

INDICE

ACRÓNIMOS.....	6
1. RESUMEN EJECUTIVO.....	8
1.1 Introducción.	8
1.2 Justificación.	10
1.3 Objetivos.....	10
1.4 Estrategia de Implementación.....	11
1.5 Componentes	12
1.6. Ejecución y Duración	14
1.7. Costos Estimados y financiamiento.....	14
1.8. Beneficios.	16
1.9. Sostenibilidad a largo plazo	18
1.10 Evaluación y seguimiento	18
2. ANTECEDENTES Y DIAGNOSIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	19
2.1 Antecedentes.....	19
2.1.1 Perspectiva General.....	19
2.1.2 Impacto socioeconómico de eventos de origen hidrometeorológico en el país	24
2.1.3 Proyectos desarrollados recientemente y en ejecución en el país y en el ámbito regional	25
2.2. Diagnóstico resumido de la situación actual del SNET y necesidades detectadas, en particular de las Gerencias de Meteorología e Hidrología.....	26
2.2.1 Gerencia de Meteorología.....	28
2.2.2 Gerencia de Hidrología.	31
2.2.3 En relación a la generación de la base de datos del SNET	32
2.2.4 Beneficios que aportará el proyecto al país por medio del fortalecimiento del SNET.	33
3. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO.....	34
3.1. Propuestas de actuación para mejorar de las capacidades del SNET.....	34
3.2 Componente Técnica	35
3.2.1 Línea de Acción 1: Consolidación y ampliación de las redes de observación	35
3.2.2 Línea de Acción 2. Fortalecimiento del sistema de Comunicaciones	36
3.2.3 Línea de acción 3. Desarrollo de Sistemas de Información	37
3.3 Componente de Fortalecimiento Institucional.....	38
3.3.1 Línea de Acción 4. Fortalecimiento Institucional.....	38
4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	39

4.1	Coordinación y ejecución	39
4.2	Arreglos de ejecución con otras instituciones.....	39
4.3.	Riesgos y medidas de contingencias	40
4.4	Fecha de inicio prevista y duración del proyecto	41
4.5	Cobertura geográfica.....	41
4.6	Relación de Actividades y calendario tentativo de ejecución	42
4.6.1	Lnea de Acción 1: Consolidación y Ampliación de las Redes.....	42
4.6.2	Línea de Acción 2: Fortalecimiento del Sistema de Telecomunicaciones.....	44
4.6.3	Línea de Acción 3: Desarrollo de Sistemas de Información.....	46
4.6.4	Línea de Acción 4: Fortalecimiento Institucional.....	48
4.6.5	Cronograma de Actividades	49
5.	BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS DEL PROYECTO	55
6.	COSTOS ESTIMADOS	60
6.1	Criterios utilizados para evaluar las asistencias técnicas y las pasantías y estimación de sus costos y de los equipos a adquirir.....	60
6.2	Costo total de las inversiones a realizar.....	61
6.3	Financiamiento de las líneas de acción previstas.....	63
7.	PERSONAL ENTREVISTADO Y DOCUMENTACIÓN RECIBIDA.....	64
7.1	Entrevistas realizadas.....	64
7.2	Información y documentación recibida.....	67
8.	ANEXOS.....	69
8.1	Diagnóstico de la situación actual del SNET, en particular de las Gerencias de Meteorología e Hidrología.....	69
8.1.1	Gerencia de Meteorología.....	71
8.1.2	Gerencia de Hidrología	77
8.1.3	Gerencia de Estudios Territoriales y Gestión de Riesgos.....	102
8.1.4	Gerencia de Oceanografía	106
8.1.5	Sistemas de Comunicación.....	107
8.1.6	Sistemas de Información y Bases de Datos	108
8.1.7	Sistema de Emergencias	108
8.2	Necesidades detectadas.....	110
8.2.1	En relación a las redes de observación.....	110
8.2.2	En relación a los sistemas de comunicaciones	113
8.2.3	En relación a los sistemas de información	113
8.2.4	En relación a la UIM.....	115
8.2.5	En relación a la Gerencia de Hidrología.....	116
8.2.6.	En relación a la Gerencia de Oceanografía.....	124
8.2.7.	En relación al Sistema de Emergencias.....	124
8.2.8	En relación al fortalecimiento institucional.....	124
8.3	Información relacionada con Meteorología.....	127
8.3.1	Relación de estaciones meteorológicas en el Salvador.....	127

8.3.2	Ejemplo de actuación en el CPM para el caso de emergencias	133
8.3.3	Red de Observación de Superficie.....	136
8.3.4	Asistencias Técnicas.....	139
8.3.5	Capacitación	142
8.3.6	Usuarios.....	146
8.4	Información relacionada con Hidrología	152
8.4.1.	El agua en El Salvador.....	152
8.5	Información relacionada con las Bases de Datos.....	155
8.5.1	Diagnóstico de la situación actual	155
8.5.2	Necesidades detectadas en relación a la implantación de una base de datos nacional.	167
8.5.3	Líneas generales del proyecto de la base de datos	178
8.5.4	Conclusiones y Recomendaciones relacionadas con la base de datos.	185
8.6	Anexos relacionados con los costos del Proyecto.....	187
8.6.1	Planilla de costos totales del Proyecto.	187
8.6.2	Planilla de costos de Inversión Física de la Base de Datos.....	195

ACRONIMOS

Acrónimo		Descripción	
English	Español	English	Español
EUMETCAST		<i>EUMETSAT's Broadcast System for Environmental Data</i>	
GTS		<i>Global Telecommunication System (WMO)</i>	Sistema mundial de telecomunicaciones de la OMM
McIDAS		<i>Man computer Integrator Data System</i>	Sistema Integrado gestión datos meteorológicos (Universidad Wisconsin)
METLAB			Estación de trabajo para intercambio de información meteorológica regional y mundial
NESDIS		<i>National Environmental Satellite, Data and Information Service</i>	
RAMSDIS		<i>Regional and Mesoscale Meteorology Team Advanced Meteorological Satellite Demonstration and Interpretation System</i>	Sistema de manejo de imágenes satelitales
UIM			Unidad de ingeniería, Observación y Monitoreo
	AEMET		Agencia Estatal de Meteorología de España
AFTN	AFTN	<i>Aeronautical Fixed Telecommunication Network</i>	Red de Telecomunicaciones Aeronáuticas
	ANDA		ASOCIACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
	BDMH		Base de Datos Meteorológicos e Hidrológicos El Salvador
	BID		Banco Interamericano de Desarrollo
	CEL		Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
	CEPA		Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma
	CIAGRO		Centro de investigaciones agrometeorológicas
CLIBER	CLIBER	<i>Iberoamerican Climate Project</i>	Proyecto Clima Iberoamericano
	CPC		Centro de Predicción Climática
	CPH		Centro de Pronósticos Hidrológicos
	CPM		Centro de Pronósticos Meteorológicos
	DAC		Proyecto de Descontaminación de Areas Críticas (MARN/BID)
	DEM		Modelo Digital de Elevaciones. Mapas sombreados.
CPU	CPU	<i>Central Processor Unit</i>	Unidad de Proceso Central de una computadora.
AHS	EHA	<i>Automatic Hydrologic Station</i>	Estaciones Hidrológicas Automáticas
	EIRD		Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres.
AWS	EMA	<i>Automatic Weather Station</i>	Estaciones Meteorológicas Automáticas
	ENOS		EL NINO/OSCILACIÓN DEL SUR
	FCCA		Foro del Clima Centroamericano
FTP	FTP	<i>File Transfer Protocol</i>	Protocolo de Transmisión de Archivos
	GCN		Instituto Geográfico y Cartográfico Nacional. El Salvador
GOES	GOES	<i>Geostationary Operational Environmental Satellites</i>	Satélites Geoestacionarios Ambientales
	HBV		Modelo de Simulación Hidrológica del Instituto de Meteorología e Hidrología de Suecia (SMHI)
	LAGEC		Empresa de economía mixta de generación eléctrica por geotermia. El Salvador
LAN	LAN	<i>Local Area Network</i>	Red de Área Local
	MAG		Ministerio de Agricultura y Ganadería
	MARN		Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
METAR	METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i>	Reportes (mensajes) Meteorológicos de Aeropuertos
	MOP		Ministerio de Obras Públicas
	MSDOS		Sistema Operativo de tipo carácter
	NESDIS		Banco mundial de datos, en Washington

Acrónimo		Descripción	
English	Español	English	Español
	NHC		Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos
NOAA	NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration (United States of America)</i>	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (Estados Unidos de América)
	OCHA		Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios.
ODBC	ODBC	<i>Open Data Base Connectivity</i>	Conectividad de Base de Datos Abierta
WMO	OMM	<i>World Meteorological Organization (of the UN)</i>	Organización Meteorológica Mundial (de Naciones Unidas)
	ONG		Organizaciones no gubernamentales
	PCD		Plataforma Colectora de Datos
	PHP		Lenguaje de programación para uso en ambiente Web.
	ROL		Red de observadores locales
GIS	SIG	<i>Geographic Information System</i>	Sistema de Información Geográfica
	SMH		Servicios Meteorológicos e Hidrológicos
	SNET		Servicio Nacional de Estudios Territoriales
SYNOP	SYNOP	<i>Surface Synoptic Observations (meteorological)</i>	Observaciones sinópticas de superficie (meteorológicas)
VPN	VPN	<i>Virtual Private Network</i>	Red Privada Virtual (a través de Internet)
WAN	WAN	<i>Wide Area Network</i>	Red de Área Extendida de computadoras.

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1 Introducción.

El Salvador presenta una gran variedad de clima, orografía, e hidrografía, que propicia la aparición de fenómenos meteorológicos muy diversos. Los **fenómenos meteorológicos adversos anualmente causan pérdidas de vidas y severos daños a la economía** salvadoreña, frenando su progreso y esterilizando gran parte de los esfuerzos que hacen sus ciudadanos.

Los principales fenómenos meteorológicos que se presentan en El Salvador y afectan a su población y economía son: disminución de las lluvias en la región Pacífica en periodos del fenómeno de El Niño, lluvias intensas debidas a efectos de huracanes, ondas del este, convección fuerte, frentes fríos y tormentas y lluvias orográficas. Los fenómenos hidrometeorológicos severos (sequías, inundaciones, tormentas eléctricas) disminuyen los rendimientos agrícolas, causan pérdidas de vidas humanas y de bienes, crean déficit y cortes de energía, interrumpen las telecomunicaciones, afectando muy severamente las actividades económicas y sociales en general. Todos los sectores de la producción nacional se ven afectados, en mayor o menor medida por los fenómenos hidrometeorológicos mencionados, los que se vienen viendo agravados como consecuencia del cambio climático. En efecto con el calentamiento global y otras tendencias climatológicas mundiales, a medida que transcurre el tiempo, la frecuencia cíclica de los desastres naturales va en aumento, reduciendo su ciclo de ocurrencia en un 25%. Por otra parte, en cuanto a vulnerabilidad, en una escala de 0 a 100, América Central estaría muy cerca de 100

En los últimos años, El Salvador ha sido víctima de desastres de gran magnitud como lo fue el impacto del mencionado Huracán Mitch en 1998 y los terremotos del 2001, dejando un saldo desolador de miles de muertos, destrucción y pérdidas económicas. Es en este contexto que surge la creación del SNET, como manifestación concreta del compromiso adquirido por el Gobierno de la República de El Salvador ante el Marco Estratégico de Reducción de Vulnerabilidades y Desastres, acordado en Octubre 1999 durante la Cumbre Presidencial de Guatemala. Una de las consideraciones del marco estratégico es precisamente la ampliación del abanico institucional para la gestión del riesgo, incorporando, además de las comisiones de emergencia y de respuesta ante desastres, a toda una gama de instituciones que puedan contribuir a una adecuada gestión del riesgo y reducción de desastres.

Los servicios hidrometeorológicos de El Salvador son ofrecidos actualmente, pues, por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), integrados en el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

El SNET proporciona datos, información y pronósticos hidrometeorológicos para la navegación aérea, los puertos, la agricultura, los medios de comunicación, la generación de energía eléctrica, las agencias de emergencia nacional, las universidades y centros de enseñanza, para estudio del medio ambiente, etc. y está a cargo de las redes de observación meteorológica e hidrométrica, así como de las redes de sismología, vulcanología y oceanográficas existentes en el país. Igualmente integra una gerencia de estudios territoriales y gestión de riesgos.

Muchos de estos problemas podrían aliviarse a través de soluciones para las que se necesitan la participación y **coordinación efectivas de las instituciones** relacionada con esos temas, proporcionando y utilizando datos e información fiables del tiempo, del clima y del agua que contribuyan a la **prevención y reducción del**

impacto de desastres naturales, a la protección del ambiente y la adaptación al cambio climático, así como a contribuir al desarrollo socioeconómico sustentable.

El **SNET**, que tiene la Representación Permanente de El Salvador ante la Organización Meteorológica Mundial (OMM), solicitó a través de sus Gerencias de Meteorología e Hidrología el apoyo de la OMM para la preparación de un proyecto de desarrollo dentro del marco del programa de Cooperación Iberoamericana para los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Iberoamericanos, financiado por el Gobierno de España. Una misión de identificación y posteriormente una misión de expertos visitó El Salvador en la primera mitad de 2008 para trabajar conjuntamente con SNET en la elaboración del proyecto. El mismo comprendió el análisis, evaluación y planificación conjunta, incluyendo a los actores claves como afectados o beneficiarios del comportamiento de la atmósfera y del clima. El proyecto sintetiza por lo tanto, las ideas y propuestas de acción, con la finalidad de situar lo más rápidamente posible a El Salvador, en una mejor posición que le permita afrontar los nuevos retos que impone hoy en día un óptimo aprovechamiento de la meteorología, la climatología y la hidrología y así proteger mejor a su población y potenciar y dar mayor sostenibilidad a su desarrollo económico.

El producto de este esfuerzo se plasma en el presente documento, siguiendo un formato completo para los estándares del planteamiento de proyectos para su análisis y, en su caso aprobación, autorización y ejecución. En esencia, podemos adelantar que es urgente y necesario que El Salvador otorgue un reforzamiento al SNET, para que sus Gerencias de Meteorología e Hidrología, brinden con toda la fortaleza potencial y real que poseen, mejores servicios meteorológicos, climatológicos e hidrológicos que demandan los diferentes receptores y usuarios de la información en el país. Con ello se pretende contribuir a una mejor toma de decisiones, mejorando la oportunidad de la aplicación de las acciones y profundizando en los impactos positivos de la prevención, mitigación y reparación en el caso de los fenómenos meteorológicos adversos, pero también para el aprovechamiento científico o tecnológico de dicha información, para sacar el mayor provecho posible en la toma de decisiones con menor incertidumbre ante la ocurrencia de las lluvias o las sequías.

Entre otros aspectos, como se verá más adelante, el país requiere tener disponible una Base de Datos Hidrometeorológica moderna y funcional, de eficiente respuesta en tiempo real, cuando se le necesite –de inmediato-, así como continuar modernizando sus redes de observación, en particular para que las estaciones de registro automático que posee, puedan transmitir de manera automática por vía teléfono celular, por ejemplo; asimismo puede mejorar y potenciar su capacidad de predicción meteorológica y de pronóstico climatológico e hidrológico, para poder afrontar con seguridad los nuevos retos impuestos por los cambios del clima y el crecimiento de la población, la necesidad de los sectores productivos de contar con mayor seguridad en su toma de decisiones en relación con los aspectos climáticos como, entre otros, la agricultura; retos que serán mucho más importantes en el futuro próximo, aún cuando hoy en día ya es un hecho indudable que si la Economía se apoya en una buena Meteorología e Hidrología, tiene mucho mayores posibilidades de dar mejores y mayores resultados, de reeditar con una menor incertidumbre y menor vulnerabilidad de los imprevistos atmosféricos, que pueden causar grandes impactos negativos sobre ciertos sectores.

Por lo expuesto, el SNET requiere de un urgente e importante fortalecimiento de sus recursos humanos, materiales y presupuestales, incluyendo una adecuada autonomía de gestión informática y de telecomunicaciones

1.2 Justificación.

El Proyecto se justifica simplemente porque El Salvador es un país de abundantes recursos de agua y fundamenta en buena medida su economía y las bases de su desarrollo como la energía y la agricultura, sobre sus recursos hídricos. Así, el potencial hidroeléctrico y de precipitación pluvial y acuífero constituyen grandes ventajas competitivas y grandes oportunidades que la Naturaleza ha prodigado al país, y reside en los salvadoreños el cuidarla, protegerla y aprovecharla.

Asimismo, una parte importante de los ingresos por exportaciones y que tiene un fuerte peso en términos de seguridad alimentaria de la población de El Salvador, lo constituyen los productos básicos agrícolas, pecuarios y forestales. El turismo es una actividad que también cobra mayor valor en El Salvador, no tan solo en términos de estancias de personas, sino en edificación de importantes desarrollos inmobiliarios en sus costas. Al final vemos como todos los sectores pueden potenciar y mejorar sus índices de rendimientos y de certidumbre de las inversiones que realizan, si cuentan con un mejor pronóstico meteorológico y un mayor número y de mejor calidad de productos de aplicabilidad especializada en los distintos sectores de la Economía.

La vulnerabilidad de El Salvador se reducirá proporcionalmente en la medida que el país cuente con mayor potencial de predicción del estado del tiempo y de pronóstico meteorológico, en la medida en que el país cuente con una moderna Base de Datos Meteorológica e Hidrológica que permita hacer planificaciones y determinar tasas de rendimiento de las inversiones en un marco de menores incertidumbres. En efecto, cuando se trata de un país exportador de materias primas y agroindustrias, como es este caso, el conocimiento anticipado de las posibles variaciones regionales del clima asegurará la información necesaria para la toma de decisiones vinculadas al progreso económico a través de las decisiones que repercuten en su comercio interior y exterior y su posición ante los compromisos internacionales derivados, entre otros, de los flujos de capital. También permitirá definir las estrategias de adaptación para paliar los efectos adversos y aprovechar los efectos benéficos que resulten del calentamiento global de la Tierra.

Todo esto se puede lograr si el Gobierno de El Salvador toma la decisión de fortalecer el desarrollo del SNET, en particular de las Gerencias de Meteorología e Hidrología, para que se convierta en una entidad de alto valor para producir información que contribuya a reducir el riesgo de desastres y brinde apoyo a las actividades productivas. El SNET requiere ser reforzado con más personal, en cantidad y con las calificaciones y salarios que se necesitan para cumplir con las tareas asignadas. Requiere también un presupuesto que permita sostener en el largo plazo un Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional para El Salvador, que para fines prácticos, representa para el país una pequeña porción del presupuesto en relación con los patrimonios nacionales y privados en juego y en cambio contaría con todas las ventajas y oportunidades para generar y potenciar beneficios que son posibles cuando un país cuenta con un fuerte Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional.

1.3 Objetivos

El **objetivo general** del proyecto propuesto es **contribuir al desarrollo económico y social** de la República de El Salvador **a través del fortalecimiento de la capacidad de sus instituciones, en particular del SNET y dentro de éste de las Gerencias de Meteorología e Hidrología, con el propósito de:**

- **proporcionar predicciones fiables y oportunas** con relación al comportamiento de los fenómenos meteorológicos, hidrológicos y el

clima, **imprescindibles para la reducción del riesgo de desastres naturales de origen hidrometeorológico** que afectan al país, y que causan impactos negativos en las vidas y bienes de los salvadoreños

- **mejorar la observación y detección del cambio climático**

Como contribución adicional, la mejora de la información meteorológica e hidrológica disponible permitirá a las diversas instituciones y agentes implicados, optimizar la toma de decisiones en todos los sectores socioeconómicos del país.

Los **objetivos específicos** abarcan el establecimiento de un **servicio eficiente de alertas tempranas** de fenómenos hidrometeorológicos, que cubra las necesidades de la Defensa Civil y de otras instituciones y organismos y para ello, debe ser mejorado el sistema actualmente en funcionamiento en el país, para lo cual un elemento fundamental es la disponibilidad de datos con calidad, frecuencia temporal y distribución espacial adecuadas, por lo que será necesario contar con una **adecuada base de datos de alcance nacional**. Esta debe concentrar y poner a disposición de los organismos competentes en la materia, en forma oportuna, toda la información necesaria para el desempeño de sus funciones.

Con el fin de revitalizar al SNET y, en particular a las Gerencias de Meteorología e Hidrología, reforzando sus capacidades, es primordial **modernizar y fortalecer las redes de observación**, en sentido amplio, lo que posibilitará una mejor y más eficiente vigilancia de los fenómenos hidrometeorológicos, favoreciendo el funcionamiento de un servicio eficiente de alertas tempranas, al tiempo que permitirá atender y contemplar, las exigencias requeridas para la **detección y estudio del cambio climático**.

Debe tenerse en cuenta que para el éxito del proyecto es necesaria la **cooperación de todos los que desarrollen actividades y tengan intereses relacionados con la meteorología e hidrología**, reconociendo al SNET y, en particular a las Gerencias referidas, como ejes centrales y responsables del sistema, conforme a su función como autoridad nacional en sus respectivas materias.

1.4 Estrategia de Implementación.

La estrategia de implementación del proyecto para alcanzar el objetivo central mediante el logro de sus objetivos específicos, se fundamenta sobre una reingeniería y capacitación que fortalezcan a los recursos humanos del SNET, en particular de sus Gerencias de Meteorología e Hidrología, tanto en cantidad como en calificaciones. Considerando que la sostenibilidad de los resultados o logros alcanzados con el Proyecto son parte de la estrategia de implementación, es entonces también fundamental que SNET cuente con la seguridad presupuestal para mantener al personal y hacer los gastos de inversiones para modernizar las redes de observación, la informática y las telecomunicaciones, así como para poder cubrir los gastos recurrentes de operación y mantenimiento que requiera la correcta operación –que incluye los consumibles y otros gastos de operación- de los mismos.

Asimismo, se requiere incluir como estrategia que, gracias a su **estructura modular**, se faciliten en tiempo y forma el financiamiento y la ejecución de las acciones, aunado a que el monto anual y total del Proyecto se ha cuidado que represente costos relativamente bajos en términos económicos para el país, de manera que se puedan efectivamente realizar las inversiones del Proyecto CLIBER a fin de que rápidamente, éstas permitan modernizar los elementos instrumentales para observación y medición atmosféricas y en los ríos y embalses, modernizar los recursos informáticos,

documentales y las telecomunicaciones, incluyendo fortalecer la contribución de El Salvador a los programas mundiales de observación de la Tierra y fortalecer el flujo de información con acuerdos especiales de colaboración y coordinación con los servicios meteorológicos de la AR-IV, en particular en el ámbito de influencia de Centroamérica y El Caribe.

1.5 Componentes

Con base en el diagnóstico realizado, surge claramente la necesidad de fortalecer al SNET y lograr el desarrollo y modernización de las Gerencias de Meteorología e Hidrología, para que puedan llevar a cabo sus cometidos actuales y los correspondientes a los objetivos marcados por el presente proyecto, que contiene cuatro componentes o líneas de acción:

- Consolidación y ampliación de las redes de observación, adecuadamente dimensionadas a las características de los fenómenos a vigilar;
- Fortalecimiento del sistema de telecomunicaciones;
- Desarrollo de sistemas de información adecuados y orientados al eficiente funcionamiento de un Servicio de Alerta Temprana, así como a la detección y estudio del cambio climático, para lo que se deberá contar con el apoyo de una base de datos de alcance nacional;
- Fortalecimiento Institucional, en particular con la dotación de personal suficiente y adecuadamente formado.

El primer componente, **Consolidación y Ampliación de las Redes de Observación** tendría como prioridad fundamental el aseguramiento del funcionamiento operativo de las redes (mantenimiento y renovación de equipos obsoletos), con especial hincapié en mantener la red con información en tiempo real, por lo que será necesario avanzar en automatización de los sistemas de observación y la mejora de la operatividad.

La futura red de observación terrestre deberá estar basada en sistemas automáticos, monitoreados periódicamente por personal de SNET, y con un adecuado plan de mantenimiento preventivo y con respuesta rápida para mantenimientos correctivos.

Un elemento fundamental en el diseño de las redes ampliadas es el aseguramiento de la sostenibilidad, en la automatización de las comunicaciones y en el control de calidad. En este sentido deberá tenerse en cuenta que es preciso garantizar un stock de repuestos en la institución, por la dificultad de conseguirlos en el interior del país o por retrasos asumibles.

Se considera básica la operatividad y, en su caso ampliación, de la red de EMAs hasta alcanzar una densidad apropiada para la detección de fenómenos mesoscales, debido en parte a la reducida superficie del país. De igual manera es básica la recuperación y la mejora de los sistemas de recepción satelitales, por ser elementos fundamentales para el seguimiento de los fenómenos adversos hidrometeorológicos.

Adicionalmente, si los arreglos con instituciones del país y con los países vecinos facilitan una disponibilidad presupuestaria que lo permita, manteniendo los criterios de sostenibilidad, se podría abordar, de manera más económica y eficaz, la ampliación de los sistemas de observación con el despliegue de una red de detección de rayos.

Igualmente, los acuerdos entre SNET y CEPA sobre la meteorología aeronáutica permitirían mejorar los servicios prestados en esta especialidad meteorológica y ser una fuente de ingresos del SNET.

De acuerdo con el diagnóstico, en el SNET se detectan limitaciones que podrían poner en riesgo la sostenibilidad de los sistemas. Se requiere por tanto estrategias en cuanto a la política de personal, hasta dotar a los servicios de los medios humanos necesarios, incluyendo los requeridos para una correcta calibración de los equipos de observación y la capacitación para mantener los sistemas propuestos.

El segundo componente, con relación al **Fortalecimiento de los Sistemas de Comunicación**, la modernización del sistema de telecomunicaciones del SNET requiere una revisión y actualización completa. Los sistemas utilizados, principalmente por radiofonía, pueden ser causa de frecuentes errores, pérdidas de informes por acumulación de llamadas etc.

Adicionalmente a un sistema de telecomunicaciones eficaz interno a SNET, es objetivo del proyecto dotarlo de los medios de enlace internacional de tipo meteorológico con acceso adecuado al Sistema Mundial de Telecomunicaciones Meteorológicas.

