y avisos (IMHPA, IMN, ICE).
- Instituciones con alguna capacidad (parcial o focalizada a sus necesidades particulares) se constituyen más bien como usuarios con necesidades específicas de información, productos y servicios.
- Instituciones vinculadas con la investigación, el desarrollo y el acompañamiento resultan muy relevantes en términos del desarrollo de los marcos nacionales de servicios hidrometeorológicos; no solo por sus capacidades técnico-científicas sino incluso por su relación con los diferentes sectores de usuarios.
- Hoy el sector privado podría tener un alto potencial para constituirse como un vehículo significativo para la generación de valor agregado y como alternativa para el apalancamiento y la sustentabilidad de la cadena de valor hidrometeorológico.

3.2.2. Organización, estructura y recursos

En términos de gobernanza, las figuras centrales cuentan con marcos legales establecidos que sustentan sus mandatos e identifican claramente sus ámbitos de atribución y funciones. IMN - Ley N° 5222 (ámbito meteorológico), ICE - Ley N° 499 (ámbito hidrometeorológico para el sector eléctrico); IMHPA - Ley N° 209 (ámbito hidrometeorológico).

En relación con la estructura organizacional y personal, el IMN cuenta con una plantilla de 83 personas, de las cuales 60 de ellas conforman los 4 departamentos que desarrollan labores técnico-operativas. Por su parte el ICE, dentro de su área de hidrología, cuenta con 54 funcionarios más 84 observadores meteorológicos distribuidos en 5 unidades técnico-operativas. En ambos casos, la calidad y capacidades del personal constituyen un elemento importante que aporta al reconocimiento institucional a nivel nacional e internacional; no obstante, se reconoce una deficiencia o limitación en términos de su cantidad para poder enfrentar las cargas operativas. En el caso del IMHPA, al inicio de sus operaciones en 2022 contaba con solamente 42 personas adscritas a 4 áreas técnico-operativas y a una dirección general. Mientras que dicha estructura orgánica no se corresponde con las nuevas atribuciones y responsabilidades del IMHPA, la plantilla de personal resulta, asimismo, insuficiente y con un fuerte requerimiento de complementar sus capacidades y entrenamiento para

poder atender las necesidades de todos los sectores en Panamá.

Las actuales limitaciones de presupuesto a nivel gubernamental en Costa Rica y Panamá afectan fuertemente las operaciones de las instituciones, así como la implementación de acciones para su fortalecimiento. Los presupuestos del IMN, ICE e IMHPA requieren complementarse. Por ello, el desarrollo e implementación de una estrategia de movilización de recursos adecuada que facilite la implementación de las hojas de ruta es indispensable.

3.2.3. Redes de observación

Como se mencionó anteriormente, las redes de observación son uno de los elementos prioritarios que requieren fortalecerse para mejorar las capacidades de identificación y monitoreo de amenazas hidrometeorológicas y climáticas y para el desarrollo de sistemas de alerta temprana en ambos países.

En cuanto a las estaciones de observación hidrometeorológica, Costa Rica cuenta con una red integrada por 797 estaciones en total, de las cuales el 82% corresponde a estaciones meteorológicas y el 18% a hidrológicas; cantidad que puede considerarse elevada tomando en cuenta que la superficie del país es de poco más de 50 mil km²; no obstante, su distribución no cubre la totalidad del territorio y en muchos casos no se cuenta con la cobertura adecuada a nivel de cuencas¹⁵. Esta red se complementa con 1 estación de radiosondeo, 1 un radar meteorológico y 3 sistemas de detección de descargas atmosféricas.

En el caso de Panamá, se cuenta con una red integrada por 320 estaciones, complementada con 1 radar meteorológico, 1 perfilador de viento, 2 redes de descargas eléctricas y con información de las imágenes de satélite. Se cuenta además con 10 sensores de tiempo presente y con 3 equipos para el monitoreo de la calidad del agua; así como con una estación terrena para la recepción y aprovechamiento de imágenes y productos de satélite. La cobertura de la red de observación en el ámbito meteorológico abarca el territorio nacional y en el ámbito hidrológico es limitada ya que únicamente se tienen instrumentadas aquellas cuencas vinculadas con la generación eléctrica.

Un hallazgo es la necesidad de un análisis integral y rediseño de las redes de observación para modernizar y fortalecerlas, en términos de cobertura, operación, mantenimiento y calibración, así como para instrumentar nuevas redes conforme a otras necesidades particulares (e.g. observación marítima).

¹⁵Bastidas, M. (2019). Marco de acción para la modernización de la red nacional de estaciones meteorológicas e hidrológicas y alternativas para su sostenibilidad financiera e institucional, UNESCO, septiembre 2019.