En relación al tercer componente, **Desarrollo de los Sistemas de Información**, las actividades a ser realizadas estarán encaminadas a fortalecer y modernizar al SNET en el uso y aplicación de los datos y de la información, para generar un Servicio de Alertas Tempranas de Fenómenos Hidrometeorológicos Adversos eficiente y productos útiles para distintos sectores de usuarios, tanto en lo referente a pronósticos meteorológicos mejorados como productos climatológicos.

Para ello se contempla mejorar el CPM con herramientas eficaces como un sistema integrado de visualización para el análisis meteorológico, con especial énfasis en la vigilancia meteorológica. Igualmente el CPC y CIAGRO deben disponer de los medios de información necesarios, como acceso a una Base de Datos común a todo el SNET y SIG, que les permitan atender con la máxima rapidez y fiabilidad a los usuarios.

La prestación del Servicio de Alertas Tempranas exige la definición de umbrales, elaboración de protocolos y la formación del personal con los objetivos propios del Servicio.

Una base de datos meteorológica e hidrométrica nacional es necesaria, entre otras necesidades, para el manejo de la información sensible para el servicio de alertas. Esta base de datos proporcionará servicios adicionales y productos de valor añadido e implicará una mejora sensible en la disponibilidad de la información para su utilización en diversas aplicaciones. La OMM con apoyo de la AEMET está desarrollando una herramienta de Base de Datos Hidrometeorológica especializada para estos fines, la cual será gratuitamente proporcionada a El Salvador, requiriéndose incluir en el proyecto solamente una mayor modernización informática, la instalación y puesta en operación de la BD de OMM, la conversión e gestión de datos por la nueva herramienta, y cursos de capacitación.

Un elemento fundamental es la disponibilidad de recursos humanos que permita el mantenimiento de un servicio continuado. Por otra parte, la capacitación del personal en las técnicas y medios disponibles es considerada esencial.

En el cuarto componente referido a **Fortalecimiento Institucional**, se considera básicamente la capacitación del personal como elemento básico. Sin embargo, con algunas acciones, que se considera pueden ser llevadas a cabo por SNET, se prevé un fortalecimiento institucional a través de la estrategia de orientar la producción a la atención de las necesidades de los usuarios con el desarrollo de productos

demandados y la orientación de estudios hacia el cambio climático, de gran repercusión actualmente.

1.6 Ejecución y Duración

Se propone que la implementación del proyecto sea coordinada por la **Dirección General del SNET** como eje central y que las **Gerencias de Meteorología e Hidrología** lleven a cabo la coordinación directa del proyecto, bajo la supervisión de la referida Dirección Nacional y en estrecho contacto con los responsables de la OMM para este proyecto para los temas que requieran su apoyo y orientación.

Serán necesarios arreglos institucionales de ejecución, a nivel interno del país, entre principalmente las **Gerencias de Meteorología, Hidrología, Oceanografía y Gestión de Riesgos del SNET** y con, fundamentalmente, la **Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL)**, la **Dirección General de Protección Civil y la Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (CEPA)** para asegurar la consolidación de los resultados a obtener por el mismo, en particular la constitución y efectividad de la base de datos hidrometeorológicos nacional y la mayor eficacia del servicio de Alertas Tempranas de fenómenos adversos de origen hidrometeorológico, mediante la producción, difusión, diseminación y aprovechamiento de boletines, avisos y alertas tempranas de fenómenos hidrometeorológicos, lo que puede permitir evitar y mitigar los efectos adversos, pero también aprovechar los efectos benéficos que tienen dichos fenómenos.

Asimismo, se considera fundamental la realización de gestiones con otros países centroamericanos, procurando acuerdos regionales o subregionales con ellos, de forma de posibilitar en forma conjunta la concreción de inversiones que resultan imprescindibles para su desarrollo, compartiendo costos de adquisición y mantenimiento, así como información y productos resultantes de las mismas.

Todo esto es posible si el SNET como Ejecutor del Proyecto, fortalece y expande la cooperación en materia de meteorología, climatología e hidrología, y se aprovechan los resultados del Proyecto que permitirán que el país, los usuarios y beneficiarios, cuenten con una mayor capacidad de acción con más y mejores productos meteorológicos, hidrológicos y climatológicos y la difusión de los datos y productos derivados de éstos que realice SNET.

El presente proyecto se propone ejecutarlo en un periodo de cuatro años con un inicio en el segundo semestre del año 2009. A efectos de identificar el alcance temporal de las actividades se presenta un calendario de actividades identificando su inicio y duración.

La cobertura geográfica del proyecto propuesto será la totalidad de la República de El Salvador.

1.7. Costos Estimados y financiamiento

Costos Estimados

El costo estimado del proyecto es de US\$ 4.103.925 (Cuadro 1), de los cuales US\$ 3.027.000 corresponden a equipos (meteorológico, hidrológico y medioambiental), US\$ 364.000 al desarrollo e implementación de una base de datos hidrometeorológica nacional y comunicaciones asociadas; US\$ 517.500 a fortalecimiento institucional (asistencia técnica, formación profesional, capacitación, y pasantías de personal), en particular para desarrollar y mejorar los sistemas de información para alerta temprana

y seguimiento del cambio climático. Además se incluyen en la misma tabla de costos, el estimado a los costos recurrentes US\$ 843.320 que corresponden a la operación y el mantenimiento de los equipos, instrumentos o servicios adquiridos durante el proyecto y los costos debidos a la contratación de nuevos funcionarios que se requieren para fortalecer la gestión del SNET. No se consideran en este concepto, la reposición de las vacantes existentes y las que se vayan produciendo.

Cuadro 1. Costos estimados del proyecto CLIBER El Salvador (US\$)

Componente	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	TOTAL	(%)
Modernización redes de observación meteorológica e hidrológica en apoyo al sistema de alerta temprana y monitoreo del cambio climático	707.000	1.140.000	1.100.000	80.000	3.027.000	73
Base de datos hidrometeorológica nacional y telecomunicaciones asociadas	117.000	127.000	120.000		364.000	9
Asistencia técnica, cursos de formación, capacitación y pasantías para el fortalecimiento institucional	160.750	178.250	96.250	82.250	517.500	13
Subtotal	984.750	1.445.250	1.316.250	162.250	3.908.500	95
Imprevistos (5%)	49.238	72.263	65.812	8.113	195.425	5
Inversión total	1.033.988	1.517.513	1.382.062	170.363	4.103.925	100
Costos Recurrentes operación y mantenimiento de equipos		77.660	189.420	242.240	491.320	
Costos de personal y Unidad Ejecutora	69.000	79.000	114.000	90.000	352.000	
Gran Total	1.102.988	1.674.173	1.685.482	502.603	4.965.245	

La opción recomendada es la que incluye todos los equipamientos previstos en la planilla de costos del proyecto que se presenta en el documento de proyecto completo, no obstante se considera una opción menos ambiciosa, si no se lograra la dotación de recursos suficientes para la opción planteada, pero que igual permitiría un desarrollo y fortalecimiento institucional del SNET muy importante, la que requeriría recursos por un total de US\$ 2.553.925, dejando para un momento posterior, la inversión de US\$ 1.550.000 correspondiente a la adquisición del equipo detector de descargas eléctricas, de los dos radares para cuencas pequeñas y de la estación de radiosondeo con consumibles por tres años. A dichos equipos sería muy conveniente acceder por medio de acuerdos regionales con otros países. Se mantienen para esta primera etapa, la puesta a punto de la red convencional y automática, en especial la dotada con telemetría, el establecimiento de una red de comunicaciones fiable y eficaz y la dotación de un lote de repuestos inexistente, así como la creación de una base de

datos nacional de toda la información generada por el SNET en sus diferentes Gerencias y las actividades de fortalecimiento institucional previstas relacionadas con ello, considerando que el personal se vaya capacitando en los equipamientos que se vayan adquiriendo.

Incluso, inmediatamente, iniciando la ejecución del proyecto, podrían realizarse acciones que implican costo muy reducido y generarán notorios beneficios, destacándose:

- Modernizar el sistema de predicción ajustando procedimientos e instrucciones.
- Mejorar la aplicación para visualización y análisis de la red de observación, sobre desarrollos gráficos en entorno Web.
- Establecer modelos de predicción estadística (filtros de Kalman, Redes neuronales, etc.).
- Incorporación de datos observación y modelos de análisis y predicción a Mclidas.
- Incorporar a Intranet del SNET la observación y modelos de análisis y predicción.

Las acciones referidas se pueden realizar por medio de Asistencias Técnicas de 15 días cada una, que pueden ser desarrolladas por técnicos de la AEMET.

De cualquier forma, lo más urgente, aunque requiere la obtención de recursos es el mejoramiento de la red de observación actual, de forma que proporcione datos de la calidad adecuada. Para ello, sería necesaria la puesta a punto del sistema de comunicaciones que permitiera funcionar a todas las estaciones automáticas telemétricas y detectar y evaluar riesgos en tiempo real. Una vez logrado esto, en la medida que fuera posible, se debería atender la mejora de los modelos de predicción meteorológica e hidrológica.

Financiamiento

La ejecución, actividades y acciones previstas en el proyecto se propone sean financiadas mediante fondos no reembolsables a través de la cooperación internacional en la mayor medida posible, cooperación bilateral mediante acuerdos directos entre las partes y mediante la utilización de recursos propios del país, en carácter de contraparte local.

La inversión requerida para el proyecto exigirá un estudio y análisis profundo de las posibles fuentes de financiamiento, relacionado con las opciones anteriores. Dado que el proyecto contempla importantes inversiones que deberán llevarse a cabo, en principio a través de financiamiento externo y, en parte, por medio de los presupuestos públicos, el proyecto está diseñado de tal forma que pueden ejecutarse primeramente aquellos componentes y actividades que sean prioritarios y que proporcionen beneficios inmediatos, es decir que el proyecto puede implementarse por etapas conforme a la disponibilidad presupuestal.

1.8 Beneficios

El proyecto propuesto se justifica a través de la existencia de beneficios directos

e indirectos a través de la reducción del riesgo de desastres naturales que afectan a un gran número de sectores económicos y sociales. La información generada por el proyecto además proporcionaría beneficios a los sectores de transporte aéreo, marítimo y terrestre; generación de energía eléctrica; agricultura y ganadería; pesca, medio ambiente, salud, industria manufacturera, sector hídrico; comercio; turismo; y servicios esenciales, entre otros. Los beneficios identificables en estos sectores, como consecuencia de la diseminación y difusión de la información que hará el SNET a éstas y otras entidades sustantivas del Gobierno, corresponden al ahorro de costos y aumento de productividad que se lograrían al contar con información hidrometeorológica más completa y de mejor calidad que permita la toma de decisiones más eficientes y eficaces relativas a la asignación de recursos. Con esto, se promoverá, entre otros aspectos destacables, el Desarrollo y Bienestar social y la Reducción de la Pobreza, así como la Gestión Integrada y Uso Sostenible de los Recursos Hídricos y la Protección del Medio Ambiente.

Los resultados principales que serán aportados por el proyecto a través del fortalecimiento del SNET serán los siguientes:

- Disponer de una Red de Observación y de Servicio de Pronóstico y Alerta de 24 horas, dotado de medios técnicos y de personal capacitado suficientes, en particular en el Seguimiento y Alerta de Fenómenos Meteorológicos extremos.
- Disponer de series históricas de datos meteorológicos e hidrológicos de alta calidad y accesibles, mediante la creación de una base de datos de alcance nacional para el seguimiento y toma de acciones sobre los posible impactos del cambio climático en El Salvador.
- Sistemas de telecomunicaciones adecuados a las necesidades.
- Satisfactoria atención de las necesidades de los usuarios.

Para alcanzar estos logros se requiere obtener resultados que permitan mejorar:

- La dotación y capacitación científica del personal.
- Las redes de observación.
- La capacidad técnica y los recursos para mantener las redes de observación.
- La instrumentación hidrometeorológica (calibración y mantenimiento).
- El equipamiento y la capacitación informática.
- La capacidad de almacenar grandes bases de datos.
- El control de calidad de los datos.
- El rescate de datos, pasando enormes cantidades de registros en soporte impreso a formato digital.
- La puesta a disposición de datos a todos los usuarios.

1.9 Sostenibilidad a largo plazo

Es imprescindible lograr asegurar la sostenibilidad del proyecto en el mediano y largo plazo y, en caso de no conseguirse, ello condicionará el inicio de la ejecución del mismo.

Opciones para lograr sostenibilidad

- procedimientos de garantía extendida acordados con el proveedor, con provisión de un stock de repuestos suficiente.
- compromiso de las autoridades competentes en cuanto a asignar partidas presupuestales adicionales a los SNM, adecuadas a sus nuevos equipamientos, actividades y compromisos, así como para futuras reposiciones o actualizaciones de los mismos, y para poder llevar a cabo la renovación y el ajuste de plantillas a las necesidades y compromisos que se generarán, incluso una vez transcurrido el plazo de duración del Proyecto.

Apoyo de recursos de los presupuestos nacionales

- La inversión a realizar en nuevos equipos debería estar asegurada en una valoración de alrededor del 10% del total en los presupuestos de los SMHN, en los años subsiguientes al periodo de garantía, de tal modo que el aseguramiento de la disponibilidad de financiamiento del mantenimiento deberá ser un factor limitante del monto total de la inversión inicial.
- Una deficiente formación profesional del personal de los SMHN que debe adecuarse a los equipos, sistemas y técnicas nuevas, ligadas al desarrollo de los proyectos, o la falta de disponibilidad de recursos humanos suficientes y aptos para atender las funciones comprometidas en relación a la atención de un servicio de 24 horas de vigilancia de las condiciones hidrometeorológicas del país, restaría eficacia al sistema hasta el punto de poderlo llegar a ser inoperativo.

1.10 Evaluación y seguimiento

El proyecto requiere de procesos de evaluación y seguimiento durante su ejecución y al final, e inclusive después de períodos de tiempo posteriores a su duración, para considerar su sostenibilidad. Para las actividades de evaluación y seguimiento se contará, a petición del país, con el apoyo de la OMM y la AEMET.

2. ANTECEDENTES Y DIAGNOSIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

2.1 Antecedentes

2.1.1 Perspectiva General.

Información Climática General

El Salvador está localizado entre los 13° 09' y los 14° 27' de latitud norte y entre los 87° 41' y 90° 08' de longitud oeste con una superficie de unos 20,000 km².

Se caracteriza por ser una zona montañosa, dividida en cuatro regiones principales, que definen la cordillera norte de altas montañas con altura máxima de 2730 msnm; la región de valles interiores y complejos de montañas y cerros; la región de la Fosa Central y la Cadena Volcánica reciente y, por último, las planicies y montañas costeras.

Se encuentra ubicado en la zona climática tropical y ofrece condiciones térmicas similares durante todo el año. Sin embargo, debido a su franja costera a lo largo del Océano Pacífico, ocurren oscilaciones anuales importantes relacionadas con la brisa marina que transporta humedad y calor.

La temperatura media anual (período considerado: 1961-1990) es de 24.8°C, presentándose la temperatura media más baja en los meses de diciembre (23.8°C) y enero(23.9°C), mientras que el mes más cálido es abril (32.0°C). La precipitación media anual es de 1823 mm.

En los últimos treinta años la temperatura ha aumentado 1,2°C , siendo la década de los años 80 una de las más calientes, con precipitaciones influenciadas por el evento ENOS .

El Salvador tiene dos estaciones: la seca (noviembre-abril) y la lluviosa (mayo-octubre). Además, el país se ve afectado por la estación de huracanes del Caribe (junio-noviembre). Las frecuentes tormentas tropicales y huracanes aumentan el caudal de los ríos locales, afectando algunas de las áreas con inundaciones.

Zonas Térmicas de El Salvador

Según la altura en metros sobre el nivel medio del mar, se distinguen las siguientes tres zonas térmicas en El Salvador, de acuerdo al promedio de la temperatura ambiente a lo largo del año.

De 0 a 800 metros

Promedio de temperatura disminuyendo con la altura de 27 a 22 ° C en las planicies costeras y de 28 a 22 ° C en las planicies internas.

De 800 a 1,200 metros

Promedio de temperatura disminuyendo con la altura de 22 a 20 C en las planicies altas y de 21 a 19 C en las faldas de montañas.

De 1,200 a 2,700 metros

De 20 a 16 ° C en planicies altas y valles, de 21 a 19 en faldas de montañas y de 16 a 10 C en valles y hondonadas sobre 1,800 metros.

La mayor elevación de El Salvador se encuentra en el Pital, departamento de Chalatenango, con 2,700 metros.

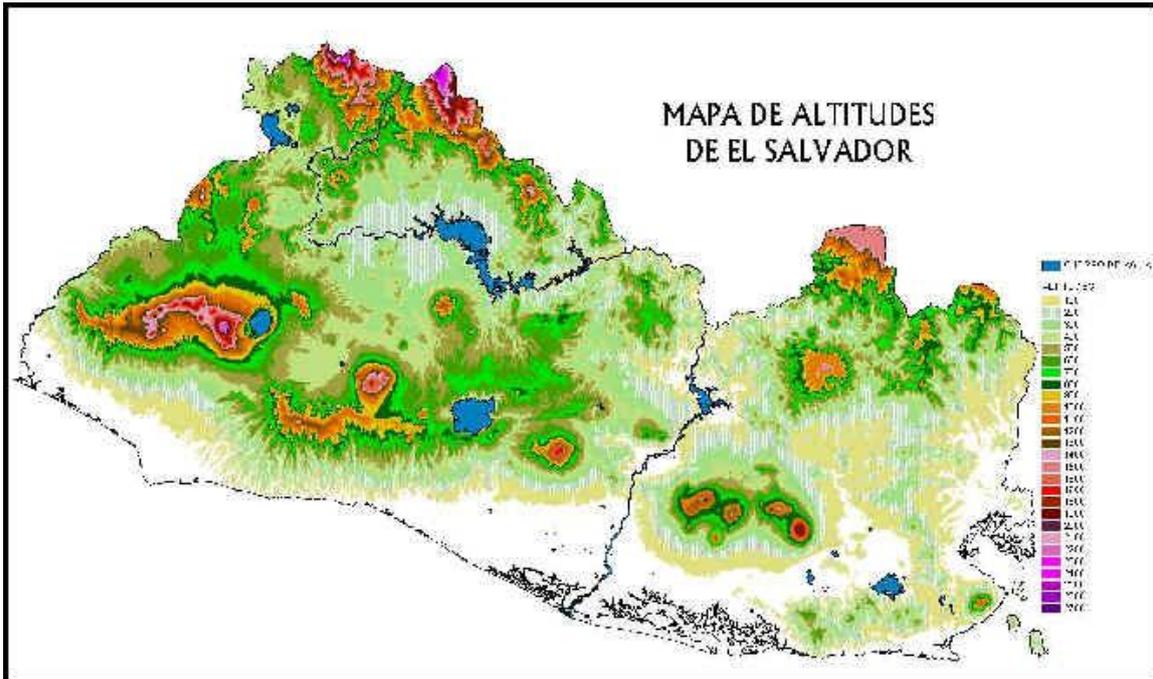


Fig. 1: Mapa de altitudes de El Salvador

Comportamiento típico de los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre y nubosidad característica.

Octubre: En este mes inicia la transición de la temporada lluviosa a la seca, cuando arriban a Centro América las primeras masas de aire fresco y seco impulsadas con vientos del Norte débiles a moderados de 10 a 30 Km/hora. La temperatura diaria promedio es aproximadamente de 24.5 ° C, con humedad relativa de 82 % y rumbo Norte y Noreste del viento predominante.

Noviembre: La estación seca inicia en la mayor parte del país en los primeros días de noviembre, atrasándose hasta unos 15 días o más en el oriente del país. Los vientos del Norte de noviembre pueden alcanzar velocidades hasta de 100 Km/h en zonas montañosas. Este mes se caracteriza por escasa nubosidad, por la ausencia casi absoluta de lluvias y por la disminución gradual de la temperatura para que los días sean más frescos. La temperatura y humedad relativa son en promedio, respectivamente, 23 C y 74%; el viento es del Norte.

Diciembre: Este mes se caracteriza por cielos completamente despejados y ambiente muy fresco y agradable. Además continúan manifestándose los vientos del Norte de moderados a fuertes y muy raramente se producen chubascos aislados y normalmente su origen es debido a la influencias de frentes fríos que se acercan a la región Centroamericana desde las nevadas de Canadá y Estados Unidos. Durante este mes la temperatura promedio es de 23.00 ° C y la humedad relativa de 69 % y el viento dominante del Norte.

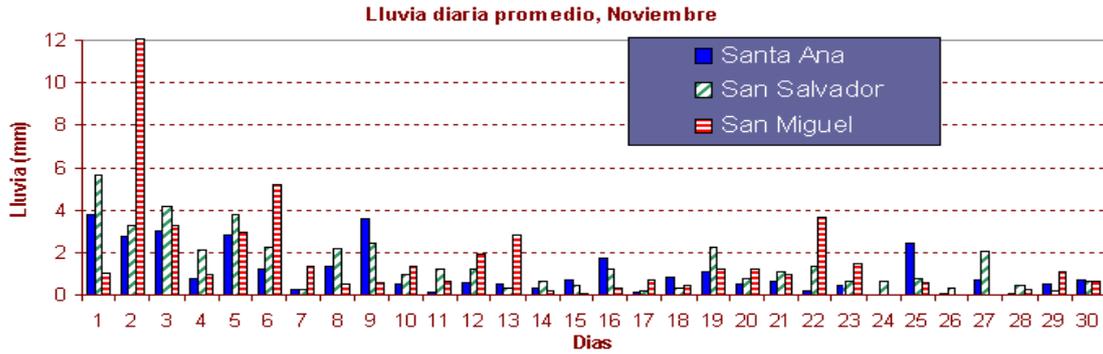


Fig. 2: Lluvia diaria promedio en Noviembre

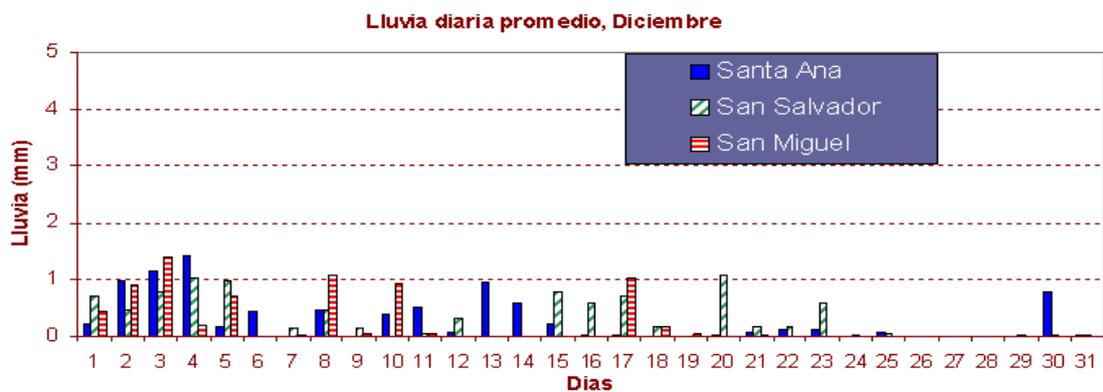


Fig. 3: Lluvia diaria promedio en Diciembre

El Salvador presenta una gran variedad de clima, orografía, e hidrografía, que propicia la aparición de fenómenos meteorológicos muy diversos. Los **fenómenos meteorológicos adversos anualmente causan pérdidas de vidas y severos daños a la economía** salvadoreña, frenando su progreso y esterilizando gran parte de los esfuerzos que hacen sus ciudadanos.

Los principales fenómenos meteorológicos que se presentan en El Salvador y afectan a su población y economía son: disminución de las lluvias en la región Pacífica en periodos del fenómeno de El Niño, lluvias intensas debidas a efectos de huracanes, ondas del este, convección fuerte, frentes fríos y tormentas y lluvias orográficas. Los fenómenos hidrometeorológicos severos (sequías, inundaciones, tormentas eléctricas) disminuyen los rendimientos agrícolas, causan pérdidas de vidas humanas y de bienes, crean déficit y cortes de energía, interrumpen las telecomunicaciones. Las actividades económicas y sociales en general son afectadas muy severamente por los fenómenos meteorológicos severos, así por ejemplo el huracán Mitch dejó en la región centroamericana más de 2.6 millones de damnificados (cerca del 8% de la población total de Centroamérica), más de 20.000 personas entre muertos y desaparecidos, más de 150.000 viviendas afectadas o destruidas y la pérdida de un altísimo porcentaje de la infraestructura económica, social y comunitaria que fue irre recuperable.

En los últimos años, El Salvador ha sido víctima de desastres de gran magnitud como lo fue el impacto del mencionado Huracán Mitch en 1998 y los terremotos del

2001, dejando un saldo desolador de miles de muertos, destrucción y pérdidas económicas. Es en este contexto que surge la creación del SNET, como manifestación concreta del compromiso adquirido por el Gobierno de la República de El Salvador ante el Marco Estratégico de Reducción de Vulnerabilidades y Desastres, acordado en Octubre 1999 durante la Cumbre Presidencial de Guatemala. Una de las consideraciones del marco estratégico es precisamente la ampliación del abanico institucional para la gestión del riesgo, incorporando, además de las comisiones de emergencia y de respuesta ante desastres, a toda una gama de instituciones que puedan contribuir a una adecuada gestión del riesgo y reducción de desastres.

Antes del 2001, en El Salvador, los Servicios Nacionales de Vulcanología/Sismología, Hidrología y Meteorología estaban separados en distintas instituciones públicas (MAG, MOP). Con el impacto del huracán Mitch y de los terremotos del 2001, se impone la necesidad de agruparlos bajo una misma visión de conjunto. Así se dio la coyuntura para la creación del SNET, aprovechando el impulso creado por el mandato regional que introduce el concepto de gestión de riesgo como enfoque novedoso, más allá de la tradicional respuesta ante emergencias.

En Octubre 2001 un Decreto Presidencial asigna al SNET la misión de contribuir a la reducción de riesgos y le otorga 280 días para hacer los arreglos administrativos y financieros para agrupar las instituciones. El gobierno le asigna US\$ 1.5 millones para lograr este cometido. En esta fase absorbe a las Divisiones de Hidrología y Meteorología del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y al Servicio Geológico Nacional del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Se aprueba un presupuesto para el 2002 del orden de US\$ 2.8 millones, se define un marco operativo y se empieza a trabajar como SNET, como entidad desconcentrada e institución autónoma, perteneciente al MARN.

La última modificación del SNET viene dada en el Decreto No.42 de fecha 02 de mayo de 2007, publicado en D.O. 89, del 18 de mayo de 2007 en el cual se define el objetivo, estructura y funciones de la DGSNET.

Los servicios hidrometeorológicos de El Salvador son ofrecidos actualmente, pues, por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), integrados en el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

El SNET de El Salvador proporciona datos, información y pronósticos hidrometeorológicos para la navegación aérea, los puertos, la agricultura, los medios de comunicación, la generación de energía eléctrica, las agencias de emergencia nacional, las universidades y centros de enseñanza, para estudio del medio ambiente, etc. y está a cargo de las redes de observación meteorológica e hidrométrica, así como de las redes de sismología, vulcanología y oceanográficas existentes en el país. Igualmente integra una gerencia de estudios territoriales y gestión de riesgos.

Adicionalmente, existen algunas organizaciones que operan redes de observación para uso propio. Por ejemplo, las asociaciones de cafetaleros en el Salvador han iniciado la operación de estaciones climatológicas automáticas cuyos datos son utilizados en la planeación de los cultivos del café. Ninguno de estos datos son compartidos o integrados en bases de datos comunes.

La institución se ve afectada por la situación general del país, con recortes presupuestarios, reducción de personal, escasez de profesionales, etc. Todo ello lleva a que las áreas técnicas se encuentren muy deficitarias, tanto en personal calificado como en equipos.

Todos los sectores de la producción nacional se ven afectados, en mayor o menor medida por los fenómenos hidrometeorológicos mencionados, los que se vienen viendo agravados como consecuencia del cambio climático. En efecto con el calentamiento global y otras tendencias climatológicas mundiales, a medida que

transcurre el tiempo, la frecuencia cíclica de los desastres naturales va en aumento, reduciendo su ciclo de ocurrencia en un 25%. Por otra parte, en cuanto a vulnerabilidad, en una escala de 0 a 100, América Central estaría muy cerca de 100.

Muchos de estos problemas podrían aliviarse a través de soluciones para las que se necesitan la participación y **coordinación efectivas de las instituciones** relacionada con esos temas, proporcionando y utilizando datos e información fiables del tiempo, del clima y del agua que contribuyan a la **prevención y reducción del impacto de desastres naturales**, a la protección del ambiente y la adaptación al cambio climático, así como a contribuir al desarrollo socioeconómico sustentable.

Las necesidades de la sociedad así como de los distintos sectores económicos en lo referente a datos, información y productos meteorológicos e hidrológicos, para planificación y ejecución de programas y proyectos de desarrollo sostenible, son sustanciales, crecientes y urgentes. Para poder elaborar de manera efectiva esa información es indispensable, que los servicios meteorológicos e hidrológicos así como las instituciones asociadas reciban y/o generen datos y productos que permitan conocer con la mayor exactitud posible el estado de la atmósfera y de los sistemas hídricos en un instante determinado. Puede afirmarse, que los **sistemas de observación, procesamiento de datos, comunicaciones y generación de productos, en general en Latinoamérica y de igual modo en El Salvador son incompletos**, existiendo grandes áreas sin cobertura, especialmente en zonas de difícil acceso, así como en datos de radiosondeo, determinando deficiencias operativas que disminuyen la capacidad de estas instituciones para proporcionar los servicios demandados, derivados no solo de estos problemas de tecnología, técnicas y métodos de explotación, sino en forma muy importante también por graves limitaciones en la dotación de recursos humanos, problema que se ha ido agravando con el transcurso del tiempo.

Con el objetivo de resolver estas deficiencias que se arrastran de varios años atrás, los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales de los países Iberoamericanos (SMHI) apoyados por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), determinaron en 1993 la conveniencia de un proyecto que contribuyera a su modernización, de forma que permitiese a los países de la Región disponer de datos más fiables, pronósticos más precisos tanto a muy corto plazo, como a corto, mediano y largo plazo y, en general, de todos aquellos productos que significasen la satisfacción de las necesidades y requerimientos de los usuarios, que no pudiesen ser cubiertos mediante los sistemas disponibles hasta entonces en los SMHN. Este proyecto se denominó "**Proyecto Clima Iberoamericano**".

Posteriormente, durante los años 1994 y 1995, los gobiernos de 13 países Latinoamericanos, entre los que se encontraba la República de El Salvador, solicitaron al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) la realización de estudios de factibilidad y diseño para dicho Proyecto. La OMM fue designada como organismo ejecutor para los estudios, mientras que la contraparte la constituyeron los SMHN de los países participantes y se garantizó el financiamiento con fondos del BID, la OMM y de los gobiernos de Canadá, España y Estados Unidos. Posteriormente se realizaron los estudios referidos, culminando con un Informe de Diagnóstico en diciembre de 1997. Posteriormente, en Mayo de 1998 se preparó el Informe Preliminar de Factibilidad y Diseño, que fue discutido por los consultores internacionales y nacionales con el Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional (SMHN) de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables perteneciente al Ministerio de Agricultura y Ganadería y, a partir del cual, se preparó el Informe Definitivo.

El principal beneficio obtenido por El Salvador de estos trabajos fue el de disponer de un estudio que sirvió de base o de plan de acción para aportar los elementos necesarios para avanzar en la modernización del SMHN a través de diversas opciones que pudieran negociarse.

Las limitaciones que se presentaron para la ejecución del Proyecto, a fines de la década pasada, fueron básicamente las siguientes:

- Implicaba un mayor endeudamiento de los gobiernos con el BID, por 25 años, incluidos los 5 primeros de gracia de capital. Por más que los préstamos eran de condiciones razonablemente ventajosas, los gobiernos no estaban en condiciones de tomarlos.
- Determinaba la necesidad de un aumento significativo de los presupuestos asignados por los gobiernos a los SMHI, con el fin de asegurar la sostenibilidad y mantenimiento de las reformas producidas, así como de una adecuada formación del personal, que los gobiernos no podían asegurar.

En **noviembre de 2006**, los Directores de los SMHI, en su Declaración de Buenos Aires, emitida durante la reunión de la **Conferencia de Directores Iberoamericanos**, solicitaron a la OMM completar los estudios y continuar con la **actualización del Proyecto Clima Iberoamericano**, al considerar que diez años después de realizados los estudios, el funcionamiento de los SMHI seguía teniendo limitaciones muy similares a las verificadas en los años 1997-1998, encontrando algunos aspectos que han mejorado, en otras áreas los problemas se han agudizado y han surgido nuevas necesidades a satisfacer. Nuevamente, El Salvador manifestó su interés, esta vez en completar y actualizar los estudios realizados en el país a fines de la década pasada.

Los estudios se comenzaron el año pasado en cuatro países: Bolivia, Ecuador, Guatemala y República Dominicana. Este año se decidió su realización en otros siete países entre los cuales se incluyó a El Salvador y para ello, se llevó a cabo una misión de coordinación en abril de 2008 en la que se definieron con las autoridades locales las prioridades y acciones necesarias para su implementación, las que fueron analizadas por la misión de consultores que, entre el 15 y el 23 de mayo de 2008 visitó el país con el fin de preparar el documento del **proyecto, que será presentado a las autoridades gubernamentales en el último cuatrimestre de 2008**

Como se ha expresado anteriormente, el propósito es elaborar un proyecto y/o líneas de desarrollo para el fortalecimiento institucional y la instrumentación, capacitación y desarrollo de herramientas que coadyuven al SNET y a la República de El Salvador en la prevención de desastres y mitigación de sus efectos, así como en la observación y detección del cambio climático.

2.1.2 Impacto socioeconómico de eventos de origen hidrometeorológico en el país

Los desastres naturales de origen hidrometeorológico en el país, condicionados por la influencia de eventos como huracanes, precipitaciones intensas o sequías y El Niño como elemento generador de algunos de estos hechos, generan graves consecuencias en el país, entre otras: deslizamientos de tierras y desbordamientos de ríos, cuyas cuencas se han visto sometidas a la presión

demográfica y, destacándose particularmente, los efectos en zonas agrícolas e infraestructuras generales del país.

En El Salvador, las pérdidas económicas directas asociadas con eventos destructivos en los últimos 20 años han significado casi 4 mil millones de dólares para la economía nacional¹ -cerca de \$200 millones por año-. Ello sin contabilizar las pérdidas indirectas (paralización de los flujos económicos), los costos que implica el déficit en la balanza comercial, los incrementos en el gasto público, los gastos directos de atención de las emergencias y el costo de oportunidad que significa invertir en reconstrucción a cambio de más desarrollo –entre otras cosas-.

Pero además, se pueden mencionar algunos de los efectos sociales que aún no ha sido posible medir en términos monetarios, como lo son la pérdida temporal o permanente del empleo, el ausentismo escolar forzado, los problemas de salud y costo de atención médica, la disminución en la productividad del trabajo y de la productividad de la tierra, la migración, las alteraciones en el mercado inmobiliario, el impacto en actividades productivas o comerciales informales, así como los efectos sobre el ambiente y su impacto en las economías o formas de vida locales, los conflictos políticos y la desarticulación de la base social local, etc. que fueron claramente tangibles cuando el paso del Huracán Mitch y con mayor fuerza cuando los terremotos del 2001.

Claramente el país no debe ni puede soportar ese continuo proceso de erosión de los acervos tan importantes de infraestructura, recursos productivos, humanos y ambientales, ni dejar de tomar en cuenta el contexto del riesgo. Frente a ello, se levanta la imperiosa necesidad de que el proceso de desarrollo social y económico de El Salvador obtenga mayores grados de seguridad. Frente a la globalización y en el marco de la economía social de mercado, los contextos de riesgo y desastres no manejados alcanzan un decisivo impacto sobre la gobernabilidad, los grados de convivencia social y la eficacia de los mecanismos democráticos de funcionamiento institucional; incluso, decidiendo las riquezas de los países y regiones al influir sobre las decisiones de inversión de capital y en la competitividad de la economía.

2.1.3 Proyectos desarrollados recientemente y en ejecución en el país y en el ámbito regional

Los proyectos principales que se están desarrollando **en el país** y a los cuales puede integrarse este proyecto que se propone para El Salvador para complementarlos en diversos aspectos relacionados son:

- Proyecto de Fortalecimiento Institucional para la Gestión de las Cuencas Hidrográficas, Áreas Protegidas y Gestión de Riesgos con el MARN, al cual el SNET no ha accedido, aunque le fue propuesta su participación y cuya ejecución está culminando, mediante apoyo de AECID por un total de 375.000 euros, no reembolsables.
- La Organización de Naciones Unidas para Asuntos Humanitarios (OCHA) está apoyando un sistema de instalación de alertas tempranas en el oriente del país.
- Diversas iniciativas del CRRH que son apoyadas por el BID.

¹ Los datos han sido tomados de la CEPAL, BID, OEA, OFDA-AID, OPS, CRED, DHA-NNUU.

En cuanto a proyectos que se estén desarrollando **a nivel regional**, se pueden mencionar los siguientes, en los cuales puede tener consideración este Proyecto que se propone, al mismo tiempo que puede ayudar en la complementación del alcance de ellos:

Proyectos del Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC):

- Programa Regional de Postgrado en Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), cuyo propósito es mejorar la gestión del recurso hídrico y los servicios de agua en los países en desarrollo, así como la capacitación en el sector hídrico.
- Integración de Índices de Clima y Tiempo en la toma de decisiones para la Adaptación al Cambio Climático en América Central, México y la República Dominicana, cuyas componentes son:
 - Desarrollo de Aplicaciones de pronósticos regionales, incluyendo índices climáticos y del tiempo para el proyecto SERVIR.
 - Aplicación de productos de datos ambientales para evaluar los impactos del cambio climático en la biodiversidad y el desarrollo de otras vulnerabilidades y evaluación de impacto.
 - Profundización de entrenamiento para los países que usan las herramientas y productos sobre adaptación.
- Fomento de Capacidades en Cambio Climático y Gestión de Cuencas Hidrográficas.
- Sistema regional municipal de Alerta Temprana (SIREMAT)

Proyectos del Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPRENAC)..

- Sistema Regional de Información Territorial para el Desarrollo Sostenible y la Reducción del Riesgo a Desastres Naturales (Secretaría General Iberoamericana – SEGIB)
- Programa Regional para la reducción de la Vulnerabilidad y la Degradación Ambiental (PREVDA).

2.2. Diagnóstico resumido de la situación actual del SNET y necesidades detectadas, en particular de las Gerencias de Meteorología e Hidrología.

El detalle de la diagnosis de la situación actual, así como las necesidades detectadas se incluye en los **puntos 8.1 y 8.2 de los Anexos**, respectivamente.

A continuación, se muestran los aspectos esenciales en relación a la situación actual y necesidades del SNET.

El Decreto No.42 de fecha 02 de mayo de 2007, publicado en D.O. 89, del 18 de mayo de 2007 define el objetivo, estructura y funciones de la nueva Dirección General que

se crea a partir de la fecha en el MARN, la Dirección General SNET (DGSNET), en la siguiente forma:

Objetivo del SNET.

La Dirección General del Servicio Nacional de Estudios Territoriales tiene como objeto principal contribuir a la prevención y reducción de riesgo de desastres, por lo que será de su competencia lo relativo a la investigación y los estudios de los fenómenos, procesos y dinámicas de la naturaleza, el medio ambiente y la sociedad, que tengan relación directa e indirecta con la probabilidad de ocurrencia de desastres y, por tanto de pérdidas y daños económicos, sociales y ambientales.

Organigrama del SNET

A continuación se presenta el organigrama del SNET:

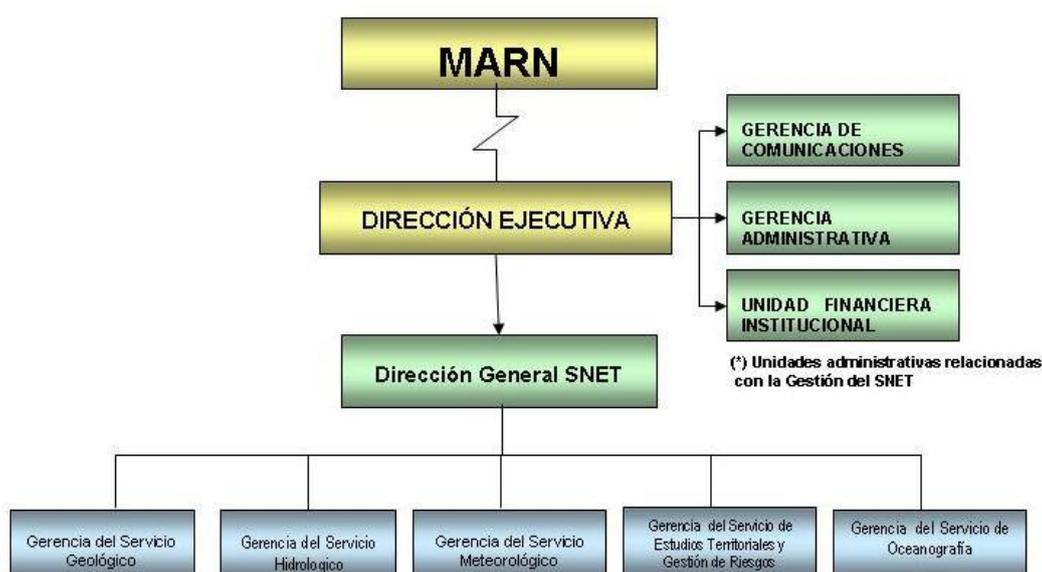


Fig. 4: Organigrama del SNET

En general, a nivel de las distintas Gerencias analizadas, se observaron deficiencias en diversas áreas que requieren un esfuerzo de coordinación y una política comercial fruto de un estudio de las necesidades del mercado.

Deben destacarse, en primer lugar, dos aspectos que se consideran fundamentales a efectos de lograr una mejora sustancial de las redes meteorológicas e hidrológicas, relacionados con su coordinación y sostenibilidad:

En cuanto a las necesidades de coordinación y en relación a asegurar la sostenibilidad de un adecuado funcionamiento del SNET, es de destacar que la gestión de datos, en su generalidad, de las redes hidrométrica y meteorológica se hace de forma separada. Esto debiera cambiar con el fin de economizar recursos, especialmente en los aspectos de mantenimiento y supervisión de las redes, mucho más si en un futuro comparten instrumentos de observación.

Los datos provenientes de las redes de observación operadas por otras instituciones privadas (cafetaleros, empresas, ONGs, etc) no son compartidos en

bases de datos comunes. Ello hace que se dilapiden recursos ante el hecho de que organismos privados o públicos no ven cubiertas sus necesidades por el SNET y realizan inversiones y, a su vez, el SNET carece de la información resultante y no puede responder a las peticiones existentes.

La situación general actual del SNET es extremadamente difícil y complicada, carece de Centro de Formación, y ninguna otra institución del país imparte docencia en Meteorología, no existiendo en éste disponibilidad suficiente de recursos humanos con la formación técnica requerida para ocupar los nuevos puestos de trabajo que se requieren en el organismo.

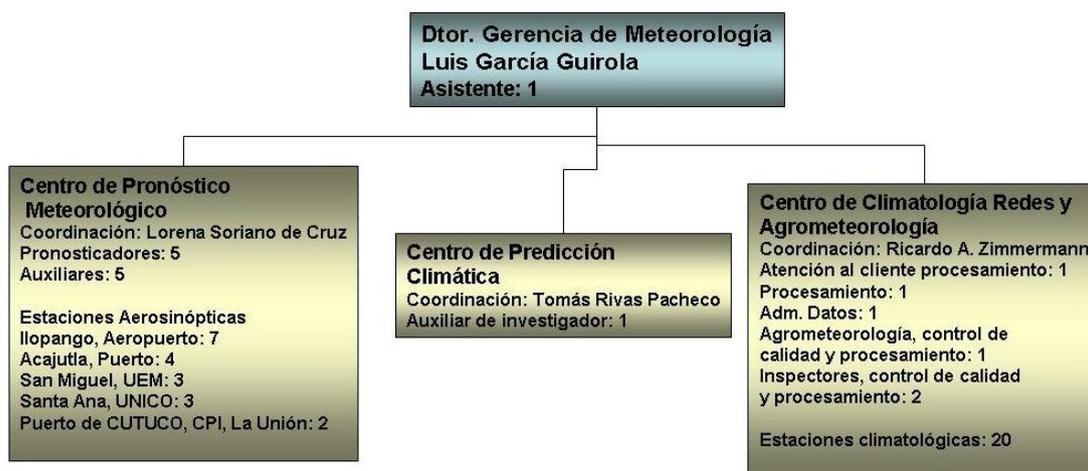
La Organización tiene total dependencia administrativa del MARN y el presupuesto sólo permite una subsistencia precaria de toda la Institución, unido el hecho de que el SNET necesitaría un mayor autonomía administrativa para responder con sus medios propios a las situaciones que se van produciendo en el día a día.

La meteorología y la hidrología deben ser necesariamente fortalecidas en sus infraestructuras principales (capacitación profesional, redes de observación, sistemas de telecomunicaciones, informática y sistemas de información), tendiendo a la colaboración con otros países del área con el fin de minimizar esfuerzos y maximizar rendimientos de las inversiones en equipos, personal y mantenimiento dado que, desde el punto de vista hidrometeorológico, los problemas a afrontar son similares.

2.2.1 Gerencia de Meteorología

La Gerencia de Meteorología del SNET está integrada por tres áreas principales: Centro de Información y Agrometeorología (CIAGRO), que se ocupa del diseño y supervisión de las redes, climatología y agrometeorología; Centro de Pronósticos Meteorológicos (CPM) y Centro de Predicción Climática (CPC).

El organigrama de la Gerencia de Meteorología se muestra a continuación:



La situación actual así como las principales necesidades detectadas a nivel de los distintos componentes, en particular en relación a los temas que se consideran prioritarios, las redes de observación y su mantenimiento, las comunicaciones y las bases de datos se resume a continuación.

Red de observación

- **Aerosinópticas**

Se considera suficiente esta red para la extensión del país. El material del que dispone es muy antiguo y con escaso mantenimiento. En el caso de las automáticas falla el mantenimiento lo que ocasiona graves problemas de información y calidad de las observaciones al no disponer del personal necesario en gran parte de las estaciones y no poder cubrir manualmente las observaciones necesarias. Forman la red climatológica de referencia y la calidad de las observaciones es fundamental

Hay que renovar todos los instrumentos convencionales y poner a punto con instrumentos calibrados las EMAs y sus transmisores. Deberían disponer de una EMA que permita generar los partes METAR o SINOP con posibilidad de introducción manual de datos. Los transmisores de las EMAs urge cambiarlos a una velocidad de transmisión de 300 baudios. Es necesario el completar la plantilla de personal de todos los observatorios con un mínimo de 3 personas.

- **Costeras**

Actualmente no hay información de la zona costera. Es necesario la misma para la mejora en la predicción y el desarrollo de la actividad portuaria.

Se propone la instalación de 3 EMAs en la costa con capacidad telemétrica

- **Climatológicas ordinarias**

Tiene una cobertura que necesitaría completarse en la zona oriental del país y la costa especialmente. Su primer problema es la renovación de instrumentos convencionales. El primer problema a resolver sería la renovación de todo el instrumental convencional, seguido de la puesta a punto de la EMAs existentes, en particular las que disponen de telemetría. Los transmisores de las EMAs urge cambiarlos a una velocidad de transmisión de 300 baudios.

- **Pluviométricas**

Falta cobertura en la zona de las cuencas altas en el N del País. Hay problemas de comunicaciones por escaso mantenimiento y vandalismo.

El mantenimiento de las diferentes estaciones con renovación de material en mal estado, reposición de elementos desaparecido por vandalismo u otras causas que permita la comunicación con las estaciones telemétricas, reforzar las instalaciones existentes y las nuevas frente al vandalismo y renovar los transmisores existentes para una velocidad de transmisión de 300 baudios son los principales problemas que hay que afrontar.

- **Agrometeorológicas**

Problemas de instrumentación. Buena cobertura

Se deberían habilitar las estaciones existentes con nuevos instrumentos convencionales.

- **Radiométricas**

Actualmente no existen datos de una mínima calidad. Usuarios como Geo los demandan.

La presencia en el país de empresas con intereses en la explotación de energías alternativas hace necesaria la existencia de una buena red radiométrica. Esta debería contar con las 4 estaciones existentes y una posible ampliación a 6, con instrumentos de calidad, como piranómetros de 2ª clase y pirheliómetros para medida de radiación directa en 2 ó 3 estaciones

- **Teledetección.**

No existe. La instalación de una red de detección de descargas eléctricas estaría condicionada a un acuerdo de cooperación regional que permitiera optimizar los recursos y abaratar la red.

- **Radiosondeo**

No existe. La instalación de una estación de radiosondeo estaría condicionada a un acuerdo de cooperación regional que permitiera optimizar los recursos y abaratar la red.

- **Mantenimiento**

Existe poco personal que ha de atender a instrumentación meteorológica, hidrológica y geofísica. Los problemas administrativos hacen que su tiempo de reacción y capacidad de mantenimiento disminuya y la disponibilidad de repuestos es muy limitada.

Sería conveniente la presencia de un técnico más y otra persona para atender a las diversas incidencias generales de mantenimiento (no técnico electrónico especialista). La disponibilidad de vehículos propios y una gestión administrativa más rápida y eficaz es necesaria.

Se hace necesaria la existencia de un stock de repuestos de material actualmente inexistente en la práctica.

Comunicaciones

La red es muy deficiente, basándose en transmisión por voz, vía radio o teléfono.

La telemetría y productos de predicción utilizan una línea de Internet con insuficiente ancho de banda

Es necesario modernizar toda la red de comunicaciones, de forma que el SNET disponga de una red de banda ancha que agilice las comunicaciones entre los observatorios principales (aerosinópticos) y la sede central del SNET. Hay que garantizar todos los sistemas de comunicaciones (teléfono, radio, banda ancha) durante las situaciones de emergencia para poder cumplir todos los protocolos de avisos con los diversos estamentos del gobierno y particulares implicados y dentro del propio SNET.

Sistemas de emergencias.

Para ello es necesaria la actualización del SNET, tanto en su vertiente de Observación del estado actual de la atmósfera como de Previsión de la misma en los distintos rangos del Muy Corto, Corto, Medio y Largo Plazo. En el desarrollo de estos sistemas aparece como elemento esencial el de las Comunicaciones, tanto las de carácter interno en el propio SNET, con la recopilación de datos necesarios para el conocimiento profundo del estado de la atmósfera, requerido para la elaboración de las previsiones, como la que éste debe utilizar hacia la Sociedad en su conjunto y a los Sectores económicos afectados en particular, con definición clara de vías de enlaces, protocolos y procedimientos a emplear en cada situación.

Formación

Es urgente la formación para personal de las ex clase II y clase III ya que carecen en el país.

La capacitación del personal es un asunto difícil de abordar en un servicio escaso de recursos humanos. La formación de personal con cualificación clase II o III implica actualmente ausencias desde varios meses a 2 años, lo que no puede asumir el SNET. Se propone la posibilidad de acuerdos con organismos externos que consigan esta formación mediante becas y la posibilidad de incorporar el personal formado al SNET, así como la promoción del personal interno mediante la realización de cursos reconocidos por la OMM con enseñanza on line.

Usuarios

La política actual del SNET es poner a disposición del público todos los datos hidrometeorológicos procedentes de su red, a través de Internet. Ello provoca bloqueos del servidor en situaciones de emergencia. Por tanto, dicha política exige la existencia de un nuevo servidor de forma que las peticiones de información del público y las de los profesionales del SNET tengan diferentes vías de acceso que impidan el colapso de la información en las situaciones de emergencia.