3.2.4. Gestión y procesamiento de datos

Un elemento en común identificado tanto para el caso de Costa Rica como de Panamá, se relaciona con la falta de un sistema robusto de gestión de datos a nivel nacional, que asegure la integración de datos de observación de las diferentes redes establecidas en cada país, así como de los datos derivados; que incorpore funcionalidades adecuadas para la gestión y procesamiento de datos y metadatos (incluidas la calidad y la homogeneización de datos) y asegure las capacidades y protocolos necesarios para el intercambio de información entre instituciones y el público en general. Actualmente las diferentes instituciones nacionales utilizan sistemas heterogéneos y alto costo de licenciamiento, lo cual dificulta no sólo el intercambio de la información, sino que encarece su operación, mantenimiento y desarrollo de capacidades complementarias. Por otro lado, ninguno de los sistemas en operación es consistente con los estándares actuales de la OMM para los sistemas de gestión de bases de datos hidrometeorológicas y climáticas.

3.2.5. La generación de productos y las condiciones operativas

Dentro de los hallazgos clave se encuentran los siguientes:

- Las cargas de trabajo son demasiado elevadas y no se cuenta con el personal suficiente para cubrirlas. Se requiere complementar la plantilla de meteorólogos e hidrólogos y distribuir las tareas de una manera más eficiente. Es necesaria una reingeniería de los procesos y de los productos que se elaboran, a partir de las necesidades actuales y futuras.
- Las áreas de Investigación y Desarrollo pueden acompañar la práctica operativa y enfocarse a la automatización de tareas y el desarrollo de herramientas para operaciones eficientes. Esto puede liberar al personal de tareas rutinarias para dedicarse a aquellas de mayor análisis y expertise. El desarrollo e implementación de un sistema de verificación de pronósticos que retroalimente la práctica operativa para la mejora de los diferentes productos es vital en todos los casos.
- La automatización de procesos y el desarrollo de herramientas (que hoy se realizan de manera manual) que soporten y faciliten la práctica operativa es urgente en todas las áreas del IMHPA. En este mismo sentido, se requiere desarrollar e implementar un Sistema Integrado de Pronóstico Meteorológico (SIPM).
- El desarrollo e implementación de sistemas de gestión de la calidad en: las políticas y objetivos, los manuales operativos, los procedimientos documentados, las instrucciones de trabajo y procesos operacionales, y documentos de referencia externos (requisitos legales, convenios, reglamentos, normas, códigos, etc.)

- El fortalecimiento de los esfuerzos y recursos para tener Sistemas de Alerta Temprana.
- Complementar y fortalecer las capacidades de modelación numérica del tiempo, el clima y los recursos hídricos.

3.2.6. Difusión de información y relaciones con usuarios

Este último eslabón es de especial importancia y en los dos países es insuficiente y compleja. La difusión en tiempo y forma, acorde con las necesidades particulares de los usuarios implica el establecimiento de canales de comunicación adecuados que permitan no sólo el conocimiento de las necesidades a cubrir, sino el entendimiento de la información y la manera en la que esta puede ser aprovechada por parte de los usuarios.

En ese sentido, es necesario mejorar los marcos o esquemas institucionales de difusión, intercambio y oferta de servicios hidrometeorológico, dado que no facilitan y promueven la colaboración y el fortalecimiento de las instituciones nacionales relacionadas con los temas hidrometeorológicos y climáticos, así como con los usuarios sectoriales y locales para la utilización de productos y servicios hidrometeorológicos y climáticos con base científica.

3.3. Evaluación global de la cadena de valor hidrometeorológica

Para contar con una visión integral sobre la situación actual de la cadena de valor hidrometeorológica, se evaluaron las capacidades instaladas a nivel institucional en cada país, a partir de 5 niveles cualitativos¹⁶ y considerando las 4 componentes de la cadena¹⁷.

Dicha evaluación cualitativa se hace sobre la base de la cadena de valor hidrometeorológica integral, independientemente de las atribuciones que cada institución tiene en función de su mandato. No pretende calificar el desempeño ni la calidad de los servicios y productos generados, así como tampoco prejuzgar si una institución tiene o no obligación de crear, operar y mantener una red de medición y hacerlo conforme a las normas y estándares de la OMM.

3.3.1. Costa Rica

Entre los principales hallazgos se encontró (Tabla 4):

- Con excepción de IMN e ICE, las demás instituciones aportan poco a la cadena de valor de generación de información, productos y servicios hidrometeorológicos y son básicamente receptoras de ellos.
- Se corroboró la problemática de intercambio de datos que afecta a todos los sectores.
- El presupuesto asignado y los recursos humanos a cargo resultan, también, de grave riesgo al proceso de generación, procesamiento y divulgación de información hidrometeorológica.

16.(1) Inadecuado o insuficiente o requiere de un tercero = cuando la institución no cuenta con las capacidades de cumplir los 4 componentes evaluados.

(2) Requiere mucha adecuación o fortalecimiento = cuando la institución tiene muy poca capacidad para cumplir los 4 componentes

(3) Requiere poca adecuación o fortalecimiento = cuando la institución cuenta con capacidad para cumplir los 4 componentes, pero sus productos y servicios no cumplen los estándares de OMM

(4) Suficiente o mínima adecuación = cuando la institución cuenta con capacidad para cumplir los 4 componentes y cumple con los mínimos recomendados por la OMM

(5) Adecuado o sobrado = cuando la institución genera múltiples productos y servicios más allá de los recomendados por la OMM

(1) Capacidades de Observación, que considera los aspectos relacionados con las diferentes redes de monitoreo; a las telecomunicaciones; a las prácticas operativas relacionadas y al personal involucrado. Incluye los distintos tipos de redes tanto meteorológicas como hidrológicas, su equipamiento y capacidades de transmisión, su mantenimiento y calibración, así como la consideración de las deficiencias y necesidades identificadas.

17.(2) Capacidades de gestión y procesamiento de datos e información, que considera los aspectos vinculados con los análisis y procesos de calidad de datos y homogeneización, los datos derivados, los metadatos, los sistemas vinculados con las bases de datos y el personal involucrado; los procedimientos y sistemas de gestión de la calidad; así como las deficiencias y necesidades identificadas.

(3) Capacidades de generación de productos, que considera los diferentes aspectos relacionados con la organización y ejecución de la práctica operativa, los procedimientos, sistemas y tareas vinculadas con la generación de productos, incluyendo las capacidades para la modelación numérica y la previsión hidrometeorológica y climática y los SAT. Se considera también la satisfacción de necesidades internas y de terceros (en su caso), así como las deficiencias identificadas.

(4) Capacidades para la provisión de servicios, que considera los aspectos relacionados con la difusión de información, la evaluación de los productos y servicios y la satisfacción de las necesidades internas y de terceros (en su caso); las relaciones con los usuarios, convenios y protocolos establecidos, así como deficiencias y necesidades identificadas.

Lo anterior confirma la necesidad de trabajar integrada y coordinadamente, conjuntando las diferentes capacidades individuales en pro de un beneficio común a nivel nacional para Costa Rica. Con el enfoque actual de resolver las amplias y crecientes necesidades de información, productos y servicios aisladamente, implica no sólo una duplicidad de esfuerzos, sino la necesidad de mayores recursos (humanos, materiales y temporales) que hoy no se prevén en los presupuestos institucionales en lugar de realizar un uso eficiente de recursos.

Tabla 4. Evaluación cualitativa de la cadena de valor hidrometeorológico en Costa Rica

Componente / Institución	IMN	ICE	SENARA	AyA	DA- MINAE	UCR	UNA	CORBANA
Observación	3	4	1	1	1	1	1	2
Gestión de información	3	4	2	1	2	0	0	2
Generación de productos	2	4	2	2	2	0	0	2
Provisión de servicios	2	4	1	1	1	0	0	2

Por ello surge la propuesta prioritaria para conformar una red nacional de monitoreo hidrometeorológico que comprenda la infraestructura de observación actual y la requerida adicionalmente para cubrir todo el territorio nacional, así como los arreglos institucionales y canales de comunicación oportunos para asegurar el intercambio y la provisión de la información en tiempo y forma, acorde con las necesidades de los diferentes usuarios.

Mención especial merece el tema de los datos, servicios y productos hidrológicos, los cuales hoy no son compartidos a instituciones de manera automática conforme son generados. De ahí, entre otros argumentos, la prioridad para contar con una autoridad hidrológica nacional.

Asimismo, se requiere fortalecer las capacidades de todas las instituciones sobre uso y aprovechamiento de la información, con fines de generación de productos y servicios que faciliten y aporten a la toma de decisiones y a los procesos de planificación en diferentes sectores en Costa Rica (agricultura, agua, energía, salud, gestión de riesgo de desastres, transporte, etc.).

3.3.2. Panamá

Los hallazgos son (Tabla 5):

- Se confirma las necesidades institucionales en Panamá, principalmente asociadas con la carencia de datos y productos hidrometeorológicos que permitan al propio IMHPA y a las instituciones usuarias cumplir con su mandato y atribuciones (agricultura, agua, energía, salud, gestión de riesgo de desastres, transporte, etc.)
- De ahí la prioridad de fortalecer al IMHPA en materia de observación y provisión de datos, así como de gestión y procesamiento de información y de generación de productos y servicios.
- La Ley obliga a implementar el Banco Nacional de Datos Meteorológicos, Hidrológicos y Agrometeorológicos (BNDMHA) como el instrumento de vinculación obligado para realizar un intercambio de información básica independientemente de la suscripción de posibles convenios de colaboración para productos y servicios especializados. Su creación y operación es prioritaria, ampliando las capacidades y funcionalidades de los datos de la DH-ETESA / IMHPA.