2.2.2 Gerencia de Hidrología.

La Gerencia de Hidrología de SNET se estructura en las siguientes unidades:

- Centro de Pronóstico Hidrológico (CPH)
- Área de Información y Estudios Especiales, la cual se divide en:
 - Hidrometría e información hidrológica
 - Investigación hidrológica
 - Investigación en Calidad del agua y Laboratorio de Calidad de agua
 - Investigación en Hidrogeología

El organigrama de la Gerencia de Hidrología se presenta a continuación:



Figura 6: Gerencia del Servicio Hidrológico Nacional

A continuación, se expresan los elementos fundamentales relacionados con las necesidades encontradas en el área de hidrología:

- Existe un fuerte desequilibrio entre las funciones de algunas unidades y la dotación de personal con que cuentan
- Se da la contradicción de que inicialmente el SNET se crea para el monitoreo en situaciones de emergencia y actualmente se asimila a una unidad administrativa más con rango de dirección general, con la consiguiente contradicción entre sus funciones y la logística que el sistema administrativo les permite.
Durante las situaciones de lluvia hay que mantener operativo 24 horas a personal del CPH con el apoyo de la unidad de información y del área de mantenimiento. Para satisfacer esta condición es precisa una ampliación de plantilla o un refuerzo durante este periodo, lo que no se está produciendo.
- Se detecta una mayor necesidad de formación en el personal de menor nivel, tanto en el encargado de los aforos directos como en buena parte del personal de mantenimiento.
- La capacitación se estima especialmente necesaria para el uso, manejo y mantenimiento de nuevos equipos
- En general, no hay grandes problemas de medios materiales, aunque sí se detectan algunas deficiencias. El principal problema está en el mantenimiento y en algunas actualizaciones
- Actualmente cuentan con graves dificultades para el mantenimiento de las estaciones
- Hay una relación muy especial, e importante para el desarrollo de los sistemas de alerta temprana, con los usuarios finales de la información por comunicación directa, constituyendo lo que se ha denominado redes sociales.
- En relación a la prevención de emergencias, es necesaria la colaboración de las diferentes instituciones u organismos privados del país y su coordinación con el SNET y Protección Civil para la mejora de los sistemas de alerta temprana.
- Habría que considerar la necesidad de personal en la Gerencia de Hidrología para atender las emergencias y completar los observatorios aerosinópticos hasta un personal mínimo de 3 personas

2.2.3 En relación a la generación de la base de datos del SNET

Es necesaria la generación de una base de datos en el SNET como una necesidad primordial para el fortalecimiento de la institución y la atención a diversas instituciones y a la población, especialmente para la generación de todo tipo de productos meteorológicos y climatológicos, en particular avisos de alerta para la protección civil. Actualmente existen tres sistemas de información: hidrológicos, los utilizados en pronóstico y climatológicos. Ninguno estructurado como base de datos y a su vez independientes entre sí.

No se cuenta con una base de datos digital interactiva e integrada que permita el acceso automático de la información procesada y que permita proporcionar un rápido servicio a los usuarios y al personal del SNET que la tenga que utilizar para sus estudios en diferentes áreas de trabajo.

La falta de una Base de Datos unificada en el SNET, unida a una cierta descoordinación entre las Gerencias de Hidrología y Meteorología es uno de los principales problemas con los que se enfrenta el Organismo a la hora de atender las emergencias o a los usuarios en el día a día.

2.2.4 Beneficios que aportará el proyecto al país por medio del fortalecimiento del SNET.

Los resultados principales que serán aportados por el proyecto a través del fortalecimiento del SNET serán los siguientes:

- Disponer de una Red de Observación y de Servicio de Pronóstico y Alerta de 24 horas, dotado de medios técnicos y de personal capacitado suficientes, en particular en el Seguimiento y Alerta de Fenómenos Meteorológicos extremos.
- Disponer de series históricas de datos meteorológicos e hidrológicos de alta calidad y accesibles, mediante la creación de una base de datos de alcance nacional.
- Sistemas de telecomunicaciones adecuados a las necesidades.
- Satisfactoria atención de las necesidades de los usuarios.

Para alcanzar estos logros se requiere obtener resultados que permitan mejorar:

- La dotación y capacitación científica del personal.
- Las redes de observación.
- La capacidad técnica y los recursos para mantener las redes de observación.
- La instrumentación hidrometeorológica (calibración y mantenimiento).
- El equipamiento y la capacitación informática.
- La capacidad de almacenar grandes bases de datos.
- El control de calidad de los datos.
- El rescate de datos, pasando enormes cantidades de registros en soporte impreso a formato digital.
- La puesta a disposición de datos a todos los usuarios.

3. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO

A partir del análisis realizado del estado actual del SNET, en particular de las Gerencias de Meteorología e Hidrología en relación con el objetivo central de la propuesta del proyecto para la República de El Salvador, se distinguen claramente necesidades en varios procesos de la Institución, que se han agrupado en dos Componentes: Técnica y de Fortalecimiento Institucional.

Todas las actividades propuestas son necesarias para un óptimo uso del servicio objeto del proyecto y suponen básicamente la **modernización de infraestructuras y equipos y la optimización de los recursos humanos principalmente a través de la formación profesional**. Dado que el proyecto contempla **importantes inversiones que deberán llevarse a cabo, en principio a través de financiamiento externo con recursos no reembolsables y, en parte, por medio de los presupuestos públicos**, es posible que no se alcancen todos los objetivos propuestos. Sin embargo, se considera que aun siendo menor el alcance del proyecto, hay actividades o sistemas que, aún siendo de gran interés, si no se llevasen a cabo en primera instancia por limitaciones de recursos, no anularían el objetivo principal del mismo, el que igualmente podría satisfacerse en su parte medular, pudiendo complementarse posteriormente. Por otra parte, acciones adicionales, en principio no excesivamente costosas, permitirían cubrir otras necesidades detectadas en el SNET, en particular en las áreas de las Gerencias antes mencionadas, como mejorar la comercialización de sus productos, realización de estudios climáticos e hidrológicos, etc., que aprovecharían los recursos invertidos en la consecución del objetivo principal.

En los puntos que siguen se presentan las propuestas de actuación y se identifican las componentes del proyecto, así como sus líneas de acción prioritarias, las que se detallarán en el punto 4.6.

3.1. Propuestas de actuación para mejorar de las capacidades del SNET

Las necesidades básicas para estas mejoras se resumen, en primera instancia, en el reforzamiento de los Subprocesos de Meteorología e Hidrología, estableciendo un servicio continuo de Vigilancia y Pronóstico HidroMeteorológico, el reforzamiento de las actuales redes de observación terrestre hasta que lleguen a ser eficientes para la detección de fenómenos meteorológicos mesoscalares, incluso con sistemas como detección de descargas eléctricas, aprovechamiento y mejora de los modelos hidrológicos y meteorológicos a la máxima resolución espacio temporal disponibles y de las imágenes satelitales, incluyendo los productos derivados de las mismas y de los modelos numéricos.

A continuación se muestra el diagrama de flujo para mejorar las capacidades del SNET.

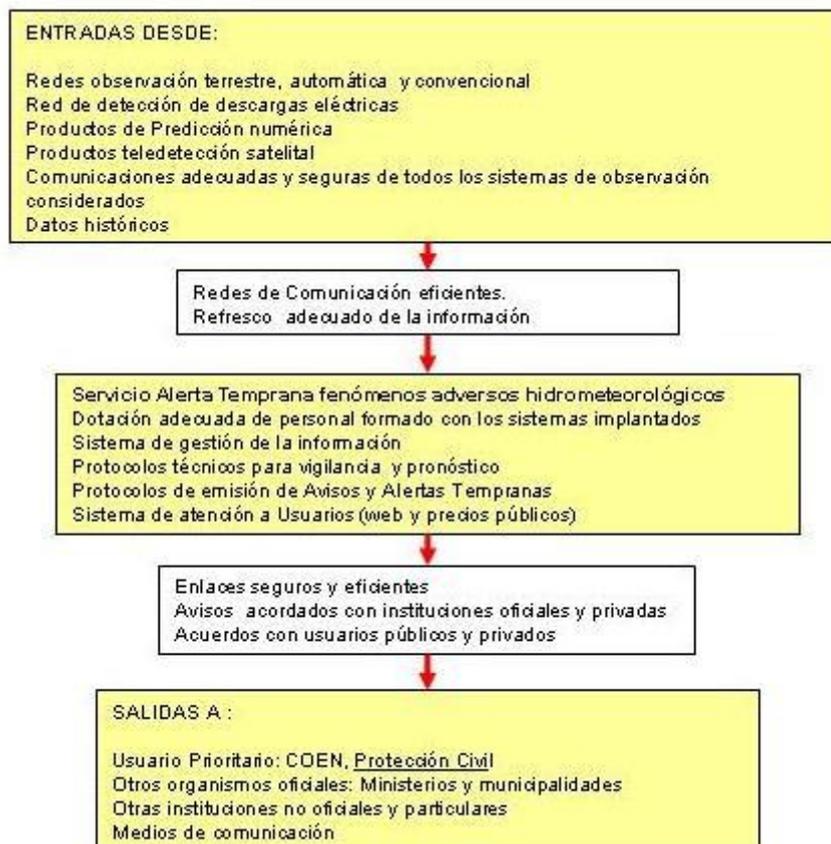


Figura 19: Diagrama de Flujo para mejorar de las capacidades del SNET

Las actividades propuestas se pueden agrupar en dos grandes apartados: Componente Técnico y Componente de Fortalecimiento institucional.

La componente técnica comprende tres líneas de acción diferentes:

- Consolidación y ampliación, incluso con nuevos sistemas de teledetección, de las actuales redes de observación meteorológica y climatológica.
- Modernización de los sistemas de comunicaciones
- Modernización de los sistemas de información, incluyendo la creación de la base nacional de datos hidrometeorológicos.

La componente de fortalecimiento institucional, con única línea de acción, se enfoca fundamentalmente a la actualización de conocimientos y capacitación del personal que se encuentra incluido dentro de las tres áreas anteriores y a dar mayor relevancia a la Institución, por medio de una mejor atención a los usuarios.

3.2 Componente Técnico

3.2.1 Línea de Acción 1: Consolidación y ampliación de las redes de observación

La prioridad fundamental sería el aseguramiento del funcionamiento operativo de las redes (mantenimiento y renovación de equipos obsoletos), con especial hincapié en mantener la red con información en tiempo real, por lo que será necesario avanzar en automatización de los sistemas de observación y la mejora de la operatividad de la UIM.

La futura red de observación terrestre deberá estar basada en sistemas automáticos, monitoreados periódicamente por personal de SNET, y con un adecuado plan de mantenimiento preventivo y con respuesta rápida para mantenimientos correctivos.

Un elemento fundamental en el diseño de las redes ampliadas es el aseguramiento de la sostenibilidad, en la automatización de las comunicaciones y en el control de calidad. En este sentido deberá tenerse en cuenta que es preciso garantizar un stock de repuestos en la institución, por la dificultad de conseguirlos en el interior del país o por retrasos asumibles.

Se considera básica la operatividad y, en su caso ampliación, de la red de EMAs hasta alcanzar una densidad apropiada para la detección de fenómenos mesoscalares, debido en parte a la reducida superficie del país. De igual manera es básica la recuperación y la mejora de los sistemas de recepción satelitales, por ser elementos fundamentales para el seguimiento de los fenómenos adversos hidrometeorológicos.

Adicionalmente, si los arreglos con instituciones del país y con los países vecinos facilitan una disponibilidad presupuestaria que lo permita, manteniendo los criterios de sostenibilidad, se podría abordar, de manera más económica y eficaz, la ampliación de los sistemas de observación con el despliegue de una red de detección de rayos.

Igualmente, los acuerdos entre SNET y CEPA sobre la meteorología aeronáutica permitirían mejorar los servicios prestados en esta especialidad meteorológica y ser una fuente de ingresos del SNET.

De acuerdo con el diagnóstico, en el SNET se detectan limitaciones que podrían poner en riesgo la sostenibilidad de los sistemas. Se requiere por tanto estrategias en cuanto a la política de personal, hasta dotar a los servicios de los medios humanos necesarios, incluyendo los requeridos para una correcta calibración de los equipos de observación y la capacitación para mantener los sistemas propuestos.

El proyecto propone facilitar apoyos externos como asistencias técnicas para las materias de elaboración de la documentación técnica que permita la renovación y ampliación de redes y equipos, y la formación profesional en los aspectos relacionados.

En relación a la línea de acción 1 se consideran las siguientes agrupaciones de actividades:

- Consolidación de la Red de observación terrena
- Actualización Redes de Medidas Hidrológicas
- Sistemas de recepción de Satélites Meteorológicos
- Sistemas de detección de descargas eléctricas

3.2.2 Línea de Acción 2. Fortalecimiento del sistema de Comunicaciones

La modernización del sistema de telecomunicaciones del SNET requiere una revisión y actualización completa. Los sistemas utilizados, principalmente por radiofonía, pueden ser causa de frecuentes errores, pérdidas de informes por acumulación de llamadas etc.

Adicionalmente a un sistema de telecomunicaciones eficaz interno a SNET, es objetivo del proyecto dotar a SNET de los medios de enlace internacional de tipo meteorológico.

En ambos aspectos, el proyecto plantea asistencias técnicas que permitan la adquisición de los equipos y la adopción de estrategias adecuadas así como la capacitación del personal necesario para un servicio de telecomunicaciones eficiente y sostenible.

En relación a la línea de acción 2 se consideran las siguientes agrupaciones de actividades:

- Sistema de Telecomunicaciones internas
- Acceso al Sistema Mundial de Telecomunicaciones Meteorológicas.

3.2.3 Línea de acción 3. Desarrollo de Sistemas de Información

Las actividades a ser realizadas en el ámbito de los sistemas de información, apoyadas por asistencias técnicas, capacitación y transferencia de tecnología, estarán encaminadas a fortalecer y modernizar al SNET en el uso y aplicación de los datos y de la información, para generar un Servicio de Alertas Tempranas de Fenómenos Hidrometeorológicos Adversos eficiente y productos útiles para distintos sectores de usuarios, tanto en lo referente a pronósticos meteorológicos mejorados como productos climatológicos.

Para ello se contempla mejorar el CPM con herramientas eficaces como un sistema integrado de visualización para el análisis meteorológico, con especial énfasis en la vigilancia meteorológica. Igualmente el CPC y CIAGRO deben disponer de los medios de información necesarios, como acceso a una Base de Datos común a todo el SNET y SIG, que les permitan atender con la máxima rapidez y fiabilidad a los usuarios.

La prestación del Servicio de Alertas Tempranas exige la definición de umbrales, elaboración de protocolos y la formación del personal con los objetivos propios del Servicio.

Una base de datos meteorológica e hidrométrica nacional es necesaria para el manejo de la información sensible para el servicio de alertas. Esta base de datos proporcionará servicios adicionales y productos de valor añadido. Las líneas generales del Proyecto de Base de Datos se presentan en el punto 8.5.3 de los Anexos.

Un elemento fundamental es la disponibilidad de recursos humanos que permita el mantenimiento de un servicio continuado. Por otra parte, la capacitación del personal en las técnicas y medios disponibles es considerada esencial, y se presta una especial consideración en el proyecto por medio de cursos impartidos por asesores externos así como la explotación de la modalidad de pasantías.

En el capítulo de inversiones, aparte del propio sistema integrado de visualización, se consideran elementos básicos como la duplicación de equipos para el aseguramiento del servicio, incluso el fluido eléctrico.

En relación a la línea de acción 3 se consideran las siguientes agrupaciones de actividades:

- Consolidación del Subproceso de Predicción
- Servicio de Alerta Temprana Hidrometeorológica
- Base de datos Meteorológica e Hidrológica

3.3 Componente de Fortalecimiento Institucional

3.3.1 Línea de Acción 4. Fortalecimiento Institucional

En esta línea de acción se considera básicamente la capacitación del personal como elemento básico. Sin embargo, con algunas acciones, que se considera pueden ser llevadas a cabo por SNET, se prevé un fortalecimiento institucional a través de la estrategia de orientar la producción a las necesidades de los usuarios con el desarrollo de productos demandados y la orientación de estudios hacia el cambio climático, de gran repercusión actualmente.

En relación a la línea de acción 4 se consideran las siguientes agrupaciones de actividades:

- Orientación de la producción a la demanda de los usuarios
- Capacitación

4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

4.1 Coordinación y ejecución

Para que se realice una transformación efectiva del SNET, en particular de las Gerencias de Meteorología e Hidrología en los aspectos que son objetivos del proyecto, **establecimiento de un servicio de alertas tempranas hidrometeorológicas y la consecución de una base de datos nacional y su sostenibilidad**, es muy importante que el **personal del SNET se involucre activamente** en la realización de las actividades propuestas dentro de cada línea de acción. Adicionalmente la OMM suplementará esto, dando soporte a determinadas actividades tal y como figuran en el apartado 4.6.

Las Gerencias de Meteorología e Hidrología del SNET deberán llevar a cabo la **coordinación directa del proyecto**, bajo la supervisión de la **Dirección General** y en estrecho contacto con los **responsables de OMM para este proyecto**.

Con el propósito de asegurar una implantación efectiva del proyecto se sugiere el establecimiento de una **Unidad Ejecutora en el SNET** compuesta por un profesional y personal asistente para la ejecución de las actividades del proyecto, así como para la coordinación con otras instituciones participantes en El Salvador y que servirá como punto focal para el apoyo que brindará la OMM al proyecto.

4.2 Arreglos de ejecución con otras instituciones.

La consolidación del proyecto exige **arreglos de ejecución, internos al país**, entre las Gerencias de Meteorología, Hidrología, Oceanografía y Gestión de Riesgos del SNET con, fundamentalmente, la **Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) y con la Dirección General de Protección Civil** necesarios para la constitución de una base de datos hidrometeorológica nacional y la mayor eficacia del servicio de Alertas Tempranas de fenómenos adversos de carácter hidrometeorológico, así como para mejorar la observación y detección del cambio climático.

La información que recoge el SNET a través de su red hidrometeorológica es la fundamental en el monitoreo de la atmósfera. Por otra parte, la colaboración con otros ministerios como el de Educación, Agricultura, Salud e Interior (Protección Civil) y empresas directamente relacionadas con los fenómenos hidrometeorológicos y con una demanda directa sobre los potenciales productos generados por el SNET, como CEL y LaGEO que permitirían ampliar la red de observaciones, o CEPA que tiene la responsabilidad de la observación y la predicción meteorológica en los aeropuertos del país (actualmente sólo Comalapa) y la gestión de puertos marítimos, es necesaria para conseguir una completa cobertura de hidrometeorológica y una eficacia en el servicio de Alerta Temprana y los productos solicitados por los usuarios.

El **CEPA**, con su responsabilidad sobre los puertos podría potenciar mediante el establecimiento de una red de EMAS la observación en la zona costera, dado el potencial desarrollo del interés turístico y pesquero.

La información que facilite **CEL** al SNET es una fuente de gran importancia para el mantenimiento del monitoreo de la atmósfera en las ciudades de mayor importancia de El Salvador a través de sus redes de observación. Por otra parte, es conveniente fijar **acuerdos para el establecimiento de otros sistemas de observación** con las instituciones mencionadas, así como la prospección de posibles arreglos en la

instalación de **radares**, con **CEL** y con **Protección Civil** en alguna de estas áreas de gran interés económico social.

Asimismo, se considera fundamental la realización de gestiones con otros países centroamericanos, procurando **acuerdos regionales o subregionales** con ellos, de forma de posibilitar en forma conjunta la concreción de inversiones que resultan imprescindibles para su desarrollo, compartiendo costos de adquisición y mantenimiento, así como información y productos resultantes de las mismas.

En la implantación del proyecto se prevé **coordinar y complementar las actividades con aquellos proyectos que SNET tiene en ejecución.**

4.3. Riesgos y medidas de contingencias

Dentro del marco del proyecto se consideran los siguientes riesgos y se proponen medidas de contingencias que contribuyan a paliar los posibles impactos negativos que pudieran derivarse.

- La falta de arreglos con otras instituciones en materia de **intercambio de datos en tiempo casi real** que son necesarios para la consecución de los objetivos del proyecto, establecimiento de un servicio de alertas tempranas hidrometeorológicas, la consolidación de una base de datos de carácter nacional y mejorar la observación y detección del cambio climático, limitaría el alcance del mismo.

Las medidas de contingencia, si alguno de estos acuerdos no fuera posible, llevaría consigo la duplicidad de estaciones hasta cubrir todo el territorio por parte del SNET, lo que implicaría unos costes importantes y de difícil justificación. El subsistema de la base de datos nacional hidrometeorológica tendría que establecerse con aquellas entidades que pudieran aportar datos y beneficiarse de los servicios de la misma.

- Un acuerdo con **CEL**, con **Protección Civil** y con **CEPA** con alcance en el **establecimiento de sistemas de teledetección terrena** (radar y/o red de descargas eléctricas), o en estaciones de **radio sondeo**, tiene grandes beneficios para la eficacia del servicio de Alertas Tempranas de fenómenos hidrometeorológicos adversos pero también para la seguridad aérea. Sin embargo, el coste de los equipos y su puesta en operación puede ser limitante para la conclusión de este arreglo.

El acuerdo debe lograrse hasta el punto donde sea posible dentro del desarrollo de los sistemas. De otra manera sería conveniente negociar un proceso escalonado de ampliación de los sistemas de observación con beneficio mutuo para todas estas instituciones.

- Las **redes de comunicación** y los **equipos de cómputo** son requerimientos esenciales para el éxito del proyecto. Su puesta en marcha y la atención y mantenimiento de los equipos sin un aseguramiento completo, impediría disponer de datos en tiempo casi real necesarios para el éxito del proyecto.

La inversión de redes de comunicación y de equipos de cómputo deberá ser ajustada a la red de observación de una manera balanceada, para que quede ajustada la producción de datos con la asimilación de estos en los centros de cálculo y de análisis.

- La falta del **aseguramiento de la sostenibilidad** que supone el compromiso de las autoridades en el mantenimiento del objeto del proyecto, particularmente en materia presupuestaria (mantenimiento técnico de los sistemas y dotación suficiente para poder llevar a cabo la renovación y el ajuste de plantillas a las necesidades, para que el SNET pueda llevar a cabo los compromisos adquiridos con la consecución del proyecto), llevaría a un progresivo deterioro del sistema propuesto como objeto del proyecto.

El esfuerzo económico de innovación tecnológica e implantación de nuevos sistemas de observación implica el aseguramiento de la sostenibilidad de los sistemas en materia de mantenimiento y renovación. Las medidas de contingencia en relación a la sostenibilidad del sistema llevarían a considerar que la inversión a llevar a cabo debería estar asegurada en una valoración de alrededor del 10% del total de la inversión en equipos en los presupuestos de SNET en los años subsiguientes al periodo de garantía, de modo que la disponibilidad de financiamiento del mantenimiento deberá ser un factor limitante del monto total de la inversión, con el fin de no desplegar sistemas que no puedan ser atendidos.

- Una deficiente **formación profesional** del personal de SNET que debe adecuarse a los equipos, sistemas y técnicas nuevas ligadas al desarrollo del proyecto o la falta de disponibilidad de **recursos humanos** para atender las funciones comprometidas, restaría eficacia al sistema hasta el punto de poderlo llegar a ser inoperativo.

El SNET debe gestionar sus recursos humanos de manera que se asegure una correcta renovación del personal hasta dotarse de los medios necesarios para atender un servicio de 24 horas de vigilancia de las condiciones hidrometeorológicas del país, así como de proveerlo de la formación pertinente y entrenamiento en el uso de los sistemas.

4.4 Fecha de inicio prevista y duración del proyecto

Se estima que el **inicio del proyecto** sea en **julio de 2009**. La **duración** del mismo se estima en **48 meses**.

El cronograma tentativo de actividades se anexa en la sección 4.6.5.

4.5 Cobertura geográfica

La totalidad de la República de El Salvador.

4.6 Relación de Actividades y calendario tentativo de ejecución

4.6.1 Línea de Acción 1: Consolidación y Ampliación de las Redes

Líneas Generales	Actividades	Apoyo necesario
Consolidación de la Red de Observación	Análisis y propuestas para la puesta en operación de la red actual de estaciones meteorológicas automáticas (EMAs) del SNET.	<i>Actividad en estado de desarrollo por parte de SNET. En función de los resultados obtenidos será necesaria: Asistencia Técnica para validación datos de EMAs</i>
	Dotar a las 5 estaciones atendidas por personal del SNET de nuevas EMAs con telemetría	<i>Ninguno. A realizar por el SNET</i>
	Adquisición de repuestos de EMAs	Asistencia Técnica redacción especificaciones técnicas y evaluación de licitaciones.
	Elaboración Plan de Mantenimiento preventivo y correctivo. Elaboración de protocolos de mantenimiento preventivo y calibración	Asistencia Técnica elaboración protocolos mantenimiento y calibración
	Capacitación del personal del SNET para el mantenimiento preventivo y calibración EMAs	Curso de entrenamiento sobre mantenimiento preventivo y calibración sensores EMAs. <i>El SNET debe asegurar dotación de personal y medios materiales para el mantenimiento de equipos</i>
	Consolidación Laboratorio de Calibración.(Adquisición de equipos)	Asistencia Técnica diseño y redacción de especificaciones técnicas y evaluación de licitaciones. <i>El SNET debe asegurar dotación de personal y medios materiales</i>
	Formación básica a personal colaborador no perteneciente a SNET para mejorar calidad observaciones	Pasantía. (capacitación para realización de la actividad que será llevada a cabo por <i>Medios propios de SNET</i>)

Líneas Generales	Actividades	Apoyo necesario
Rediseño Red Terrena	Estudio de diseño que permita completar la red de EMAs	Asistencia Técnica diseño red de EMAs
	Adquisición e instalación de EMAs para la red	Ninguno. <i>Financiamiento propio de SNET o externo</i>
	Adaptación de la red de observación de CEPA	Asistencia Técnica proyecto automatización red de observación gestionada por CEPA
Redes de Medidas Hidrológicas	Mantenimiento, reposición de redes de medida hidrológicas	Asistencia Técnica redacción protocolos de mantenimiento y reposición de medidas hidrológicas
	Análisis / rediseño de las redes hidrológicas	Asistencia Técnica análisis y diseño de la red
	Inversión en redes hidrológicas y demás medios	Asistencia Técnica redacción especificaciones técnicas y evaluación de licitaciones.
Sistemas de Recepción de Satélites Meteorológicos	Adquisición e instalación de la estación receptora de satélites de orbita polar	Asistencia Técnica redacción especificaciones técnicas y evaluación de licitaciones.
	Adquisición e instalación de la estación receptora GOES	Asistencia Técnica redacción especificaciones técnicas y evaluación de licitaciones.
	Capacitación en Administración y Mantenimiento equipos recepción satelitales	Curso de entrenamiento en administración y mantenimiento recepción equipos satelitales
	Desarrollo de aplicaciones y productos derivados satelitales	Asistencia Técnica desarrollo aplicaciones y productos satelitales geoestacionarios y polares
	Capacitación en explotación de productos satelitales	Curso de entrenamiento entrenamiento uso productos satelitales
Sistemas de Teledetección	Diseño Red de detección de Rayos	Asistencia Técnica para diseño de la red de rayos

Líneas Generales	Actividades	Apoyo necesario
Terrena	Adquisición red de detección de Rayos	Asistencia Técnica para redacción especificaciones técnicas y evaluación de licitaciones
	Validación datos de la Red de detección de Rayos	Asistencia Técnica para validación red de rayos
	Elaboración de productos de la Red de detección de Rayos	Curso de entrenamiento /Taller para elaboración de productos.
	Capacitación en la explotación de datos de rayos	Curso de entrenamiento en la explotación de rayos

4.6.2 Línea de Acción 2: Fortalecimiento del Sistema de Telecomunicaciones

Líneas Generales	Actividades	Apoyo necesario
Sistema de Telecomunicaciones	Puesta en operatividad de la actual red de comunicaciones de las EMAs (SNET) vía satélite o radio	Asesoría Técnica para evaluación problemas en recepción de datos EMAs de las redes de SNET
	Diseño de un Sistema Nacional de Telecomunicaciones	Asesoría Técnica para diseño de SNT
	Adquisición e implementación de computadores, celulares y líneas para el Sistema Nacional de Telecomunicaciones	Asesoría Técnica especificaciones técnicas y evaluación de licitaciones
	Capacitación Sistema Nacional de Telecomunicaciones	Asesoría Técnica de formación profesional en Sistemas de Comunicación <i>El SNET debe asegurar dotación de personal necesaria</i>
	Diseño Centro Nacional GTS	Asesoría Técnica asesoría sistema de comunicaciones GTS

Líneas Generales	Actividades	Apoyo necesario
	Adquisición equipos y Software para Centro Nacional GTS	Asesoría Técnica redacción especificaciones técnicas y evaluación de licitaciones. Adquisición por parte de SNET
	Capacitación personal temas comunicaciones GTS del Centro Nacional GTS	Asesoría Técnica de formación profesional temas comunicaciones GTS <i>El SNET debe asegurar dotación de personal necesaria</i>

4.6.3 Línea de Acción 3: Desarrollo de Sistemas de Información

Líneas Generales	Actividades	Apoyo necesario
Consolidación del Subproceso de Predicción	Desarrollo de aplicaciones para el sistema integrado de visualización de datos, modelos, y sistemas teledetección	Asistencia Técnica desarrollo aplicaciones
	Equipamiento Subproceso de Predicción: duplicación de servidores y sistema de continuidad eléctrica propio	<i>Ninguno. A desarrollar por el SNET</i>
	Capacitación y aumento plantilla de pronosticadores y apoyo técnico al CPM	Asistencia Técnica formación profesional en técnicas de análisis y predicción. Formación de meteorólogos clase II Capacitación en técnicas EPS Asistencia Técnica desarrollo de aplicaciones a partir de EPS Asistencia Técnica desarrollo de productos a medio plazo a partir de EPS
Servicio de Alerta Temprana Hidrometeorológica	Estudios climatológicos para fijación de umbrales regionalizados	Pasantías
	Definición de niveles de alerta o escalas de riesgo	Pasantías
	Estudios de caracterización sinóptica	Pasantías
	Desarrollo de técnicas de estimación de la precipitación mediante satélites	Asistencia Técnica implementación y calibración del sistema Capacitación en explotación
	Diseño de un sistema de predicción hidrológica	Asistencia Técnica selección y diseño del sistema de predicción hidrológica
	Desarrollo e implementación de un sistema de predicción hidrológica	Asistencia Técnica desarrollo o adquisición de sistema de predicción hidrológica.

Líneas Generales	Actividades	Apoyo necesario
	Establecimiento de niveles de alerta por niveles de agua en ríos	Asistencia Técnica establecimiento niveles de alerta.
	Ampliación del alcance de la predicción hidrológica a medio plazo en coordinación con el Foro del Clima Centroamericano	Asistencia Técnica desarrollo de nuevos productos automatizados a corto plazo.
	Instalación de SIG e información útil para la hidrología	Capacitación SIG en aplic. hidrológicas Adquisición licencias SW Asistencia Técnica Diseño productos hidrológicos
	Capacitación en materia de técnicas climatológicas e hidrológicas y establecimiento de protocolos	Asistencia Técnica para formación profesional y establecimiento de protocolos
Desarrollo de información para adaptación a cambio climático	Ampliación del alcance de la predicción al medio plazo, en coordinación con el Foro del Clima Centroamericano	Colaboración con expertos FCC y CIIFEN
	Estudios variabilidad y cambio climático	Capacitación en modelos climáticos Asistencia Técnica implementación modelos climáticos y técnicas de downscaling. Pasantías. Capacitación en evaluación de impactos
	Generación y validación escenarios cambio climático	Capacitación en indicadores de cambio climático
	Uso GIS elaboración productos climatológicos e hidrológicos	Asistencia Técnica de experto
	Atlas climático de El Salvador	<i>Medios propios del SNET</i>
Base de Datos Meteorológica e Hidrológica	Desarrollo de la Base de Datos BDMH-El Salvador	Asistencia Técnica Desarrollo BD e integración Asistencia Técnica Soporte a usuarios
	Instalación inicial BD	Asistencia Técnica Instalación
	Capacitación en utilización y manejo	Asistencia Técnica Cursos de capacitación
	Conversión de datos de otras fuentes disponibles	Asistencia Técnica Conversión de datos

	Implantación sistema de concentración diaria de la información	A desarrollar por SNET, manejo interno.
	Digitalización archivo histórico faltante	A desarrollar por SNET, opción apoyo externo.
	Curso de capacitación en el área de base de datos	A desarrollar por SNET, opción apoyo externo

4.6.4 Línea de Acción 4: Fortalecimiento Institucional

Líneas Generales	Actividades	Apoyo necesario
Desarrollo de nuevos productos y servicios para los usuarios	Análisis demanda usuarios (sectores emergentes)	Pasantía (capacitación para realización de la actividad)
	Adaptación de la producción a la demanda usuarios	Asistencia Técnica diseño productos climatológicos por sectores (capacitación para realización de la actividad)
	Puesta en valor de estudios de SNET (comercialización)	<i>Medios propios del SNET</i>
	Revisión de precios adecuándolos al mercado	<i>Medios propios del SNET</i>
	Revisión contenidos Web institucional	<i>Medios propios del SNET</i>
	Elaboración de folletos divulgativos	<i>Medios propios del SNET</i>
	Protocolo gestión peticiones para registro peticiones	<i>Medios propios del SNET</i>
	Capacitación de licencias SIG y otros medios para elaboración productos climatológicos e hidrológicos	Asistencia Técnica en SIG (aplicaciones climatológicas)
Capacitación Profesional	Capacitación en Línea Acción 1. Redes observación	Asistencias Técnicas Pasantías

Líneas Generales	Actividades	Apoyo necesario
	Capacitación en Línea Acción 2. Telecomunicaciones	Asistencias Técnicas Pasantías
	Capacitación en Línea Acción 3. Sistemas de información	Asistencias Técnicas Pasantías
	Capacitación en línea Acción 4. Fortalecimiento Institucional	Asistencias Técnicas Pasantías

4.6.5 Cronograma de Actividades

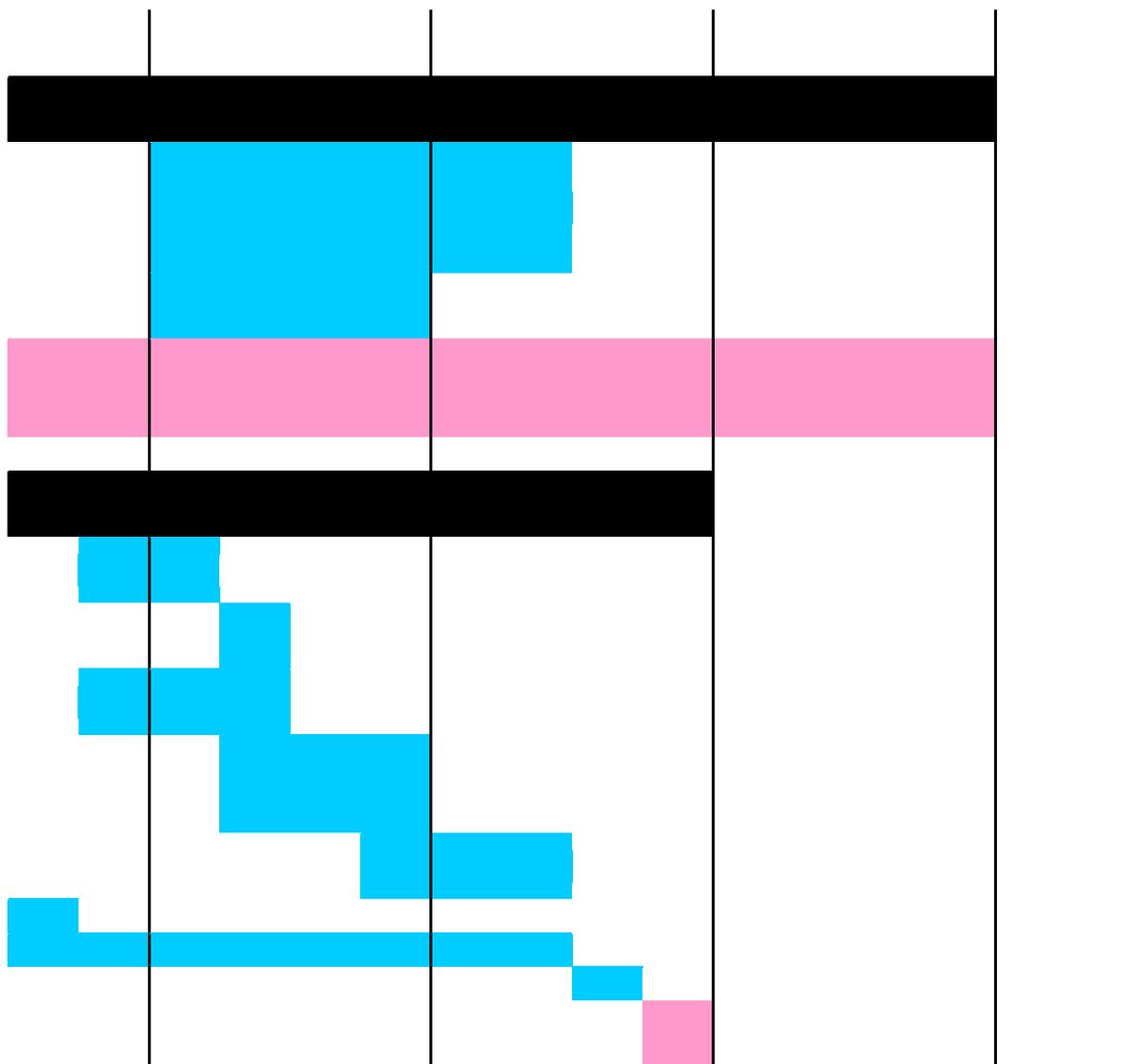
Id	Nombre de tarea	AÑO 1				AÑO 2				AÑO 3				AÑO 4				AÑO 5	
		1TR.	2TR.	3TR.	4TR.	1TR.	2 TR.	3TR	4TR	1TR.	2TR.	3TR.	4TR	1TR	2TR	3TR	4TR	1TR	2TR
1	Establecimiento Unidad Ejecutora para seguimiento del proyecto																		
2																			
3	REDES DE OBSERVACIÓN																		
4																			
5	Consolidación de la Red de Observación																		
6	Puesta en operación redes actuales																		
7	Adquisición de repuestos																		
8	Plan de mantenimiento y																		

	protocolos					
9	Capacitación Mantenimiento					
10	Adquisición de equipos Laboratorio Calibración					
11	Capacitación Laboratorio Calibración					
12						
13	Rediseño Red					
14	Diseño de red					
15	Adquisición de EMAs					
16						
17	Redes hidrológicas					
18	Puesta en operación redes actuales					
19	Análisis Redes hidrológicas					
20	Inversión redes hidrológicas					
21						
22	Sistemas de Recepción de Satélite					
23	Adquisición e instalación de la estación receptora de satélites de orbita polar					
24	Adquisición e instalación de la estación receptora GOES					
25	Capacitación en estaciones satelitales					
26	Desarrollo productos derivados					
27	Capacitación explotación productos					
28						

I d	Nombre de tarea	AÑO 1				AÑO 2				AÑO 3				AÑO 4				AÑO 5	
		1TR	2TR	3TR	4TR	1TR	2TR												
29	Sistemas de Teledetección Terrena																		
30	Diseño red rayos																		
31	Adquisición red rayos																		
32	Validación red rayos																		
33	Capacitación productos rayos																		
34																			
35	COMUNICACIONES																		
36																			
37	Sistema Telecomunicaciones																		
38	Recuperación operatividad en red EMAs y EHAs																		
39	Diseño Sistema Nacional Telecomunicaciones																		
40	Adquisición elementos para SNT																		
41	Capacitación SNT																		
42																			
43	Centro Nacional GTS																		
44	Diseño Centro Nacional GTS																		
45	Adquisición equipos y Software																		
46	Capacitación en Centro Nacional GTS																		
47																			

I d	Nombre de tarea	AÑO 1				AÑO 2				AÑO 3				AÑO 4				AÑO 5	
		1TR	2TR	3TR	4TR	1TR	2TR												

48	SISTEMAS DE INFORMACIÓN
49	
50	Consolidación Subproceso de Predicción
51	Desarrollo de aplicaciones para el sistema integrado de visualización de datos, modelos y sistemas teledetección
52	Equipamiento básico al Subproceso de Predicción
53	Capacitación y aumento plantilla de pronosticadores y apoyo técnico al CPM
54	
55	Servicio de Alerta Temprana Hidrometeorológica
56	Estudios climatológicos para fijación de umbrales regionalizados
57	Definición de niveles de alerta o escalas de riesgo
58	Estudios de caracterización sinóptica
59	Desarrollo de técnicas de estimación de la precipitación mediante satélites
60	Desarrollo del sistema de predicción hidrológica
61	Establecimiento de niveles de alerta
62	Desarrollo de niveles de alerta
63	Instalación de SIG
64	Capacitación y establecimiento de protocolos



65																				
66	Base de Datos Meteorológica e hidrológica																			
67	Desarrollo de sistema de manejo de la BDMH																			
68	Instalación inicial y curso de capacitación																			
69	Cursos de utilización y manejo																			
70	Soporte técnico a los usuarios																			
71	Conversión de datos de otras fuentes disponibles (AT)																			
72	Implantación de un sistema de concentración diaria de la información																			
73	Adquisición de equipo de cómputo complementario																			
74	Adquisición de equipo de telecomunicaciones y servicios asociados. Puesta en operación																			

I d	Nombre de tarea	AÑO 1				AÑO 2				AÑO 3				AÑO 4				AÑO 5		
		1TR	2TR	3TR	4TR	1TR	2TR													
75	Desarrollo de información para adaptación a cambio climático																			
76	Estudios variabilidad y cambio climático																			
77	Generación y validación escenarios cambio climático																			
78	Uso de GIS en elaboración de productos climatológicos e																			

	hidrológicos							
79	Capacitación							
80								
81	Fortalecimiento Institucional							
82								
83								
84	Desarrollo de nuevos productos y servicios para los usuarios							
85	Apoyo para establecimiento de alianzas estratégicas con otras instituciones							
86	Análisis demanda							
87	Adaptación de la producción a la demanda							
88	Puesta en valor de estudios de SNET							
89	Revisión de precios							
90	Revisión contenidos Web							
91	Elaboración de folletos divulgativos							
92	Protocolo gestión/registro peticiones							
93	Capacitación de licencias SIG y otros medios para elaboración productos climatológicos e hidrológico							
94								
95	Capacitación Profesional							
96	Capacitación y pasantías incluidas en las líneas de acción técnicas							
97	Formación de profesionales y técnicos en meteorología, hidrología y clima							

5. BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS DEL PROYECTO

Los beneficios sociales de un proyecto como el propuesto se ponen de manifiesto identificando el tipo y severidad de los fenómenos meteorológicos adversos y sus consecuencias sobre las actividades productivas y sociales del país, afectando la calidad de vida de la población, especialmente de los sectores de menores recursos y más desprotegidos.

Muchas de las actividades que mueven a los diferentes sectores productivos y sociales de El Salvador, resultan sensibles a las condiciones del tiempo, al igual que algunas de ellas ejercen también una influencia sustancial sobre la atmósfera. Los fenómenos meteorológicos severos: sequías, inundaciones, tormentas eléctricas, disminuyen los rendimientos agrícolas, originan pérdidas en vidas humanas y bienes, crean déficit energético, interrumpen las telecomunicaciones, ocasionan cortes de energía, etc. Las actividades económicas y sociales se postergan o no se realizan. Todo lo anterior da lugar a inestabilidad en la comercialización, produciendo anualmente cuantiosas pérdidas económicas.

Los principales fenómenos meteorológicos que afectan a El Salvador son:

- Lluvias intensas producidas por ondas del este, huracanes, frentes fríos, bajas en superficie y altura, interacción de la ITC con la orografía local e interacción del flujo con la orografía.
- El fenómeno de El Niño produce una disminución de los valores promedio de la precipitación en la vertiente del Pacífico y un aumento en la Vertiente del Caribe. Además se ha notado una disminución de la ocurrencia de huracanes en la cuenca del Caribe durante los años de El Niño. Durante los años de La Niña el efecto es inverso.

En los últimos años, El Salvador ha sido víctima de desastres de gran magnitud como lo fue el impacto del Huracán Mitch en 1998 y los terremotos del 2001, con miles de muertos, destrucción y pérdidas económicas directas e indirectas. Las primeras, asociadas con eventos severos en los últimos 20 años han significado cerca de US\$200 millones por año, mientras que las pérdidas indirectas se reflejan en la paralización de los flujos económicos, los desajustes en la balanza comercial, los incrementos en el gasto público, los gastos directos de atención de las emergencias y el costo de oportunidad que significa invertir en reconstrucción a cambio de más desarrollo –entre otras cosas-.

Pero además, se pueden mencionar algunos de los efectos sociales que aún no ha sido posible medir en términos monetarios, como lo son la pérdida temporal o permanente del empleo, los problemas de salud, la disminución en la productividad del trabajo y de la productividad de la tierra, la migración, las alteraciones en el mercado inmobiliario, así como los efectos sobre el ambiente y la afectación de la base social local, entre otros.

Claramente el país no debe ni puede soportar ese continuo proceso de erosión de los acervos tan importantes de infraestructura, recursos productivos, humanos y ambientales, ni dejar de tomar en cuenta el contexto del riesgo.

Al tener estos fenómenos una gran influencia sobre los sectores económicos del país, es destacable la posibilidad de que una parte considerable de estos daños podría mitigarse si se dispusieran de los medios adecuados de prevención y aviso de fenómenos adversos.

Con dicho propósito, debe considerarse por un lado, la información disponible con relación a la identificación de los principales fenómenos meteorológicos adversos, en distintos sectores identificados y a la incidencia de los factores climáticos en los mismos. Por otro lado, **es conveniente proceder a realizar una valoración económica del beneficio de disponer de información meteorológica y del correspondiente asesoramiento meteorológico, así como de la estimación de costos de inversión y explotación de sistemas meteorológicos, disponiendo finalmente de un análisis costo-beneficio.**

Complementariamente, deberá realizarse un análisis de aquellos beneficios indirectos no considerados y los efectos futuros positivos y negativos del proyecto. Los costos de inversión, operación, mantenimiento y administración estimados para el proyecto en El Salvador, deberán ser afectados por factores de conversión de precios de mercado a precios sociales, a fin de estimar el verdadero costo para el país. La proyección de los beneficios brutos generados (pérdidas evitadas) y de los costos económicos del proyecto nos permitirá estimar el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno del mismo, con lo que se evaluará su factibilidad económica para el país.

Los fenómenos meteorológicos adversos anualmente causan severos daños a la economía salvadoreña, frenando su progreso y esterilizando gran parte de los esfuerzos que hacen sus ciudadanos. Por ello, y dada la magnitud de las pérdidas y su negativo impacto en gruesos sectores de la población, toda mejora e inversión para contar con información confiable y oportuna sobre la ocurrencia y magnitud de los fenómenos meteorológicos y los cambios climáticos en El Salvador será de enorme importancia para el país, lo que justifica plenamente la ejecución del proyecto, ya que cada año las pérdidas inferidas por estos fenómenos adversos acrecientan las limitaciones de los sectores más humildes de la sociedad.

La conveniencia del Proyecto se justifica a través de la existencia de beneficios directos e indirectos en los usuarios de estos servicios. Estos usuarios son: transporte aéreo, marítimo y terrestre; generación de energía eléctrica; agricultura y ganadería; pesca, industria manufacturera, sector hídrico; comercio; turismo; servicios esenciales, otros. Los beneficios identificables en estos usuarios corresponden al ahorro de costos y aumento de productividad que se lograría al contar con una mayor y mejor calidad de información hidrometeorológica que permita una toma de decisión más eficiente y eficaz relativa a la asignación de recursos involucrados en las acciones y actividades de cada uno de los beneficiarios sectoriales antes identificados. Si bien el Proyecto puede asegurar sólo la disponibilidad de esta mejor y más completa información, es esperable que en el mediano y largo plazo se concreten las medidas y acciones para que ésta sea efectivamente utilizada por los usuarios y se concreten los beneficios mencionados.

Por lo expuesto, **se considera que existe margen para que el gobierno de El Salvador pueda destinar más recursos al SNET para su fortalecimiento y desarrollo.** En función de esto, se entiende que en la medida que se empiece a aplicar el Proyecto propuesto, se deberá ir acompasando con una **dotación más adecuada de recursos**, la que será determinada en relación al avance del mismo y para asegurar su adecuado funcionamiento y **sostenibilidad, asegurando una autonomía de funcionamiento de entre 8 y 10 años, de modo de justificar la inversión a realizar.** Asimismo, **se exigirá a los proveedores, en el mismo sentido anterior, una garantía extendida por un período razonable de tiempo, así como la dotación de un stock de repuestos adecuado, en función de la inversión realizada, para asegurar su sostenibilidad.** Los argumentos dados en todo este informe y, en particular en este punto 5, son claros y contundentes sobre la necesidad

y conveniencia de invertir en estas actividades, con una relación costo/beneficio netamente favorable.

Presupuesto del SNET.

Actualmente el gobierno financia la mayor parte de los presupuestos con el tesoro público, sin embargo el SNET registra ingresos menores de otras fuentes por el uso de datos y servicios, que podrían aumentar con la puesta en marcha de las actividades del Proyecto propuesto, a través de convenios con esas instituciones y organismos receptores de los servicios de información hidrometeorológica.

Con relación al presupuesto del SNET se pueden aportar los siguientes comentarios:

- Con el terremoto de 2001 y con los antecedentes del Mitch del 98, se generó la necesidad de crear una unidad como el SNET. En junio del 97 se creó el Ministerio de Medio Ambiente y se fue generando el interés en crear el SNET, lo que se concretó a partir de los sucesos anteriores, en particular del terremoto de 2001. Para su creación e instalación se aprobó una partida de US\$ 179.013 para el año 2001, con destino a consultorías y se le dio un plazo de 290 días para determinar su estructura independiente. En julio de 2002, se trasladaron desde el Ministerio de Agricultura y Ganadería al SNET, las Direcciones de Meteorología e Hidrología.
- Se presenta a continuación un cuadro con la evolución de los asignaciones presupuestales de recursos al SNET desde el momento de su creación en 2001, del que se realizan comentarios a continuación del mismo:

Cuadro de asignaciones aprobadas a SNET - 2001 - 2006 -

No.	Rubro Presupuestario	Año 2001	Año 2002	Año 2003	Año 2004	Año 2005	Año 2006	TOTAL
1	051 - Remuneraciones	\$102.453,29	\$1.150.604,37	\$1.536.098,56	\$1.585.622,64	\$1.572.886,93	\$1.587.236,32	\$7.534.902,11
2	054 - Bienes y Servicios	\$39.230,57	\$291.862,75	\$242.866,44	\$172.632,36	\$181.418,07	\$166.568,68	\$1.094.578,87
3	055 - Gastos Financieros y Otros	\$4.358,96	\$8.527,93	\$7.600,00	\$5.950,00	\$5.700,00	\$1.400,00	\$33.536,89
4	056 - Transferencias Corrientes	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$9.000,00	\$9.000,00
5	061 - Inversiones en Activos Fijos	\$32.971,02	\$220.811,95	\$32.200,00	\$0,00	\$4.200,00	\$0,00	\$290.182,97
TOTAL ASIGNACIONES PRESUPUESTARIAS		\$179.013,84	\$1.671.807,00	\$1.818.765,00	\$1.764.205,00	\$1.764.205,00	\$1.764.205,00	\$8.962.200,84

CUADRO DETALLE DE ASIGNACION PRESUPUESTARIA 2007 Y REFUERZO ASIGNADO - ASIGNACION 2008

RUBROS	DESCRIPCION	ASIGNACION 2007	REF. SOLICITADO	TOTAL 2007	Asignación 2008
51	REMUNERACIONES	\$1.626.805.00	\$169.069.00	\$1,795.874.00	\$1,681,985.00
54	BIENES Y SERVICIOS	\$123.000.00	\$196.216.00	\$319,216.00	\$69,300.00
55	GASTOS FINANCIEROS	\$5.400.00	\$2,685.00	\$8,085.00	\$3,000.00
56	TRANSFERENCIAS CORRIENTES	\$9.000,00	\$36,000.00	\$45,000.00	\$9,000.00
61	INVERSION EN ACTIVOS FIJOS	\$0,00	\$436,473.00	\$436,473.00	\$22,910.00
TOTALES		\$1.764.205,00	\$840,443.00	\$2,604,648.00	\$1,786,195.00

- Las asignaciones presupuestales anuales, en US\$, totales fueron las siguientes:

2001	179.014
2002	1.671.807
2003	1.818.765
2004	1.764.205
2005	1.764.205
2006	1.764.205
2007	2.604.648
2008	1.786.195

En el año 2002 se aprobó el primer presupuesto importante para el funcionamiento efectivo del SNET, situándose el mismo en US\$ 1.671.807, pero en realidad fue solo de US\$ 1.500.000 y el resto fue transferido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

La asignación del Rubro 054 Bienes y Servicios (que incluye el concepto de mantenimiento) se utilizó en compra de materiales y en modificar la estructura del edificio para adaptarlo a la función a cumplir por la nueva institución creada. En el 2003, el presupuesto subió a US\$ 1.818.765 y se proyectó una evolución del SNET con un crecimiento en los próximos 5 años, con presupuestos cada vez mayores. Pero, en cambio, la situación no fue la prevista, los presupuestos del 2004 al 2006 son de montos idénticos, US\$ 1.764.205, presentando una disminución con relación al 2003. En vez de aumentar como se había proyectado, se rebajan y se piden, por lo tanto, refuerzos desde el 2003 en adelante. Únicamente el actual Ministro aprobó un refuerzo de US\$ 840.443 para el año 2007 para inversión en activo fijo, compras de equipo y pago de plantillas de funcionarios, etc., de un total de US\$ 1.500.000 que se le había solicitado.