Tabla 5. Evaluación cualitativa de la cadena de valor hidrometeorológico en Panamá

Componente / Institución	IMHPA	ACP	AAC	AMP	IDAAN	DSH Ambiente	DCC- Ambiente	MIDA	Conagua	SINAPROC
Observación	3	4	2	1	1	1	1	2	1	1
Gestión de información	2	4	2	2	3	2	2	3	1	1
Generación de productos	2	4	2	1	3	2	2	2	1	1
Provisión de servicios	2	4	2	1	3	2	2	2	1	2



4

Fortalecimiento de los servicios hidrometeorológicos: Costa Rica y Panamá



4.1. Costa Rica

En el caso de Costa Rica, se identifican 3 objetivos principales y complementarios que a su vez se vinculan con las tres líneas de acción propuestas (Figura 9).

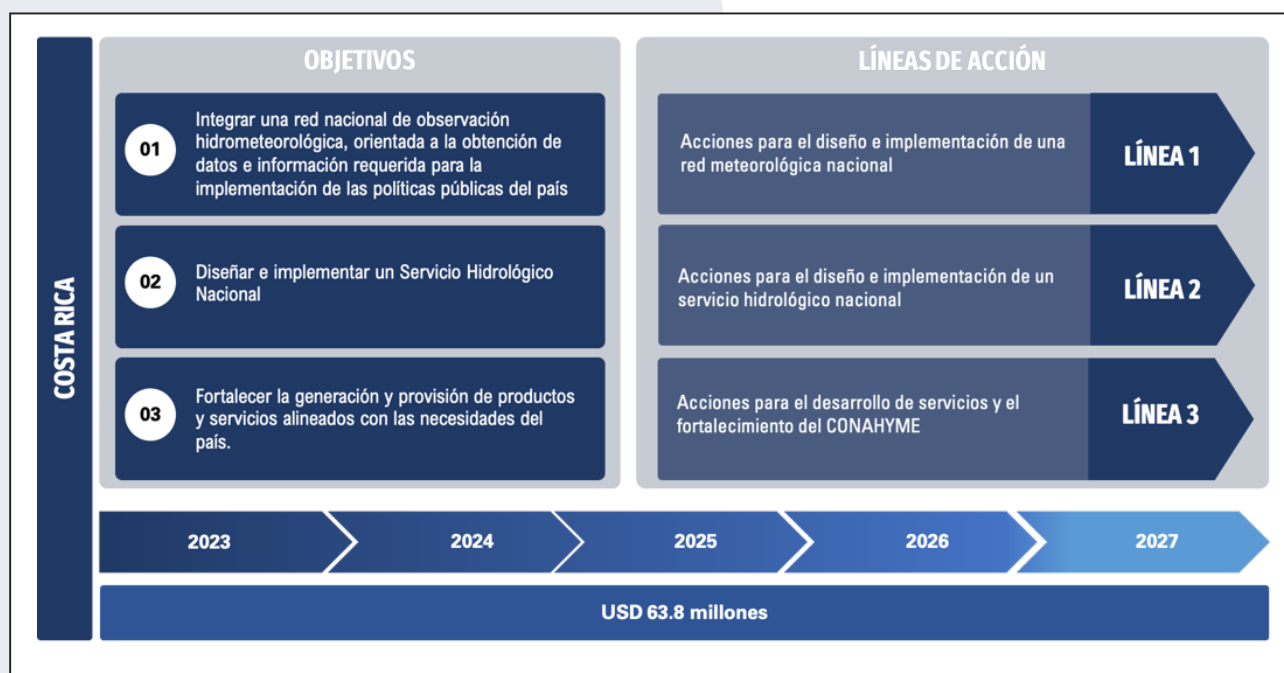


Figura 9. Orientación de la hoja de ruta en Costa Rica

Cada una de estas líneas de acción contienen las actividades para ser desarrolladas por un monto total estimado de USD 64 millones, a implementarse en 5 años. Los dos horizontes complementarios de planificación: el corto y mediano plazo, comprenden los primeros dos años, y se orientan a asegurar las operaciones actuales de las instituciones, estableciendo las bases para la creación de capacidades complementarias; y el largo plazo, entre los 3 y los 5 años, se enfoca en fortalecer la provisión de productos y servicios y desarrollar la infraestructura adicional requerida para la atención de las necesidades derivadas de los planes nacionales de adaptación y de gestión de riesgo de desastres vigentes.

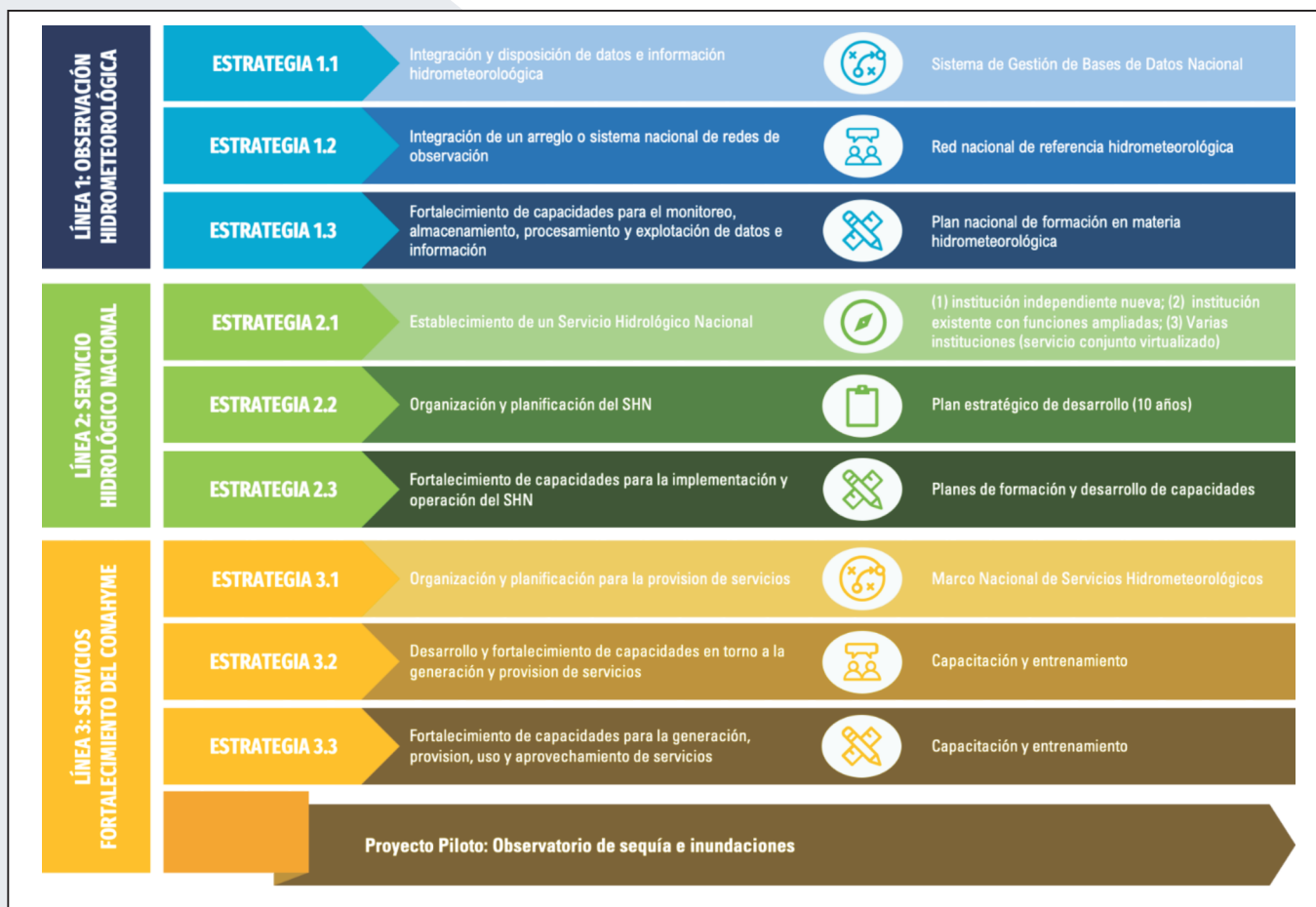


Figura 10 muestra de manera esquemática las diferentes estrategias identificadas para cada una de las líneas de acción.

4.2. Panamá

En el caso de Costa Rica, se identifican 2 objetivos principales y complementarios y cuatro líneas de acción propuestas (Figura 11).

Cada una de estas líneas de acción contienen las actividades a ser desarrolladas por un monto total estimado de USD 148 millones para ser ejecutadas en un periodo de 10 años, tomando en cuenta 3 horizontes complementarios: corto plazo (primeros dos años), orientado a asegurar las funciones que actualmente desempeña la DH-ETESA; así como establecer las bases para la creación y fortalecimiento de capacidades complementarias y el mejoramiento de sus operaciones, en línea con las diferentes atribuciones que le son establecidas por Ley; el mediano plazo (entre los 3 y los 5 años),

se orienta a complementar las capacidades y operaciones del IMHPA con el objeto de mejorar la calidad y cantidad de productos y servicios adicionales diseñados conforme a las necesidades particulares en diversos sectores y; finalmente, el largo plazo (entre 6 y 10 años) contiene acciones enfocadas en fortalecer la provisión de productos y servicios en el contexto de una política nacional de servicios climáticos¹⁸.