- Desde 2008 el presupuesto lo maneja la Unidad Financiera Institucional, a nivel del MARN, delegada por el Ministerio de Hacienda, con lo cual se pierde independencia, autonomía de ejecución y, como consecuencia de ello, posibilidades de actuación y de gestión. Los gastos se realizan contra documento, en función del PEP (Programa de Ejecución Presupuestal)
- Las inversiones tuvieron el siguiente destino en los distintos años:
 - 2001: muebles
 - 2002: infraestructura
 - 2003: herramientas, equipos menores.
 - 2004 a 2006: nada
 - 2007: refuerzo de US\$ 436.473 en inversiones de un refuerzo total de US\$ 840.443 que es el 47.64 % del presupuesto asignado de US\$ 1.764.205, que se destina a los siguientes fines:
 - 20 % a remuneraciones de personal (rubro 51)
 - 23 % a bienes y servicios. (rubro 54)
 - 52 % a inversiones en activo fijo (rubro 61)
 - 5 % a otros fines.
- La Ley de Presupuesto para el ejercicio financiero fiscal 2008 de la República de El Salvador aprueba un total de recursos de US\$ 3.342.734.350, mientras que las asignaciones presupuestales para el ejercicio 2008 correspondientes al SNET ascienden a US\$ 1.786.195.

- De lo expuesto surge la **imperiosa necesidad de destinar un aporte de fondos mayor por parte del país al SNET** para poder atender los requerimientos financieros de su nueva estructura y funcionamiento con lo que, gradualmente, se volcarán mayores recursos a estas actividades para asegurar la sostenibilidad y óptimo resultado de las inversiones realizadas. Dada la inmaterialidad del presupuesto del SNET en relación al Presupuesto General del país, esta necesidad de destinar mayores recursos al área meteorológica va a significar una adecuación de las asignaciones que El Salvador realiza al sector, conforme a las nuevas necesidades que impone un servicio moderno y fortalecido, con la capacidad de respuesta necesaria para disponer de un servicio de alerta temprana para la prevención de los desastres, con todo lo que ello implica de mejora y actualización en todas las áreas de trabajo del SNET y de otras instituciones relacionadas, las que también se verán beneficiadas directa e indirectamente. En consecuencia, dicha adecuación presupuestal no tendrá, prácticamente, ninguna significación en la afectación de fondos del Presupuesto General del país, dada como se demostró su imperceptible incidencia en el mismo, pero repercutirá en forma por demás favorable en una mejora sustantiva del funcionamiento del SNET y de las instituciones relacionadas, acorde a las necesidades actuales del país.

6. COSTOS ESTIMADOS

6.1 Criterios utilizados para evaluar las asistencias técnicas y las pasantías y estimación de sus costos y de los equipos a adquirir.

a. Criterios para valoración de pasantías y asistencias técnicas y estimación de sus costos.

- **Formación Profesional**, con el objetivo de dotar de los conocimientos teóricos y prácticos básicos necesarios al personal dedicado a predicción, sistemas de comunicaciones, mantenimiento de sistemas de observación y calibración y sistemas informáticos.
Dentro de la línea de fortalecimiento institucional, se propone formación a Profesionales y Técnicos en las áreas anteriores.
- **Pasantías**, cuyo costo se estima con relación a los fondos asignados para las realizadas por la AEMET de España todos los años, con una duración de dos meses, fijándose el mismo en **US\$ 6.500**. Dentro de la línea de fortalecimiento institucional, se proponen pasantías orientadas a cubrir las necesidades del proyecto, de distinta duración.
- **Cursos de entrenamiento locales**, con el apoyo de expertos internacionales de otros servicios meteorológicos de la región o de consultores de la OMM o de la AEMET de España.
- **Asistencias técnicas**, se consideran de distintos plazos, estimándose el costo mensual tomando como base tres elementos y utilizando el promedio de las tres asignaciones resultantes, según la AT sea realizada por: un consultor externo internacional, un consultor externo local, o un consultor de la AEMET. De esta forma, se determina un valor de **US\$ 16.000 mensuales**, por todo concepto, que es el que se utiliza para la estimación de los costos. Este, se puede reducir, en algunos casos de contratos por AT, considerando la residencia en el país solo por periodos cortos para toma de datos y definición de objetivos en cada periodo y, luego, para entregar los trabajos y la puesta en operación.

b. Valores estimados de equipos a adquirir:Equipos meteorológicos:

- Sistema de estaciones meteorológicas automáticas: una estación instalada se cotiza en **US\$ 25.000**, ajustándose en algunos casos en función de la utilización ya sea de sensores de especial calidad o de sensores comunes.
- Equipo detector de descargas eléctricas con 4 sensores, incluyendo procesador central, software, distribución y archivos: **US\$ 750.000**
- Estación receptora de satélites de órbita polar: **US\$ 100.000**
- Estación receptora Goes: **US\$ 50.000**
- Estación de radiosondeo con consumibles para tres años (un lanzamiento diario): **US\$ 400.000**

Equipos relacionados con la base de datos:

- Adquisición de equipo de cómputo complementario
- Adquisición de equipo de telecomunicaciones y servicios asociados. Puesta en operación

6.2 Costo total de las inversiones a realizar

En base a las consideraciones del punto anterior, se presenta a continuación un cuadro en el que se muestran los costos totales del proyecto, en sus distintas componentes.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	TOTAL
Equipos hidrometeorológicos					
Red de estaciones hidrometeorológicas automáticas	525.000	715.000			1.240.000
Receptor imágenes satelitales y estación Goes	150.000				150.000
Estación de radiosondeo con fungibles por 3 años		240.000	80.000	80.000	400.000
Red de descargas eléctricas con 4 sensores		150.000	600.000		750.000
Equipamiento SNT, GTS y subproceso predicción.	32.000	35.000			67.000
2 radares para cuencas pequeñas.			400.000		400.000
Subtotal Equipos hidrometeorológicos	707.000	1.140.000	1.100.000	80.000	3.007.000
Equipos base de datos y comunicaciones asociadas					
Equipos de cómputo	69.600	57.600	48.200		175.400
Subtotal de Equipos base de datos	69.600	57.600	48.200		175.400
Subtotal adquisición de equipos	776.600	1.197.600	1.128.200	80.000	3.182.400

Fortalecimiento institucional y capacitación					
Asistencia técnica, cursos de formación, capacitación y pasantías en hidrometeorología	160.750	178.250	96.250	82.250	517.500
Ampliación de la capacidad de la base de datos y curso de capacitación	56.000	34.000	34.000		124.000
Subtotal Fortalecimiento institucional y capacitación	216.750	212.250	130.250	82.250	641.500
Subtotal	984.750	1.445.250	1.316.250	162.250	3.908.500
Imprevistos (5%)	49.238	72.263	65.812	8.113	195.425
Inversión total	1.033.988	1.517.513	1.382.062	170.363	4.103.925
Costos Recurrentes operación y mantenimiento de equipos		77.660	189.420	242.240	491.320
Costos de personal y Unidad Ejecutora	69.000	79.000	114.000	90.000	352.000
Gran Total	1.102.988	1.674.173	1.685.482	502.603	4.965.245

La anterior tabla de costos se presenta a continuación por totales, por año y por línea de acción o componente:

L. ACCION	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	TOTALES
LA 1 REDES OBSERV. IF	675.000	1.105.000	1.080.000	80.000	2.940.000
Capacitación	70.000	60.000	36.000	36.000	202.000
SUBT. LA 1	745.000	1.165.000	1.116.000	116.000	3.142.000
LA 2 SIST. COMUNIC. IF	22.000	23.000			45.000
Capacitación	21.000	18.000			39.000
SUBT. LA 2	43.000	41.000			84.000
LA 3 – OP. HIDROMET. IF	10.000	12.000			22.000
Capacitación	54.250	60.250	47.250	42.250	204.000
Subtotal	64.250	72.250	47.250	42.250	226.000
LA 3 – BD. IF	69.600	57.600	48.200		175.400
Capacitación	56.000	34.000	34.000		124.000
Subtotal	125.600	91.600	82.200		299.400
SUBT. LA 3	189.850	163.850	129.450	42.250	525.400
LA 4 FORT. INSTITUC. Cap.	15.500	40.000	13.000	4.000	72.500
SUBT LA 4	15.500	40.000	13.000	4.000	72.500
TOTALES	993.350	1.409.850	1.258.450	162.250	3.823.900

La **inversión total a realizar en un periodo de cuatro años** sería de **US\$ 4.965.245**, incluyendo los aportes que debería hacer el SNET, a través de apoyos locales, para asegurar el buen funcionamiento del proyecto y **asegurar su sostenibilidad** en el medio y largo plazo.

La inversión total a realizar en una opción inicial sería de US\$ 2.553.925, excluyendo en la misma equipamientos que si bien se consideran necesarios para una ejecución plena del proyecto, dado su elevado costo, se atenderán en la medida que se encuentren los financiamientos correspondientes y en la medida que el país pueda asegurar su sostenibilidad y la asignación del personal requerido. No se consideran, en esta primera etapa, las adquisiciones de un equipo receptor de descargas eléctricas, de una estación de radiosondeo con consumibles por tres años y de dos radares para pequeñas cuencas, lo que implica una inversión menor a la que se muestra anteriormente en el cuadro de costos, que es la inversión total de US\$ 1.550.000. A dichos equipos sería conveniente acceder mediante acuerdos regionales. Se mantienen para esta primera etapa, la puesta a punto de la red convencional y automática, en especial la dotada con telemetría, el establecimiento de una red de comunicaciones fiable y eficaz y la dotación de un stock de repuestos inexistente, así como la creación de una Base de Datos global de toda la información generada por el SNET en sus diferentes Gerencias y las actividades de fortalecimiento institucional previstas relacionadas con ello, considerando que el personal se vaya capacitando en los equipamientos que se vayan adquiriendo.

En la opción óptima, la inversión a realizar, que incluiría los equipamientos anteriores, sería del orden de US\$ 4.965.245, contemplando en la misma la totalidad de las acciones previstas en el proyecto.

De cualquier forma, aunque no se logren inicialmente los financiamientos requeridos, es posible ir realizando acciones de acuerdo a los lineamientos del proyecto, las que podrán luego reforzarse con los financiamientos disponibles. La condición que se requiere para ir avanzando en el sentido indicado, es disponer del personal requerido para las nuevas actividades a desarrollar, para lo cual **es imprescindible proceder al llenado de las vacantes que se vayan produciendo**, así como, en la medida que se puedan ir incorporando los nuevos equipamientos, aumentar la plantilla conforme a las necesidades adicionales resultantes

Se agregan en los Anexos, el punto 8.6.1. que contiene la planilla con el detalle de los cálculos de costos de las distintas componentes del proyecto, en las líneas de acción consideradas y el punto 8.6.2 con la correspondiente a los costos de la inversión física de la base de datos.

6.3 Financiamiento de las líneas de acción previstas

Las actividades y acciones previstas se buscarán **financiar** de la siguiente forma:

- Adquisición de equipos, mediante:
 - ❖ Obtención de financiamiento no reembolsable a través de la cooperación internacional
 - ❖ Cooperación bilateral mediante acuerdos directos entre las partes
 - ❖ Recursos propios del país, en carácter de contraparte local.

- Actividades de fortalecimiento institucional y capacitación (AT y pasantías), se realizarán a través y con la cooperación de la OMM, de la AEMET de España así como de otras instituciones internacionales relacionadas con la meteorología y la hidrología
- La inversión requerida justificará un estudio y análisis profundo de las posibles fuentes de financiamiento, relacionado con las opciones anteriores. Del mismo se espera obtener una relación de diversos recursos, principalmente no reembolsables, que atenderán, parcial o totalmente, las distintas inversiones a realizar, completándose el financiamiento con la menor cantidad posible de recursos del país, en concepto de contraparte local.

En las actividades que se desarrollaron por los consultores durante la misión a El Salvador, se mantuvieron diversas entrevistas con las autoridades de diversas instituciones de financiamiento a efectos de ir identificando la disponibilidad de los recursos requeridos y evaluando las gestiones a realizar para su obtención.

Se advierte ambiente propicio para lograr la ejecución del proyecto, mediante la celebración de acuerdos entre las instituciones mencionadas dentro del país, considerándose también que es factible de lograr acuerdos regionales o subregionales, para lo cual es fundamental la intervención y apoyo de organismos regionales, tales como el SICA, el CRRH, CEPREDENAC y otros.

Se encontró muy buena acogida para el proyecto a nivel de las instituciones y agencias de financiamiento, destacándose el interés manifestado por JICA, agencia con la que se ha estado negociando, posteriormente, por parte del SNET, la ejecución total del proyecto.

Se considera oportuno que próximamente, una vez presentado el proyecto, o en ese mismo acto si se resuelve hacer una reunión conjunta de donantes para su presentación, se hagan también gestiones concretas ante AECID y otras instituciones españolas, la Embajada de la República China (Taiwán), así como otras instituciones que puedan apoyar el proyecto.

7. PERSONAL ENTREVISTADO Y DOCUMENTACIÓN RECIBIDA

7.1 Entrevistas realizadas.

Hubo diversas reuniones de trabajo del jueves 15 al martes 20 de mayo de 2008. Se inició el jueves 15 con una reunión general con la Directora General del SNET y los gerentes de áreas y después se continuó con reuniones específicas con las diferentes áreas. Se tuvieron además reuniones con otras dependencias, principalmente usuarios. Todas las entrevistas en que estuvo presente este consultor se realizaron dentro de las instalaciones del SNET.

SNET, reunión general. 2008/05/15.

Estuvieron presentes:

- **Elda Guadalupe Vásquez de Godoy**, Directora General del SNET,
- **Luis Alberto García**, Gerente del Servicio Meteorológico,
- **Ana Deisy López**, Gerente del Servicio Hidrológico,

- **Ernesto Durán**, Gerente del Servicio de Estudios Territoriales y Gestión de Riesgos,
- **Violeta Lardé de Rodríguez**, Directora de Cooperación Internacional del MARN,
- **Mario Giovanni Molina Masferrer**, Jefe del Sistema de Referencia Territorial (procesamiento de datos y desarrollo de aplicaciones),
- **Edwin Santiago Escobar**, Jefe de la Unidad de Ingeniería, Observación y Monitoreo,
- **Ángel Luis Aldana Valverde**, CEDEX-España, Consultor en Hidrología, OMM.
- **Manuel Bañón**, AEMET-España, Consultor Meteorología, OMM,
- **Raúl Michelini**, Coordinador Proyecto CLIBER, OMM.
- **Carlos Cervantes**, Consultor en Base de Datos, OMM,

2008/05/15. **Sistema de Referencia Territorial. Procesamiento de datos y desarrollo de aplicaciones.**

- Mario Giovanni Molina Masferrer
- Eliseo Martínez.

2008/05/15. **Centro de Pronóstico Hidrológico.**

- Roberto Cerón
- Víctor Valle Gutiérrez

2008/05/15. **Mantenimiento.**

- Edwin Santiago Escobar,
- Raúl Michelini,
- Ángel Luis Aldana,
- Manuel Bañón,
- Carlos Cervantes.

2008/05/16. **Usuarios e instituciones relacionadas.**

- Ernesto Allende, Planificación del Ministerio de Agricultura,
- Carlos Araujo, Ministerio de Agricultura
- Luis García, Gerente del Servicio de Meteorología, SNET.
- Ángel Luis Aldana, CEDEX, OMM.
- Manuel Bañón, AEMET, OMM.
- Raúl Michelini, OMM.
- Carlos Cervantes, OMM.

2008/05/16. **Hidrología**

- Mirena Celina Mena de Alonzo, Jefa de Información y Estudios Especiales.
- Víctor Calero.
- Luis Chipagua.

2008/05/16. **Usuarios e instituciones relacionadas.**

- Rodolfo Cáceres, CEL, Director de Producción.
- Ana Deisy López Ramos, Gerente del Servicio de Hidrología, SNET.
- Ángel Luis Aldana, CEDEX, OMM.

- Manuel Bañón, AEMET, OMM.
- Raúl Michelini, OMM.
- Carlos Cervantes, OMM.

2008/05/19. **Usuarios e instituciones relacionadas.**

- Salvador Handal Candray, LAGEO.
- Luis García, Gerente del Servicio de Meteorología, SNET.
- Ángel Luis Aldana, CEDEX, OMM.
- Manuel Bañón, AEMET, OMM.
- Raúl Michelini, OMM.
- Carlos Cervantes, OMM.

2008/05/19. **Climatología.**

- Ricardo Zimmermann Mejía, Jefe del Centro de Climatología, Redes y Agrometeorología.
- Pablo Ernesto Ayala.

2008/05/20. **Meteorología.**

- Lorena Soriano de Cruz, Jefa del Centro de Pronóstico Meteorológico
- Carlos Pérez

Otras reuniones desarrolladas durante la misión por parte de los consultores:

- **Dirección General de Protección Civil**

Subdirector General: Raúl Murillo

Área Operativa: Técnicos Alejandro Palma y César Marroquín.

Consultora de Cepredenac: Yohanna Torres Iglesias

- **Ministerio de Agricultura y Ganadería. (MAG)**

Jefe de la Oficina de Planificación del MAG: Ernesto Ayén

Oficina de Planificación: Carlos Araújo.

- **Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (CEPA).- 23 de mayo de 2008**

Jefe de meteorología aeronáutica de CEPA

- **Agencia Española de Cooperación Internacional y Desarrollo (AECID).**

Adjunto al Coordinador General: Rafael H. García Fernández.

- **Embajada de la República de China (Taiwán).**

Consejero: Alexander Yui

- **FAO**

Director del Proyecto de Rehabilitación Productiva: Jaime Tobar
Director de Recursos Naturales: Saúl Carrillo

- **Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA)**

Oficial de Programa: Orlando Hidalgo Buitrago
Representante residente adjunto: Minoru Kobayashi.

- **OEA.**

Representante para El Salvador: Rogelio Sotela

- **PNUD**

Oficial de Programa Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible: Carolina Dreikorn.

- **MARN.**

Jefe de la División Logística: Licenciado Oscar Quintilla. (Temas presupuestales).

7.2 Información y documentación recibida.

De parte de Raúl Michelini, coordinador de la misión.

- "TDR EL SALVADOR.doc". Términos de Referencia para la misión.
- INSTITUCIONES Y AUTORIDADES ENTREVISTADAS EN LA MISION DE IDENTIFICACIÓN EL SALVADOR.doc.
- EL SALVADOR PRINCIPALES CONCLUSIONES.doc.
- DOCUMENTO Misión de Ident.L EL SALVADOR.doc.
- DATOS VARIOS CENTROAMERICA.doc.
- Acuerdo 129 DG SNET y Oceanografía .pdf.
- AGENDA REUNION MISION OMM CLIBER SNET 7 Y 8 ABRIL 2008.doc.
- Clima_Iberoamericano_Nov_2003-2008 OBS SNET.doc.
- Cuadro Cooperacion TEC CLIBER OMM OBS SNET.doc.
- decreto No. 96 creacion SNET diario oficial.pdf.
- Diseño basico SNET.doc.
- Encuesta CLIBER SH SM OBS SNET.doc.
- ENCUESTA LLENA SNET DIRS IBEROAMERICANOS.doc.
- Organigramas Dir Acuerdo No.129 06 dic 2007.doc.
- SNET. Centros-Excelencia_6-5.doc.
- SNET. INFORME MISION pdi.doc.
- SNET. Manual Organización versión enero de 2008 para Hugo Jovel.doc.
- SNET. Marco conceptual Lavell.doc.
- SNET. PDI.doc.
- SNET. Sistematización_borrador-20-4.doc.
- RESSAL.DOC.
- PRESENTACIÓN GENERAL.ppt.
- PRESENTACION EL SALVADOR.ppt.
- Datos económicos de países de A. Central.ppt.
- Proyecto Clima Iberoamericano abril de 2008. Dirección y Gerencias SNET.ppt.
- Presentación El Salvador. Ultima.ppt.
- Diagnóstico SNET Gloria Aída.doc.

De parte del SNET.

- Documento: *Procedimientos del Servicio Hidrológico Nacional. Capítulo 2 Área de Información*. Ing. Celina Mena. Incluye Anexo 1 (hoja de aforo), Anexo 2 (Formato de Archivos provenientes de estaciones automáticas y telemétricas), Anexo 3 (Formato de estaciones automáticas ya pasado a Excel), Anexo 4 (Hoja de Cálculo de concentración de sedimentos), Anexo 5 (Formato de archivos de aforos secundarios), Anexo 6 (Formato de análisis fisicoquímicos), Anexo 7 (Formatos Archivo Resumen de caudales mínimos, máximos, promedios, aforos), Anexo 8 (Formato archivos de PCD de estaciones automáticas), Anexo 9 (Archivos históricos de caudales de estaciones automáticas y convencionales), Anexo 12 (Formato de parámetros de calidad del agua) y Anexo 14 (Formato de Niveles de pozos),
- Documento: *Matriz PAO Año 2008*. Ing. Roberto Zimmermann. Cálculos de volúmenes de información manejados en CIAGRO.
- *decadas no digitadas _digitadas.xls*. Ing. Roberto Zimmermann. Determinación de volúmenes de documentos de registro de estaciones climatológicas pendientes de captura.
- *Mapa con ubicación de propuesta de automatización de estaciones de aeropuertos y otras meteorológicas*.

8. ANEXOS

8.1 Diagnósis de la situación actual del SNET, en particular de las Gerencias de Meteorología e Hidrología.

El Decreto No.42 de fecha 02 de mayo de 2007, publicado en D.O. 89, del 18 de mayo de 2007 define el objetivo, estructura y funciones de la nueva Dirección General que se crea a partir de la fecha en el MARN, la Dirección General SNET (DGSNET), en la siguiente forma:

Objetivo del SNET.

La Dirección General del Servicio Nacional de Estudios Territoriales tiene como objeto principal contribuir a la prevención y reducción de riesgo de desastres, por lo que será de su competencia lo relativo a la investigación y los estudios de los fenómenos, procesos y dinámicas de la naturaleza, el medio ambiente y la sociedad, que tengan relación directa e indirecta con la probabilidad de ocurrencia de desastres y, por tanto de pérdidas y daños económicos, sociales y ambientales.

Organigrama del SNET

A continuación se presenta el organigrama del SNET:

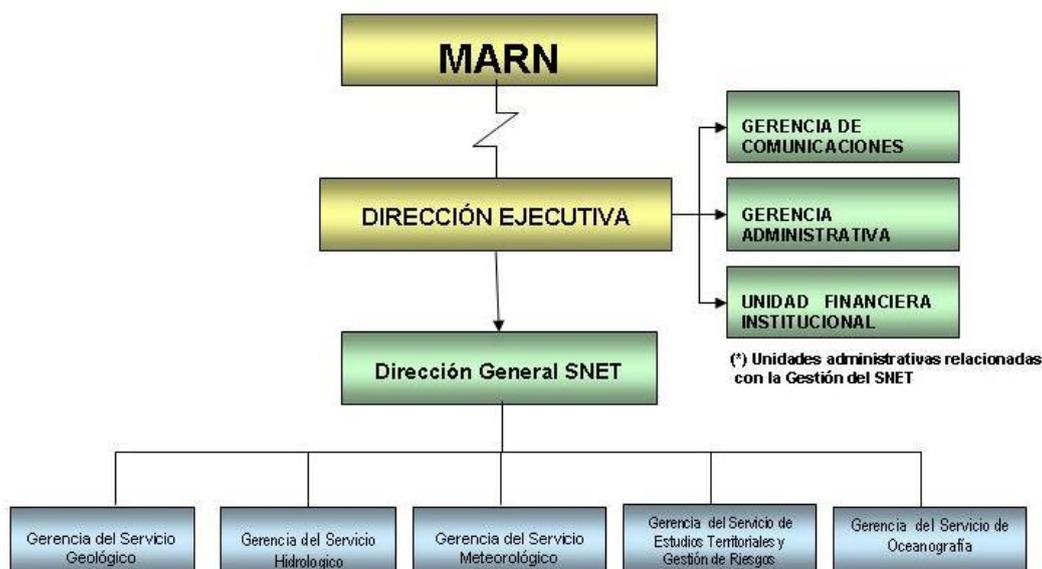


Fig. 4: Organigrama del SNET

Funciones del SNET.