Figura 11. Orientación de la hoja de ruta en Panamá

18. Las acciones aquí comprendidas están estrechamente ligadas a las capacidades mejoradas que se trabajarán en el mediano plazo, y que particularmente estarán vinculadas con la atención de las necesidades particulares de los usuarios en diversos sectores, tales como agua, agricultura y seguridad alimentaria, transporte, reducción de riesgo de desastres y salud, entre otros.

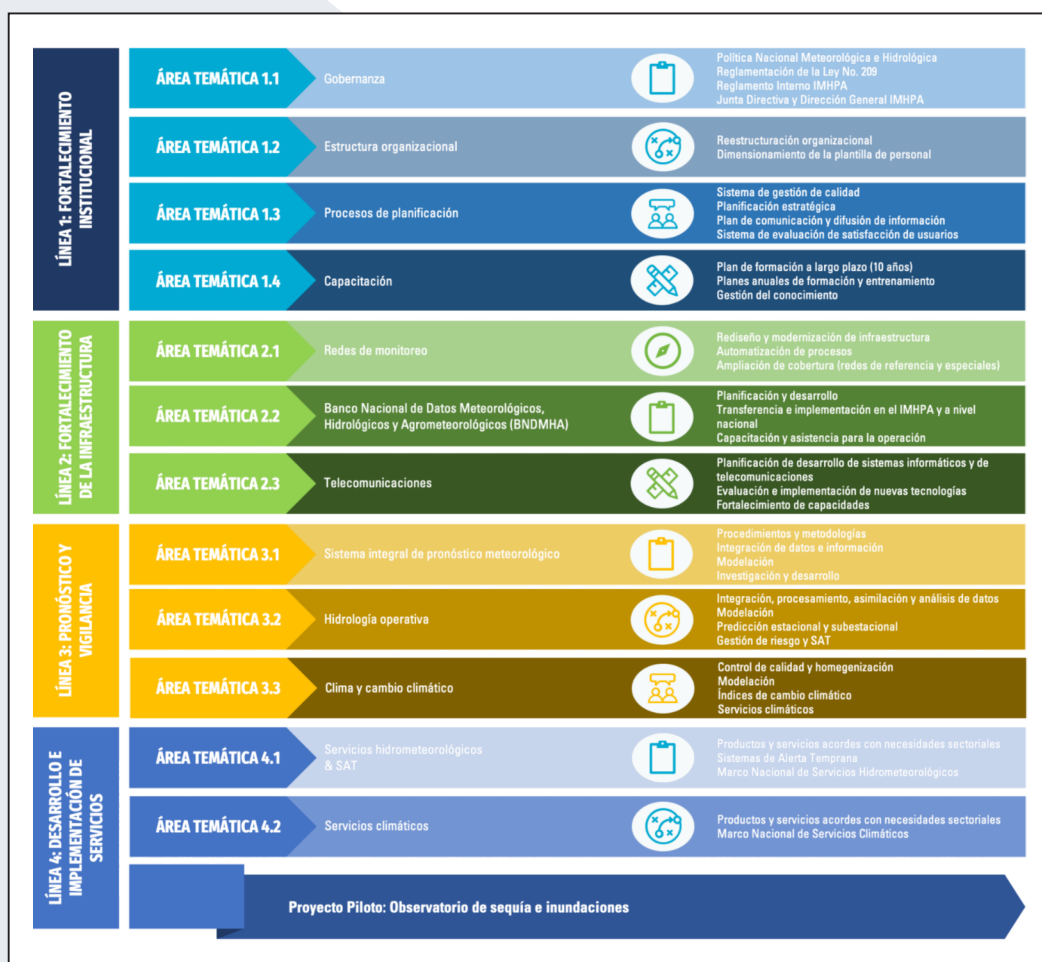


Figura 12. Muestra de manera esquemática las diferentes áreas temáticas identificadas para cada una de las líneas de acción, vinculándolas también con cada una de las diferentes actividades generales propuestas.

Adicionalmente, y para iniciar la implementación del segundo de los objetivos, se realizaron propuestas conceptuales y documentos técnicos que fueron utilizados internamente en Panamá para diferentes procesos de decisión. Se destacan los siguientes:

- Propuesta de Reglamento de Ley con los elementos mínimos necesarios para asegurar el cumplimiento de las atribuciones conferidas al IMHPA, misma que fue integrada prácticamente en su totalidad en el Decreto Ejecutivo publicado oficialmente¹⁹. Se realizaron contribuciones a la Política Nacional Meteorológica e Hidrológica de Panamá que fueron también incorporadas como parte integral del Reglamento.

¹⁹.Decreto Ejecutivo No. 2, que reglamenta la Ley N° 209. Gaceta 29490 del 8 de marzo de 2022.

<https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29490/90517.pdf>

- Aportaciones al Reglamento Interno de la Junta Directiva, aprobado en la resolución de la Junta Directiva N° 1 y publicado oficialmente en la Gaceta de Panamá²⁰.
- Análisis y propuesta de estructura técnico-administrativa, como un elemento prioritario del IMHPA, así como un dimensionamiento de la plantilla de personal correspondiente, incluyendo una descripción del objetivo de cada área funcional y el personal requerido en cada caso.
- Propuesta conceptual para el desarrollo, operación y funcionamiento del Banco Nacional de Datos Meteorológicos, Hidrológicos y Agrometeorológicos.
- Propuesta de procedimiento, TdR y criterios de evaluación, para la selección del director general del IMHPA.
- Propuesta de un Curso de inducción que facilite la incorporación del personal de nuevo ingreso a las operaciones, que asegure un correcto engranaje y relaciones entre sus diferentes áreas tanto técnicas como de apoyo.

4.3. Elementos prioritarios y arreglos institucionales en común

Los resultados de evaluación y conformación de hojas de ruta han permitido identificar elementos en común para Costa Rica y Panamá.

La urgente necesidad de fortalecer la componente de observación y gestión de la información es un elemento prioritario en ambos casos. Asimismo, la creación de redes nacionales que favorezcan la disposición de datos e información en conjunto con el desarrollo de sistemas de gestión de bases de datos nacionales son elementos prioritarios para satisfacer las necesidades de los usuarios.

Con el mismo objetivo de construir capacidades para el alertamiento temprano adaptada a las necesidades de los usuarios en diferentes sectores, se plantea el desarrollo de una iniciativa piloto para la implementación de un observatorio de sequías e inundaciones a nivel regional con una fase inicial hacia ambos países (Costa Rica y Panamá) (Box 1).

²⁰Gaceta 29498-B del 18 de marzo de 2022. https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29498_B/90682.pdf

El objetivo principal del proyecto piloto consiste en desarrollar un marco analítico y una metodología e implementar tecnologías de monitoreo y alerta temprana (EAWT) a nivel regional considerando su costo (instalación y O&M), así como las implicaciones institucionales y ambientales correspondientes.

Su implementación debe producir para Costa Rica y Panamá productos y servicios de inundación útiles para comunidades seleccionadas en cuencas, y productos y servicios de sequía a nivel nacional y de cuenca. El marco debe considerar la capacidad de mantener la operación y el mantenimiento del observatorio de manera sostenible, así como reaccionar a las advertencias y alertas de todas las partes interesadas relevantes.

Box 1.

4.3.1. Arreglos para la implementación

Uno de los elementos fundamentales para implementar las Hojas de Ruta es la suscripción de Acuerdos de Cooperación Interinstitucionales entre la OMM y las diferentes contrapartes nacionales (IMN-ICE-MINAE / IMHPA-MiAmbiente). El objetivo es que la OMM brinde atención especializada en los temas establecidos en la hoja de ruta mediante asistencia técnica, capacitación, transferencia de tecnología y suministro de materiales y equipo e instrumentos especializados, y apoyo a la creación, funcionamiento y evaluación de una Unidad de Ejecución de Proyectos (UEP).

La UEP, en cada caso, sería responsable del seguimiento y evaluación del proceso de implementación de la hoja de ruta. Para ello se requiere el Manual Operativo de la UEP que incluye, entre otras, las siguientes tareas: (a) elaboración del Plan Operativo Anual (POA); (b) preparación de TdR para implementar todas las actividades; (c) preparación de documentos para los trámites administrativos; (d) preparación de los documentos de licitación; (e) preparación de informes, incluyendo aspectos técnicos, administrativos y financieros; (f) seguimiento de la ejecución de las actividades; (g) evaluación de proyectos o evaluación basada en indicadores; y (h) seguimiento de los procesos administrativos.



5 | Siguientes pasos



Para asegurar una correcta implementación de las hojas de ruta se requiere no sólo de una adecuada estrategia de movilización de recursos que permita contar con los recursos necesarios, sino también de la ejecución de algunas acciones y arreglos preliminares que a manera de ruta crítica deberían realizarse en el muy corto plazo (2023) (Tabla 6) (Tabla 7).