- Desarrollar la investigación científica y los estudios especializados para usos relacionados con la prevención y reducción de riesgos, tanto en el campo de los desastres como en el desarrollo y en la planificación territorial y trasladar los resultados de dichas investigaciones y estudios a las instancias de gobierno responsables para que cada una ejecute las recomendaciones según su capacidad

- Realizar la instrumentación, así como el monitoreo continuo y sistemático de los procesos y fenómenos meteorológicos, hidrológicos, sismológicos, vulcanológicos y de geotecnia con fines de pronóstico y alertamiento
- Validar y difundir la información de manera oportuna y eficiente a las autoridades y población en general, acerca de las amenazas y de las condiciones vulnerables cuya magnitud e importancia pueda traducirse en pérdidas y daños
- Dimensionar la territorialidad de impacto de los fenómenos y procesos de amenazas, así como la naturaleza probable de las pérdidas y daños esperados
- Promocionar y coordinar actividades de capacitación tendientes a mejorar el conocimiento existente sobre los diversos temas relacionados con la gestión del riesgo, dirigidas a quienes toman decisiones; así como al sector privado y los organismos locales y comunitarios
- Establecer los lineamientos en materia de prevención y reducción del riesgo, existente y futuro, a fin de que se incorporen en los planes programas y proyectos de desarrollo, así como en su aplicación a escala nacional, regional, sectorial y local
- Elaborar y actualizar la cartografía temática en climatología, hidrología, geología y geomorfología, en coordinación con el Centro nacional de Registros, universidades y otras dependencias públicas y privadas afines
- Producir y actualizar el Atlas Nacional de Riesgos de Desastres, así como el apoyo a las comunidades para la preparación de mapas de escenarios locales de riesgo y de sus respectivos planes de mitigación
- Proporcionar el soporte científico-técnico para el diseño, instalación y operación de los Sistemas de Aleta Temprana, en forma coordinada con otras instituciones y organismos competentes
- Evaluar y reconocer los daños provocados por el impacto de los fenómenos y procesos naturales, ambientales y territoriales con el fin de integrar un acervo informático que sirva de base para la estimación de los patrones de riesgo
- Realizar el estudio continuo de la condición atmosférica y climática del país para orientar oportunamente los beneficios o riesgos de los fenómenos naturales
- Coordinar con la Dirección General de Cooperación y Asuntos Internacionales Ambientales y la UFI la ejecución de los proyectos financiados con recursos externos
- Diseñar, implantar, evaluar y perfeccionar el sistema de control interno
- Las demás actividades inherentes a esta Dirección General que sean expresamente delegadas por el Despacho Ministerial, por medio de los acuerdos respectivos

La gestión económico-administrativa del SNET depende directamente del MARN, desde la reciente remodelación, lo que está provocando ciertos desajustes y retrasos en tanto los protocolos y procedimientos de actuación no sean bien conocidos y experimentados por los responsables administrativos y el SNET, ya que este último organismo, por su carácter operativo ante emergencias, requiere en muchas situaciones una agilidad de funcionamiento que no es habitual en los servicios administrativos normales.

8.1.1 Gerencia de Meteorología

La situación actual de las Gerencias de Meteorología e Hidrología del SNET es extremadamente difícil y complicada, carece de Centro de Formación y ninguna otra institución del país imparte docencia en Meteorología. La Organización está muy hundida dentro de la Administración del Estado, y el presupuesto sólo permite una subsistencia precaria de toda la Institución.

La meteorología y la hidrología deben ser fortalecidas en sus infraestructuras principales (capacitación profesional, redes de observación, sistemas de telecomunicaciones, informática y sistemas de información) a fin de no depender exclusivamente de las predicciones que generan otros países del área centroamericana e internacional, de tal manera que este país pueda satisfacer con efectividad las futuras demandas crecientes de información tanto meteorológica como hidrológica.

El Servicio Meteorológico Nacional tiene como objetivo desarrollar investigación, generar información y efectuar la vigilancia, pronóstico y alertamiento de los fenómenos atmosféricos del país y la región, que puedan ocasionar daños a la población, agricultura, industria, comercio, turismo, salud, navegación aérea y marítima, y a la vez dar cumplimiento a los acuerdos mundiales de intercambio de información meteorológica.

Sus funciones son las siguientes:

- Generar, producir, acceder y sistematizar información sobre los distintos sistemas y fenómenos meteorológicos, climáticos, atmosféricos-oceanográficos y agrometeorológicos, procesándolos en escalas sociales y territoriales relevantes para un uso adecuado de los recursos atmosféricos-oceanográficos.
- Obtención de datos climatológicos y agrometeorológicos de la red nacional de estaciones meteorológicas, operar instrumentación, recolectar y dar cumplimiento al intercambio de datos a nivel mundial siguiendo los acuerdos y las normas de calidad de la Organización Meteorológica Mundial.
- Realizar el Control de calidad y procesamiento de los datos meteorológicos, climatológicos y agrometeorológicos y la preservación de los datos históricos así como la actualización de la base de datos.
- Operar Sistemas de Alerta, distribuir y diseminar la información científica disponible entre usuarios para ayudar al Desarrollo Sostenible, como resultado de la reducción y control de los riesgos relacionados con los eventos atmosféricos-oceanográficos, climáticos y agrometeorológicos.
- Promover la participación de comunidades, municipalidades y otras instituciones en el monitoreo permanente de las condiciones atmosféricas – oceanográficas y climáticas, facilitando los procesos de capacitación, manejo de instrumental, utilización e interpretación de los informes y productos emitidos.
- Elaborar perfiles, caracterizaciones y estudios climatológicos, agrometeorológicos, de calidad del aire, meteorológicos y atmosféricos-oceanográficos, así como publicar y difundir dicha información
- Estimular, promover y participar en la investigación científica meteorológica y atmosférica-oceanográfica entre otras instituciones nacionales o regionales de acuerdo con las prioridades y lineamientos institucionales.

- Identificar, promover y participar en la búsqueda de asistencia técnica, financiamiento nacional e internacional para la investigación y monitoreo de sistemas, fenómenos, eventos y procesos atmosféricos-oceanográficos.
- Cooperar con instituciones meteorológicas similares de América Central y otros países en el intercambio técnico y en el desarrollo de proyectos conjuntos.
- Brindar el apoyo técnico en la elaboración de normas y leyes relacionadas con los recursos atmosféricos y oceanográficos, así como a proyectos y convenios internacionales en temáticas afines.
- Contribuir a establecer los lineamientos para formular políticas y normas para el uso de los recursos atmosféricos y oceanográficos en general.
- Proporcionar el servicio público de información meteorológica apoyando por medio de la unidad de Atención al Usuario del SNET, a usuarios nacionales e internacionales, tomando en consideración las normas técnicas establecidas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

La Gerencia de Meteorología del SNET está integrada por tres áreas principales: Centro de Información y Agrometeorología (CIAGRO), que se ocupa del diseño y supervisión de las redes, climatología y agrometeorología; Centro de Pronósticos Meteorológicos (CPM) y Centro de Predicción Climática (CPC).

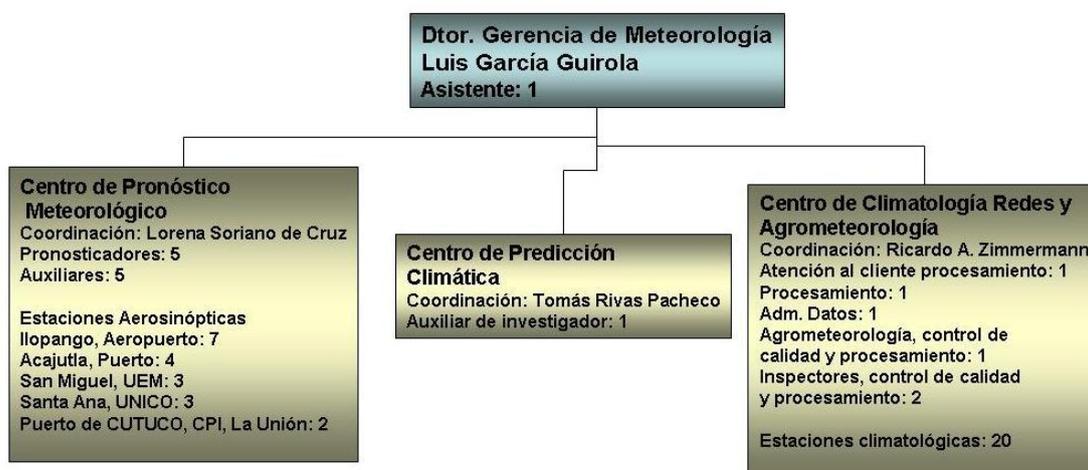


Fig. 5: Organigrama de la Gerencia de Meteorología

8.1.1.1 Centro de Información y Agrometeorología (CIAGRO)

Su tarea es la de realizar la operación e inspección de redes climatológicas y de observadores climatológicos, recolección, control de calidad y procesamiento de información en bases de datos, investigación y elaboración de diagnósticos y/o caracterizaciones agrometeorológicas y climatológicas.

Actividades

- Administrar y asegurar la continua operatividad de la Red Meteorológica Convencional, recolección de datos diarios en las estaciones principales,

secundarias y pluviométricas, control de calidad, archivo electrónico sistemático y desarrollo mensual de la base nacional de los datos climatológicos colectados, para su disponibilidad en estadística e investigación climática, incluyendo lo referente a la contaminación del aire en áreas urbanas, por lo que es la encargada de:

- Realizar la inspección de las redes meteorológicas a su cargo (climatológica y pluviométrica)
- Realización de la recepción, validación y procesamiento de datos de lluvia diaria para su difusión a través de Internet
- Elaborar el atlas, perfiles, certificados, caracterizaciones climáticas y estudios del clima a escala nacional, departamental y local actualizadas, lo que implica la emisión de
 - Emisión de un boletín decádico con observaciones meteorológicas y fenológicas, un boletín mensual y uno anual. Los datos utilizados en todos ellos únicamente proceden de las estaciones convencionales.
 - Boletines de calidad del aire y estudio de la precipitación en el país
- Realizar el procesamiento de datos y garantizar su disponibilidad para uso de las instituciones públicas y privadas, por lo que se encarga de la recepción y control de calidad de los datos generados por las estaciones convencionales de la red meteorológica.
- Gerenciar proyectos relativos a la Agroclimatología, climatología urbana y rural.
- Apoyar en la recepción, clasificación y atención de solicitudes de usuarios externos a SNET y gestor de recuperación de costos según tarifas de cobro autorizadas por Ministerio de Hacienda mediante:
 - Atención diaria a usuarios internos y externos con respecto a solicitud de información
 - Elaboración de certificaciones técnicas y judiciales a sectores como Fiscalía General de la República, profesionales, particulares y compañías aseguradoras
 - Atención a medios de comunicación y asesoría a estudiantes
- Capacitar a comunidades en coordinación con organizaciones y ONGs

Procesamiento de datos

Los datos se recibidos en formato papel y almacenados en hojas Excel. No existe una base de datos y los registros históricos no se han digitalizado en su mayoría.

Personal

Hay un total de 26 personas, seis de ellas en los servicios centrales del SNET y el resto observadores. De las 6 personas referidas existe un profesional, un titulado medio y el resto de personal con equivalencia profesional de la OMM a clase III o IV.

8.1.1.2 Centro de Pronósticos Meteorológicos (CPM)

Su tarea es la de realizar el monitoreo y pronóstico meteorológico diario, con el fin de informar, divulgar y alertar de las condiciones meteorológicas en el territorio nacional, así como en la región Centroamericana y del Caribe incluyendo las condiciones meteorológicas en el litoral y marinas regionales. Para ello cuentan con los elementos que se relacionan a continuación y elaboran los siguientes productos:

Actividades

- Coordinación de las telecomunicaciones meteorológicas nacionales e internacionales (telefónicas, datos o satelitales) para su correspondiente concentración y utilización en análisis y pronósticos e intercambio mundial según normas de la Organización Meteorológica Mundial.
- Instrumentación y coordinación del mantenimiento de las estaciones aeronáuticas-sinópticas desconcentradas.
- Gerenciar proyectos relativos a la vigilancia y pronósticos meteorológicos.
- Monitoreo continuo en superficie y en altitud de las condiciones meteorológicas en El Salvador.
- Elaborar análisis, diagnósticos y emitir pronósticos de las condiciones meteorológicas en tierra firme, litoral pacífico y mar territorial de El Salvador mediante los productos siguientes:
 - Briefing diario con el resto de gerencias del SNET en la época de lluvias
 - Análisis diario de la situación meteorológica y monitoreo en las últimas horas
 - Pronósticos meteorológicos a corto plazo (24-48 h) que se actualiza 2 veces al día
 - Pronósticos según demanda de los usuarios
 - Pronóstico marítimo costero
 - Pronóstico de lluvia con carácter hidrológico para 72 horas particularizado en 6 áreas del país
 - Pronósticos especiales en comienzo de vacaciones (3 veces al año) con un horizonte de 7 a 10 días
- Elaborar y difundir informes o boletines especiales ante eventos atmosféricos peligrosos, así como pronósticos para el transporte aéreo, terrestre y marítimo en toda su área de cobertura y transmitir los mismos a todos los usuarios (Institucionales, empresas y medios de comunicación) siguiendo los protocolos establecidos.
- Realizar la interacción operativa con el Centro de Pronóstico Hidrológico para la elaboración y difusión de alertas a la población.
- Atender a los medios de comunicación (radio, prensa y televisión)

Procesamiento de datos

Se utiliza el sistema RAMSDIS de recepción de imágenes de satélite y comunicaciones junto a un sistema MCIDAS para composición y generación de productos gráficos. La recepción de los productos libres del modelo área global de la NOAA es vía Internet. Sobre el mismo se corren los modelos de área limitada ETA y MM5 dos veces al día.

La recepción de datos de las 5 estaciones aerosinópticas gestionadas por SNET se efectúa de forma horaria, vía telefónica o radio, siguiendo los METAR y SINOP, posteriormente se ingestan en el Internacional Satellite Communication System (ISCS), utilizando el software METLAB y quedan archivados en formato digital.

Los datos utilizados para la generación de METAR y SINOP provienen de estaciones convencionales. Durante el periodo en que no están cubiertos los

observatorios por personal se reciben los datos por telemetría y no se generan los partes codificados. El acceso a datos de AWS y AHS con telemetría es posible mediante la intranet del SNET.

Está prevista la utilización de productos EUMETCAST recibidos por satélite con el fin de realizar el seguimiento de las áreas de vigilancia de avisos.

Personal

Lo integra un profesional meteorólogo clase I a cargo del área, un ingeniero encargado de correr los modelos y pequeños desarrollos, mantenimiento e informática y el personal a turno. El servicio encargado de los pronósticos se compone de 5 pronosticadores clase II OMM y 4 auxiliares de pronosticadores clase III OMM.

El personal de los observatorios aerosinópticos también depende de esta área y su formación es de meteorólogo clase III o IV, aunque en algunos casos no ha recibido esta formación.

8.1.1.3 Centro de Predicción Climática (CPC)

Su tarea consiste en realizar la investigación, vigilancia y monitoreo de los eventos y predicción de escenarios climáticos de 3 a 4 meses y la interrelación océano-atmósfera.

El Centro de Predicción Climática (CPC) esta integrado dentro del Foro del Clima Centroamericano (FCCA) y con su colaboración realiza las predicciones de la lluvia y la temperatura en el país a medio plazo

Actividades

- Monitoreo, vigilancia e investigación de sistemas, eventos, procesos climáticos, índices atmosféricos-oceanográficos, elaboración de escenarios de predicción climática futuros de referencia para evaluar amenazas y el aprovechamiento de las condiciones del clima, llevando a cabo los estudios relacionados con la variabilidad climática y fenómenos oceánicos-atmosféricos tales como el ENOS.
- Procesamiento de series de datos climatológicos para investigación y estudio de la variabilidad del clima y de eventos meteorológicos extremos.
- Efectuar estudios e investigaciones en mitigación de riesgos para sectores específicos y para ello realiza:
 - Predicciones de la lluvia y la temperatura (3 meses de anticipación) y estacional (6 meses siguientes) utilizando el método de análogos desarrollado por el FCC y particularizado para el caso de El Salvador.
 - Predicción de fechas de inicio de la época lluviosa, posibilidades de desarrollo, magnitud y fechas de canícula en Julio y/o Agosto, comportamiento de la temporada de huracanes y sus efectos en el país, periodo de finalización de época lluviosa
 - Informes resumen de temperaturas y acumulados mensuales de lluvia en 11 estaciones meteorológicas
 - Comparaciones de lluvia anual frente a la normal climatológica
 - Estudio de la tendencia pluviométrica en El Salvador durante los últimos 40 años.

- Gerenciar proyectos relacionados con predicción y variabilidad del clima, así como de componentes de investigación en iniciativas de cambio climático mundial con una Asesoría especializada y/o personalizada a usuarios internos (SNET) y externos (ONGs, Gobierno, empresa privada, etc).

Procesamiento de datos

Los datos utilizados son los climatológicos generados por el SNET y los que proveen los diferentes organismos internacionales implicados en el estudio del fenómeno Niño/a. El procesamiento de los mismos se realiza utilizando hojas de cálculo Excel.

Personal

Lo componen un profesional y un meteorólogo clase II.

8.1.1.4 Redes de Observación

Son administradas por el CIAGRO y el CPM, constan de las estaciones relacionadas en la tabla 1.

TIPO DE ESTACION	
CLIMATOLOGICA CONVENCIONAL	26
PLUVIOMETRICA	84
SINOPTICA TELEMETRICA	5
CLIMATOLOGICA TELEMETRICA	5
PLUVIOMETRICA TELEMETRICA	6
TOTAL	126

Tabla 1: Cantidad de estaciones de meteorológicas por tipos

Todas las estaciones automáticas (EMAs y EHAs) utilizadas son de la marca SUTRON excepto 7 de la marca SIAP+MICROS. En las EMAs con telemetría sólo están operativas 4 sinópticas (la restante tiene el transmisor fuera de servicio), 5 climatológicas y 4 pluviométricas.

Red sinóptica y aeronáutica

Realizan observaciones de tipo sinóptico (trihorarias) y aeronáutico (METAR horarios). La dependencia orgánica de estas 5 estaciones es del CPC, excepto la existente en el aeropuerto de Comalapa que es independiente del SNET y pertenece a CEPA. Por problemas de personal no tienen un horario similar ni están disponibles la 24 h. La relación es la siguiente:

Estación	Horario	Personal
Acajutla	H-12	2
Santa Ana	H-18	3
San Miguel	H-18	3
San Salvador- Ilopango	H-24	5
La Unión	H-12	2

Comalapa (1)	H-24	5
---------------------	-------------	----------

Tabla 2: Estaciones aerosinópticas

(1) Gestionada por CEPA

En ellas los datos se almacenan en el observatorio y son transmitidos vía teléfono o radio al CPM de forma horaria. Tienen de forma paralela una estación convencional cuyos datos son recolectados por el CIAGRO y procesados para su utilización en los estudios climatológicos.

Red climatológica

Está formada por 26 estaciones que se relacionan en anexo aparte con los instrumentos de los que disponen.

En algunas de las estaciones, indicadas en el **punto 8.3.1, “Relación de estaciones meteorológicas en El Salvador”**, se realizan 3 observaciones diarias (7:00 - 14:00- 21:00) que son recolectadas por el CIAGRO, vía telefónica, de forma mensual, excepto en el caso de la variables lluvia acumulada diaria, cuyos datos se reportan diariamente.

Red agrometeorológica

Algunas de las estaciones climatológicas existentes están orientadas a la agrometeorología. En el caso de 9 de ellas se dispone de tanque evaporimétrico y en 5 de temperatura de subsuelo.

Pluviométrica telemétrica

Consta de 6 estaciones, de las que transmiten por telemetría 4. Además existen todas las que gestiona el CPH, 32 más, de las que transmiten por telemetría 15 y las demás están fuera de servicio o con el transmisor roto.

Red de altura

No existe

Teledetección satelital

El CPM está conectado al sistema RAMDSIS de dispersión de imágenes de satélite

.Radar y detección de descargas eléctricas

No existen

Calidad del aire

La competencia de estas medidas no pertenece al SNET, sino a la Dirección General de Gestión Ambiental, que dispone una unidad de monitoreo de calidad del aire, carente de instrumentación meteorológica, que va a comenzar a operar en breve y de forma puntual. El SNET reduce su actividad en este campo al apoyo meteorológico a la anterior unidad.

8.1.2 Gerencia de Hidrología

La Gerencia de Hidrología del SNET se estructura en las siguientes unidades:

- Centro de Pronóstico Hidrológico (CPH)
- Área de Información y Estudios Especiales, la cual se divide en:
 - Hidrometría e información hidrológica
 - Investigación hidrológica

- Investigación en Calidad del agua y Laboratorio de Calidad de agua
- Investigación en Hidrogeología



Figura 6: Gerencia del Servicio Hidrológico Nacional

8.1.2.1 El Centro de Pronóstico Hidrológico (CPH)

Actividades.

El Centro de Pronóstico Hidrológico (CPH) es la unidad encargada de la colecta de datos en tiempo real de las estaciones automáticas y de cargar dicha información para su publicación en Internet, así como de realizar y difundir las previsiones de niveles en ríos y otros informes.

El sistema de vigilancia y pronóstico más desarrollado es el del río Lempa (Figura 7), aunque también trabajan con los Ríos Paz, Jiboa, Grande de San Miguel y Goascorán, y están en desarrollo Sistemas de Alerta Temprana en cuencas rurales y urbanas de respuesta rápida, tales como Cara Sucia, Sonsonate, Bahía de Jiquilisco, Estero de Jaltepeque, La Libertad y Área Metropolitana de San Salvador.(Se anexa mapa en jpg con las otras cuencas de trabajo).

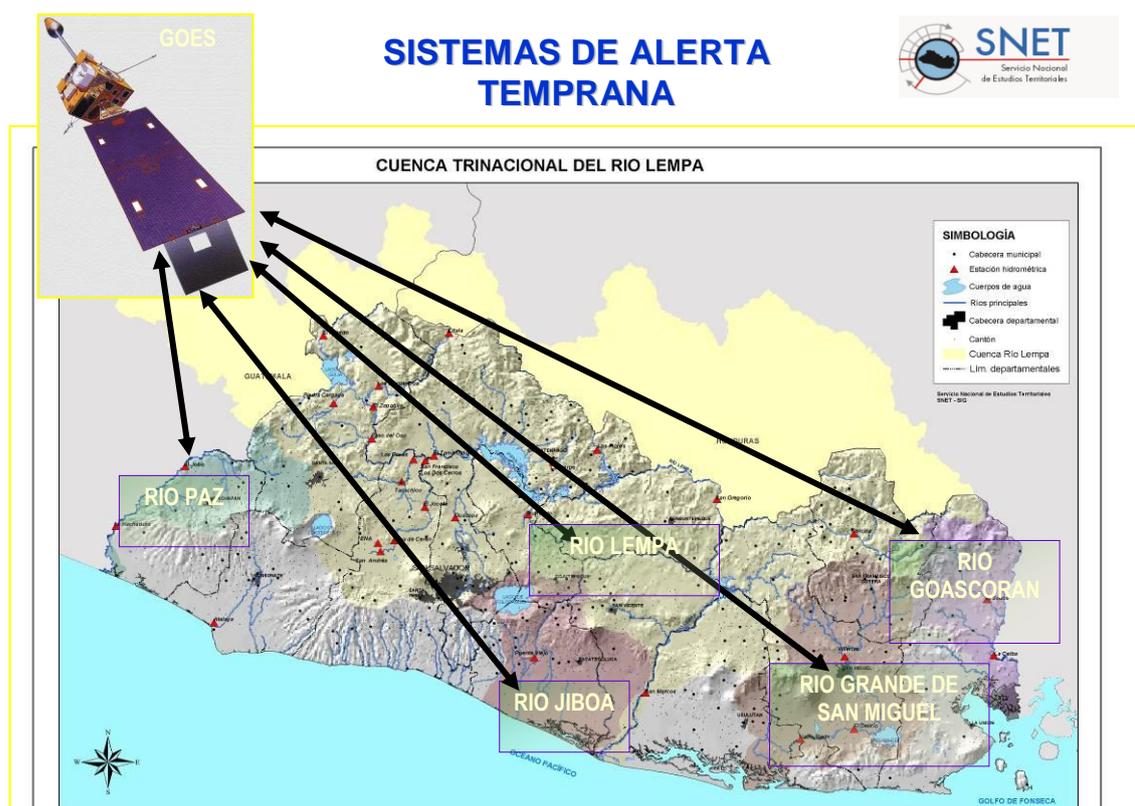


Figura 7: Sistema de alerta temprana

Recursos humanos

La plantilla fija actual se basa en personal contratado con fondos GOES: 4 Ingenieros, uno de ellos coordinador del CPH y un técnico.

Personal para el mantenimiento del servicio 24 horas

Mantener el servicio de pronóstico durante las 24 horas, durante la época lluviosa implica un equipo mínimo de 2 personas. Para el servicio nocturno no hay una persona de apoyo (técnico), lo que obliga a buscar alternativas para el trabajo nocturno, como contratación de personal auxiliar por medio de proyectos y jornadas nocturnas de los miembros de la plantilla fija, la cual se apoya en las otras áreas de trabajo del Servicio Hidrológico para contar con más personal (Área de Información). Durante los años pasados (2005 – 2007) sí tuvieron personal contratado temporalmente (Mayo – Noviembre) con cargo al Fondo de Actividades Especiales (FAE), pero actualmente esta opción no es aceptada por la Unidad de Adquisiciones y Contrataciones del MARN, por lo que no se ha podido contratar el personal aunque en la FAE existan fondos.