Tabla 6. Ruta crítica sobre arreglos de implementación en Costa Rica

Tareas básicas	Responsable
Estudios jurídicos y técnicos para la creación de la red y base nacional de datos hidrometeorológicos	MINAE
Estudios jurídicos para el Servicio Hidrológico Nacional	MINAE
Publicaciones de instrumentos legales para la red, base nacional y Servicio Hidrológico Nacional	MINAE
Preparación del presupuesto adicional 2023-2024 de ICE, IMN y DA	CONAHYME
Solicitud ante Ministerio de Hacienda y acuerdo respecto de necesidades de presupuesto (financiamiento externo incluido) y de estructura organizacional de IMN, ICE y DA largo plazo	MINAE
Presentación y eventual aprobación del Plan de Trabajo ante MINAE	CONAHYME
Creación de la Unidad de ejecución de proyectos (implementar hoja de ruta)	MINAE
Firma del Acuerdo OMM MINAE para apoyo a la Unidad de Ejecución de proyectos que implementa la hoja de ruta	MINAE
Formulación de plan de implementación por componente	UEP
Convocatoria para contratación de nuevo personal (IMN, ICE, DA)	MINAE
Primer paquete de adquisiciones	UEP
Primer grupo de personal contratado	MINAE
Primer paquete de consultorías externas y estudios	UEP
Primer paquete de capacitación	UEP

Tabla 7. Ruta crítica sobre arreglos de implementación en Panamá

Tareas básicas para implementar la Ley 209	Responsable
Publicación del reglamento del Comité Asesor	MiAmbiente
Convocatoria del Consejo Asesor para que prepare plan de trabajo	MiAmbiente
Preparación del Plan de Trabajo por el Director y Subdirector	Director IMHPA
Preparación y gestión del presupuesto extraordinario 2023 del IMHPA	Director IMHPA
Solicitud ante MEF y acuerdo sobre requerimientos presupuestales (financiamiento externo incluido) y de estructura (corto, mediano y largo plazos)	Director IMHPA
Evaluación de cumplimiento de PNSH 2015 2050 y ajuste de hoja de ruta	IMHPA
Presentación y eventual aprobación del Plan de Trabajo ante la Junta Directiva	Director IMHPA
Creación de la Unidad de Ejecución de Proyectos (UEP)	IMHPA
Firma del Acuerdo IMHPA OMM para apoyo a la Unidad de Ejecución de proyectos que implementa la hoja de ruta	IMHPA
Formulación de plan de implementación por componente	UEP
Asignación del personal de DH ETESA en nueva estructura	IMHPA
Convocatoria para contratación de nuevo personal (estructura fase 1)	IMHPA
Primer paquete de adquisiciones del IMHPA	UEP
Primer grupo de personal contratado conforme a estructura fase 1	IMHPA
Primer paquete de consultorías externas del IMHPA	UEP
Primer paquete de capacitación para el IMHPA	UEP

Adicionalmente, para el caso de Costa Rica, se ha planteado una estrategia específica que delinea las acciones de corto plazo para asegurar la implementación de la red nacional de monitoreo y el sistema de gestión de bases de datos, así como con el Servicio Hidrológico Nacional (Tabla 8).

Tabla 8. Estrategia específica, acciones de corto plazo

Red nacional de monitoreo y el sistema de gestión de bases de datos:	
Corto plazo	Estudio para el diseño de una red nacional básica
	Estudio para integración de un sistema nacional de gestión de bases de datos
	Convenio de coordinación y cooperación interinstitucional en materia de datos e información hidrometeorológica
	Iniciar con la implementación del sistema nacional de gestión de bases de datos
Servicio Hidrológico Nacional (SHN):	
Corto plazo	Proponer al ministro (desde el CONAHYME) la mejor opción para la creación del SHN, tomando como base el análisis sobre los diferentes escenarios contemplados
	Llevar a cabo las negociaciones necesarias al más alto nivel a fin de establecer los acuerdos necesarios en función de la opción seleccionada
	Llevar a cabo las gestiones legales y operativas para la creación formal del SHN.
	Iniciar la implementación del SHN
	Planificar el desarrollo y fortalecimiento del SHN en función de las capacidades actuales y las necesidades detalladas de productos y servicios en todos los sectores en Costa Rica

En ambos casos, el acompañamiento de la OMM resulta recomendable no solo para el proceso de implementación, sino para el soporte institucional internacional al interior de los países. No solo resulta relevante que la autoridad meteorológica internacional aporte su expertise técnica sino también ofrezca el apoyo en materia de coordinación y articulación de apoyos globales.

En este sentido, para la implementación de las dos hojas de ruta se han explorado opciones de financiamiento y buscado la vinculación con las iniciativas internacionales. Se ha revisado la normatividad y requisitos de elegibilidad del IKI, Fondo de Adaptación (FC), Fondo Verde del Clima (GCF) y Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF). Del análisis de las temáticas, y tipo y montos de apoyos ofrecidos, los proyectos se han orientado a plantear el avance por fases en función de los contenidos planteados para los distintos horizontes de planeación de las hojas de ruta.

Adicionalmente se analizó la viabilidad de acceder a fondos de subsidio de bancos multilaterales regionales y mundial (WB, IDB, CAF). Sin descartarlos, los montos de operación y el nulo interés de acceder a créditos por los dos países (política interna), no resultan una opción central, aunque si complementaria en el mediano plazo.