Relaciones con la compañía hidroeléctrica nacional CEL (Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa)

La empresa hidroeléctrica nacional CEL (<http://www.cel.gob.sv/>) es uno de los principales usuarios de sus pronósticos. Los contactos son fluidos, probablemente casi diarios, a pesar de lo cual no cuentan con convenio específico de colaboración. Se ha trabajado en la idea alcanzar algún tipo de acuerdo, pero no se logró que dichos convenios llegasen a formalizarse, a pesar de que se haya llegado a concretar la definición de alguno de ellos en documento escrito. SNET ha realizado trabajos de consultoría para la hidroeléctrica por encargo, pero puntuales. CEL cuenta con los principales aprovechamientos hidroeléctricos, aunque hay algunas iniciativas privadas que se han orientado hacia minicentrales.

Modelos de simulación y previsión

- **NWSRFS**

Usan el modelo NWSRFS (NWS River Forecasting System) para el río Lempa que fue instalado, configurado y calibrado por el NWS (National Weather Service de los Estados Unidos). Está basado en el modelo Sacramento, combinado con una implementación del método Muskingum con parámetros constantes para la propagación de ondas en ríos y con ResJoint para simular el tránsito en embalses.

Este sistema cuenta con el inconveniente de las dificultades de uso, pues no se trata de un software que pueda calificarse como “amigable”. El otro inconveniente que presenta es que funciona en Linux, incluye muchos módulos y su calibración es difícil y compleja. A pesar de lo anterior, el personal del CPH ha recalibrado el modelo, incluyendo más estaciones, actualizando los datos de la precipitación media areal de los últimos años

Se puede encontrar información del sistema en

<http://www.nws.noaa.gov/iao/pdf/Manual.pdf>

- **HBV**

El modelo sueco HBV (<http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=6228&l=en>) está operativo para las cuencas de los ríos Paz, Jiboa y Grande de San Miguel. El software se adquirió a través de un Proyecto de Cambio Climático, incluyendo el mantenimiento por dos años. La capacitación en el Sistema fue adquirida a través de un proyecto de la Asociación Nacional para el Agua (GWP EL Salvador, por sus siglas en inglés) contratándose al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), por \$8,000 USD.

El uso del modelo es algo más sencillo que el del NWSRFS, su entorno es más amigable y los modelos que incluye precisan de menos parámetros.

- **Otros**

Usan eventualmente HMS (Hydrological Modeling System) o el HecRas (River Analysis System) del Centro de Ingenieros Hidrólogos del Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU.

Para algunas tareas de caracterización hidrológica emplean SWAT <http://www.brc.tamus.edu/swat/index.html>, con el SIG de ESRI y sobre un modelo digital del terreno MDT obtenido a partir de cartografía 1:25.000 con malla de 2 m.

Generan, con la ayuda del software SURFER, mallas de precipitación diaria combinando estaciones automáticas y convencionales.

Los datos se almacenan en una base de datos relacional de libre difusión (PostgreSQL).

Medios físicos informáticos

El CPH no parece contar con graves deficiencias en cuanto a ordenadores u otros medios informáticos, debido a que se ha dado prioridad de reemplazo a los equipos que sostienen los modelos, no así a los equipos con los que los técnicos trabajan, que están un poco obsoletos (algunos ordenadores poseen licencia de MS-Windows 98).



Figura 8: Algunos de los medios físicos informáticos.

Dispositivos de comunicaciones

Disponen de fax, radio y teléfono. Recientemente se han encontrado en una situación complicada al no contar con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) para lo relativo a la telefonía celular, aunque es importante aclarar que en la semana del 12 al 16 de mayo este problema se resolvió y el ministerio autorizó el uso de una línea para comunicación directa, vía celular, con los colaboradores de la red de observadores locales (se incluye este comentario con la intención de reflejar las dificultades para la operación derivadas de las limitaciones administrativas).

Como se refleja en el apartado dedicado a la red social, el funcionamiento de este servicio necesita este último medio de comunicación, pues es el más usado por los colaboradores.

Se requiere al menos, para el Servicio Hidrológico, que se activen en el CPH dos teléfonos con posibilidad de llamadas a celular y, en el Área de la Secretaría, un teléfono con salidas a celular y a llamadas internacionales (incluyendo fax).

La problemática de la estimación de precipitaciones a escala horaria

Para la discretización temporal horaria, necesaria para algunos modelos, solo es posible el empleo de las estaciones automáticas dotadas de sistema de comunicación. El número de estaciones con que cuentan actualmente se muestra insuficiente.

El mantenimiento de la red de teledatada

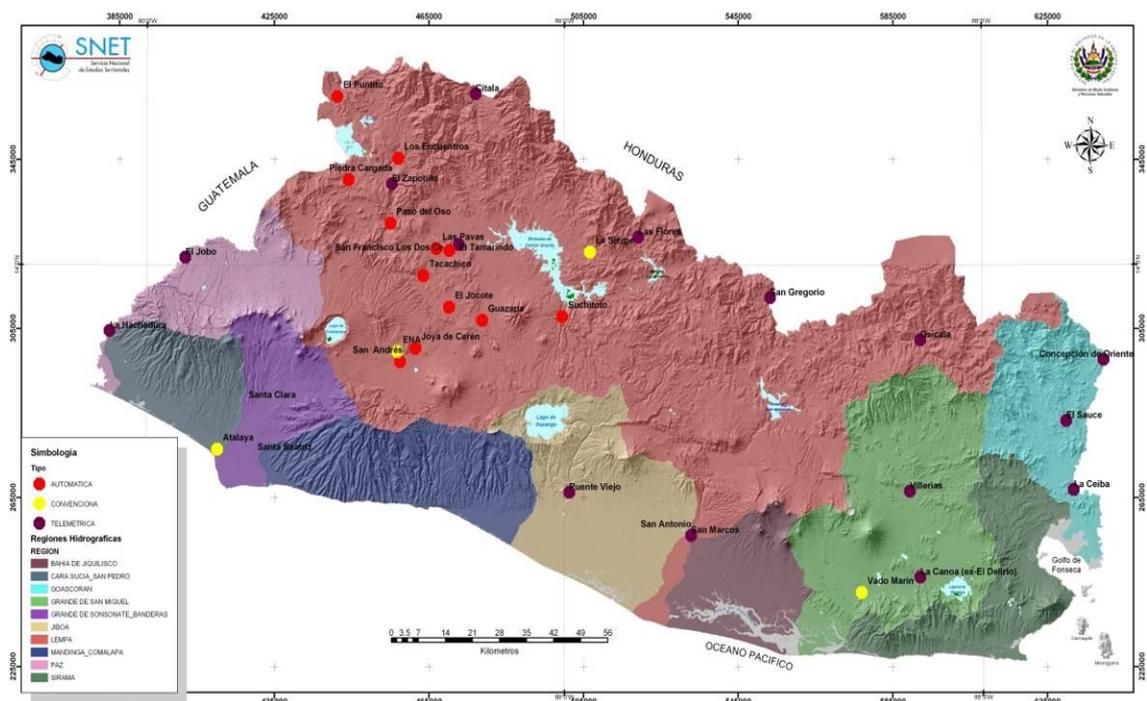


Figura 9: Red de telemedida

La red de telemedida cuenta con 42 estaciones con transmisión vía satélite GOES, de las cuales 14, el 35%, se encuentran fuera de operación por problemas relacionados a la falta de repuestos y por vandalismo, que ha aumentado en el último año. El número de estaciones automáticas va decreciendo con el tiempo por falta de repuestos. Actualmente algunas reparaciones se llevan a cabo aprovechando piezas procedentes de estaciones desmanteladas.

No se elaboran estadísticas de funcionamiento de la red pero elaboran unos partes de incidencias semanales, a la vez que la unidad de mantenimiento mantiene su bitácora. Aunque no de forma completamente metódica y sistemática, siguen unos procedimientos de mantenimiento preventivo, el cual tienen que interrumpir frecuentemente durante la época lluviosa pues la prioridad está en mantener la red de telemedida en funcionamiento.

Se incluye una tabla con el estado de las estaciones hidrológicas:

Estación	Fecha desde que dejó de transmitir	Hora	Problema	Posible corrección
Chapeltique	30-oct-07	7:15:00	Estación no transmite información	Verificar funcionamiento de radio transmisor y orientación antena
Citala	19-feb-08	6:30:00	Estación no transmite información	Dañada por crecida río - Reinstalar
El Delirio	06-nov-07	12:00:00	Estación no transmite información	Reinstalar - Vandalizada
El Sauce	12-dic-06	10:15:00	Estación no transmite información	Reinstalar - Vandalizada
Las Flores	15-may-08	13:15:00	Transmite con problemas en datos de nivel.	Limpieza del sensor

Metapán	20-dic-07	3:30:00	Estación no transmite información	Reinstalar
Osicala	15-may-08	13:45:00	Bloques de información perdidos	Ajustar reloj y verificar antena
Procafe	15-may-08	13:30:00	Datos de temperatura extraños	Cambiar sensor de temperatura
San Francisco	27-oct-07	14:15:00	Estación no transmite información	Verificar funcionamiento de radio transmisor y orientación antena
San Gregorio	01-mar-08	19:30:00	Estación no transmite información	Reinstalar - Vandalizada
Santa Ana	18-dic-07	8:30:00	Estación no transmite información	Verificar funcionamiento de radio transmisor y orientación antena
Santa Beatriz	09-may-08	14:30:00	Estación no transmite información	Verificar funcionamiento de radio transmisor y orientación antena
Santa Clara	19-oct-07	11:30:00	Estación no transmite información	Reinstalar
San Vicente	15-may-08	12:00:00	Datos de temperatura extraños, faltan datos	Cambiar sensor de temperatura
Tamarindo	07-may-08	17:00:00	Estación no transmite información	Reinstalar - Vandalizada
Vado Marin	10-may-08	18:30:00	Estación no transmite información	Verificar funcionamiento de radio transmisor y orientación antena
Villeras	17-nov-07	15:00:00	Estación no transmite información	Reinstalar - Vandalizada

Pueden diferenciarse 3 tipos de estaciones: Las **estaciones hidrométricas** que transmiten datos de lluvia y nivel en los ríos cada tres horas, con una discretización temporal de 15 minutos (y con la capacidad de realizar transmisiones aleatorias cada 5 o 10 minutos en caso de superarse el umbral de lluvia o incremento de nivel que se ha programado en la estación); las **estaciones meteorológicas** que transmiten de forma horaria con intervalo de 10 minutos; y las **estaciones pluviométricas** que transmiten datos de lluvia de forma similar a las hidrométricas.

Los datos transmitidos por las estaciones en tiempo real son descargadas a través de una estación terrena localizada en el CPH y siendo decodificados y almacenados de forma automática por el Sistema PcBase2. Se ha creado una aplicación en Access que realiza una conexión ODBC a una Base en PostgreSQL en un servidor de SNET, donde se almacena la información para ser utilizada en varias aplicaciones Web.

La información de las estaciones es básica para realizar pronóstico de ríos y para difundir las previsiones o alertas de posibles desbordamientos e inundaciones.

Medios auxiliares que emplean

A través de Internet, el personal del CPH accede a información de interés para la vigilancia hidrometeorológica. Uno de los servicios que emplean es SERVIR Viz (<http://www.servir.net/>) que proporciona abundante información y se presenta como una adaptación de World Wind para Mesoamérica.

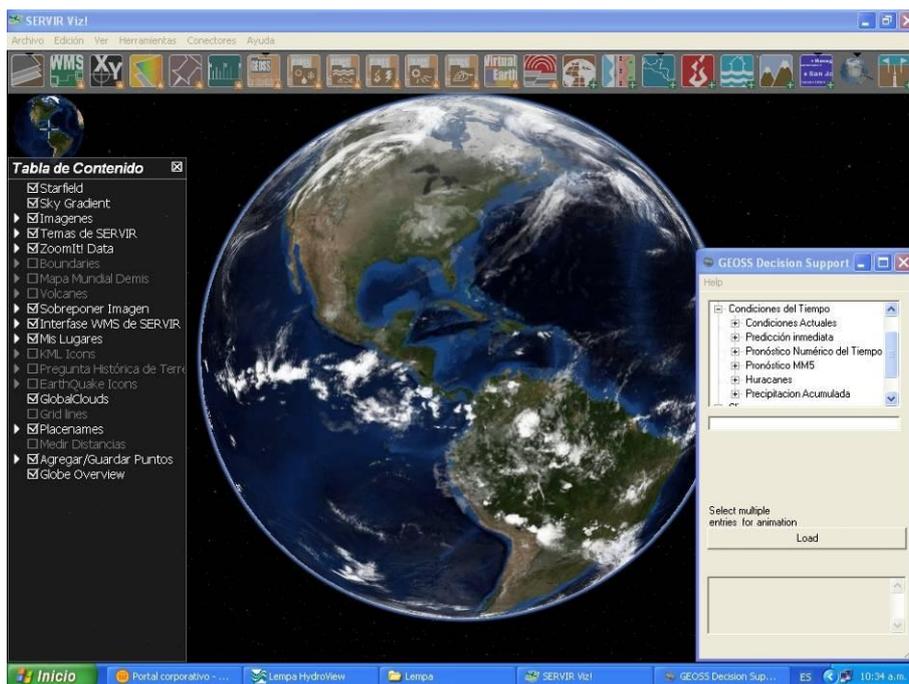


Figura 10: Pantalla inicial de SERVIR Viz

También emplean Google Earth para el acceso a información para, por ejemplo (Ilustración 4), visualizar las imágenes que proporciona NOAA.

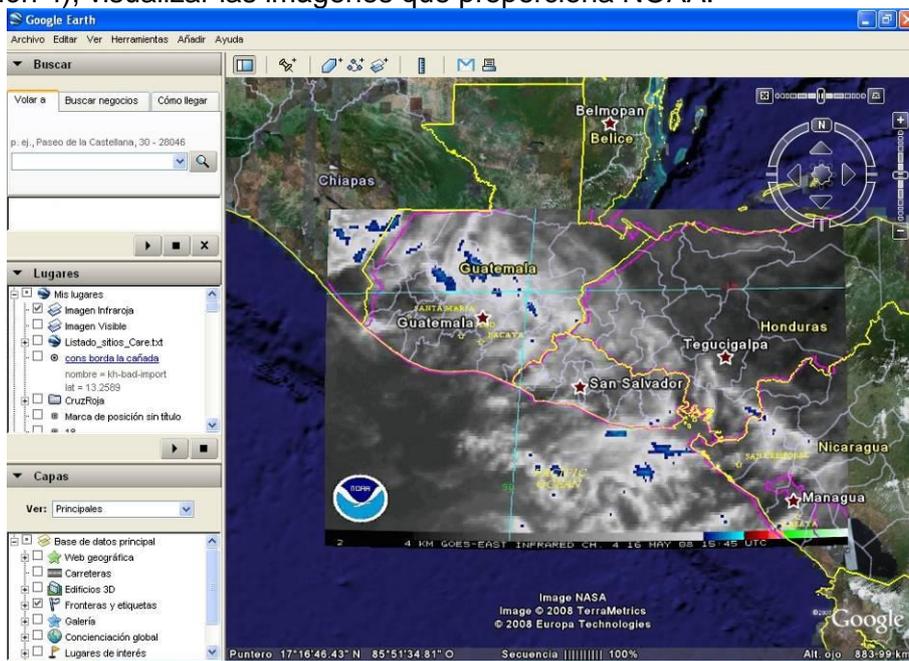


Figura 11: Uso de Google Earth por parte del personal del CPH

Se incluye un listado de los enlaces de internet que utilizan habitualmente:

- <http://www.stormsurfing.com/cgi/display.cgi?a=centam>.
- http://vesta.cira.colostate.edu/rmtc_rainfall1hr1_latest.html.
- <http://mapas.snet.gob.sv/datos.htm>.
- <http://mapas.snet.gob.sv/hidrologia/calendar.php>.
- <http://www.gohcc.msfc.nasa.gov/GOES/>

- <http://mapas.snet.gob.sv/lempa/index.php>
- <http://www.cira.colostate.edu/ramm/rmsdsol/COS.html>
- <http://wxmaps.org/pix/ezla.wcar.html>
- <http://www.snet.gob.sv/Geologia/pcbbase2/parametros-mapa.php>
- <http://www.nhc.noaa.gov/>
- <http://pr.water.usgs.gov/>
- <http://wxmaps.org/pix/trop.00hr.html>
- <http://www.ssd.noaa.gov/goes/flt/t1/loop-ir2.html>
- <http://www.ssd.noaa.gov/PS/TROP/genesis.html>
- http://es.allmetsat.com/imagenes/afwa_catl_ani.php

La red social

El sistema de vigilancia y pronóstico hidrometeorológico se basa en una solución de alta tecnología complementada con la denominada red social que, por un lado, contribuye a aportar más información que la que se obtiene a través de la red telemétrica (insuficiente en muchos casos) y, por otro, permite al CPH la difusión directa de la información.

La red social se basa en un conjunto de colaboradores que proporcionan información de estaciones hidrométricas o la obtenida con medios de bajo coste proporcionados por el SNET (Figura 12), pero también proporcionan información cualitativa muy valiosa: si está lloviendo, si la precipitación es intensa, la hora de inicio de la lluvia, sobre la evolución de los niveles de ríos en tramos no controlados, etc. Otro aspecto positivo de la red social es que las comunidades se involucran en los procesos de vigilancia y pronóstico, es decir, se sienten parte del Sistema de Alerta Temprana.

Para mantener la red social, se les proporciona capacitación y a través de proyectos de cooperación, se hacen reuniones locales o en las instalaciones del CPH para continuar con su capacitación e involucramiento.



Figura 12: Instrumentos de medida distribuidos entre los observadores

La mayor parte de las comunicaciones se realiza por telefonía y, a su vez, esta es mayoritariamente de tipo celular. También disponen de comunicación vía radio, para lo que cuentan con permiso de Protección Civil para usar su frecuencia de radio, pues en otro caso, tendrían que pagar la concesión de una banda, lo cual sería en exceso gravoso para SNET.

Se incluye la estructura de la red social:

Estructura de la Red de Observadores Locales (ROL)

ESTRUCTURA RED DE OBSERVADORES LOCALES (ROL)

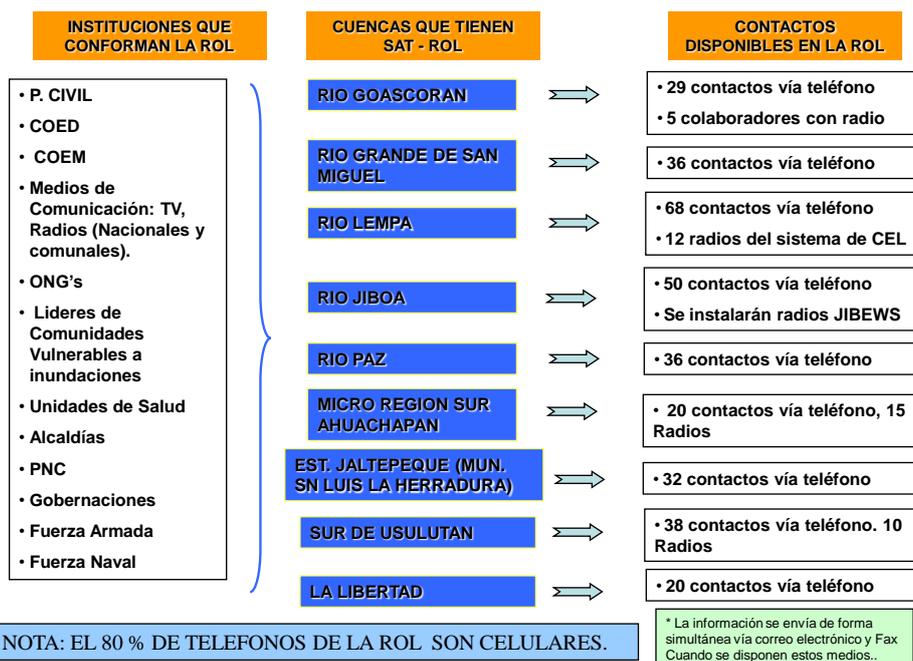
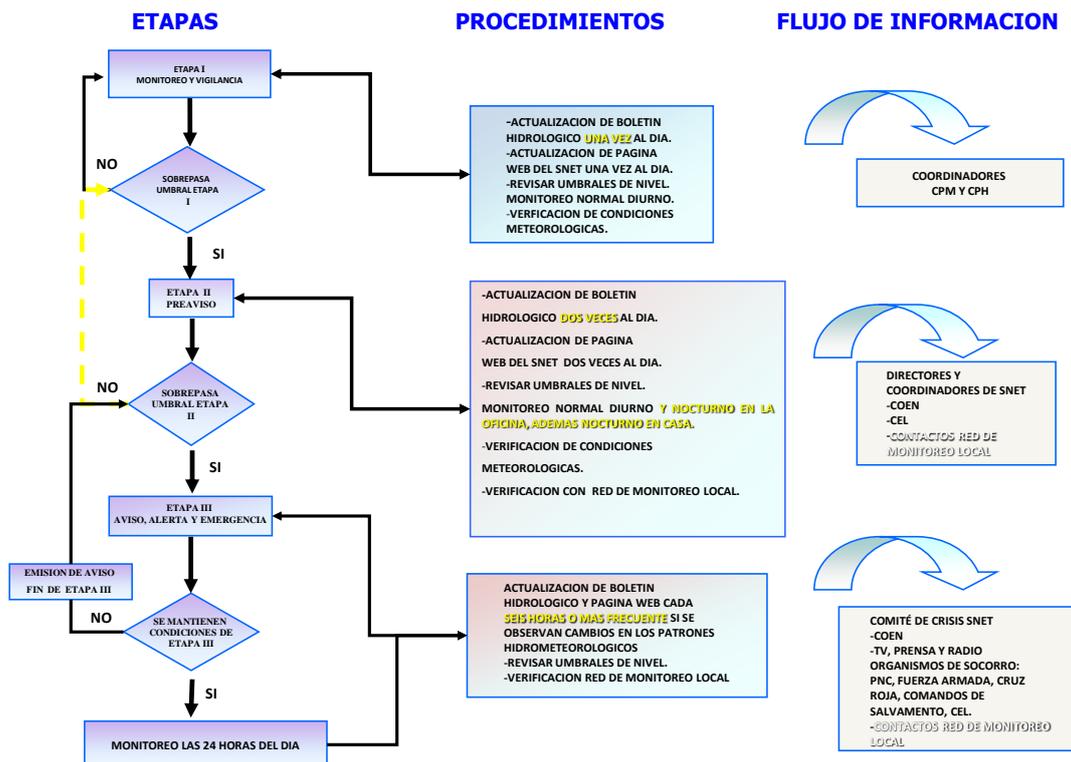


Ilustración 4: Estructura de la red social

Protocolo de actuación

Según la normativa nacional vigente, los municipios tienen que elaborar sus planes de emergencias. Existe una Dirección General de Protección Civil dentro del Ministerio de Gobernación, la que ha organizado las redes municipales y locales de Protección Civil, los cuales dependen de la administración central, aunque se estructura y opera, internamente, en los diferentes niveles espaciales administrativos. Son los primeros destinatarios de la información que colecta y genera el CPH. Sin embargo, el CPH informa incluso a nivel local e interactuando con la red social de colaboradores (a esto se dedica una sección aparte que se incluye a continuación). Se dan las comunicaciones directas por teléfono y por fax, aunque su protocolo (ver ilustración) está muy orientado a difundir la información a través de la página web. Los colaboradores también contribuyen con lecturas pluviométricas realizadas con material de bajo coste y con lecturas de escalas de niveles en ríos.



La solución mixta basada en sistemas automatizados de alerta temprana y redes sociales está dando buenos resultados, por lo que se continúan los trabajos destinados a extender su aplicación al resto del territorio.

Se incluye un listado de los proyectos en los cuales está participando el CPH actualmente:

1. DIPECHO V. con CARE Internacional en la parte baja de la cuenca del Río Grande de San Miguel fortaleciendo los Sistemas de alerta temprana.
2. DIPECHO V. con Cruz Roja Internacional y Cruz Roja Americana en el estero de Jaltepeque.
3. DIPECHO V. con OIKOS-FUNSALPRODESE en la Micro región sur del departamento de Ahuachapan en los municipios de: Jujutla, San Pedro Puxtla, San Francisco Menendez y Guaymango.
4. DIPECHO V. con OXFAN-SOLIDARIDAD SAT`s en Area metropolitana de San Salvador.
5. Gestión de riesgo por inundaciones en las cuencas del río Grande de San Miguel y río Paz. (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA Y MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES)
6. PNUD. Reducción del riesgo, ("Apoyo al proceso de recuperación del impacto de la tormenta tropical Stan y la erupción del volcán Ilimatepec, Fase II")
7. Proyecto de reconstrucción y gestión del riesgo en América Central después de la tormenta STAN (RyGRAC). Ejecuta Cooperación Técnica Alemana GTZ

8.1.2.2 Área de Información y Estudios Especiales

Como se ha mencionado anteriormente, la otra área en la que se divide el Servicio Hidrológico es el Área de Información y Estudios Especiales, la cual es coordinada por una ingeniera. La Jefatura de Información y Estudios Especiales recibe información de las estaciones hidrométricas y de las estaciones automáticas, así también la información proveniente del monitoreo de aguas subterráneas y de calidad de aguas superficiales. Elabora estudios y emite diversos informes. Tiene a su cargo el manejo de la información hidrológica disponible, que se almacena actualmente en hojas de Excel.

Se agrega como **punto 8.4.1**, un informe sobre **El Agua en El Salvador**.

Esta área, se divide en varias unidades que se analizan a continuación.

- **Unidad de calidad del agua**

Los trabajos relacionados con calidad del agua se reiniciaron en el país después del conflicto armado, con el Programa Ambiental de El Salvador (PAES), que se llevó a cabo con fondos BID durante el periodo 1998-2002, en su Componente de Inversiones, a través de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR). Esta última es ahora la Dirección General Forestal, Cuencas y Riego (DGFCR) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), de quien era parte hasta el 2002, el Servicio Hidrológico Nacional. Sus objetivos fueron el monitoreo de recursos hídricos, el control de áreas protegidas y la conservación de suelos y masas agroforestales.

El mapa que se incluye a continuación (Figura 13) pone de manifiesto la importancia del problema de la calidad del agua en El Salvador.

Mapa de Aptitud de Usos. Red de calidad de aguas Superficiales. Datos 2006

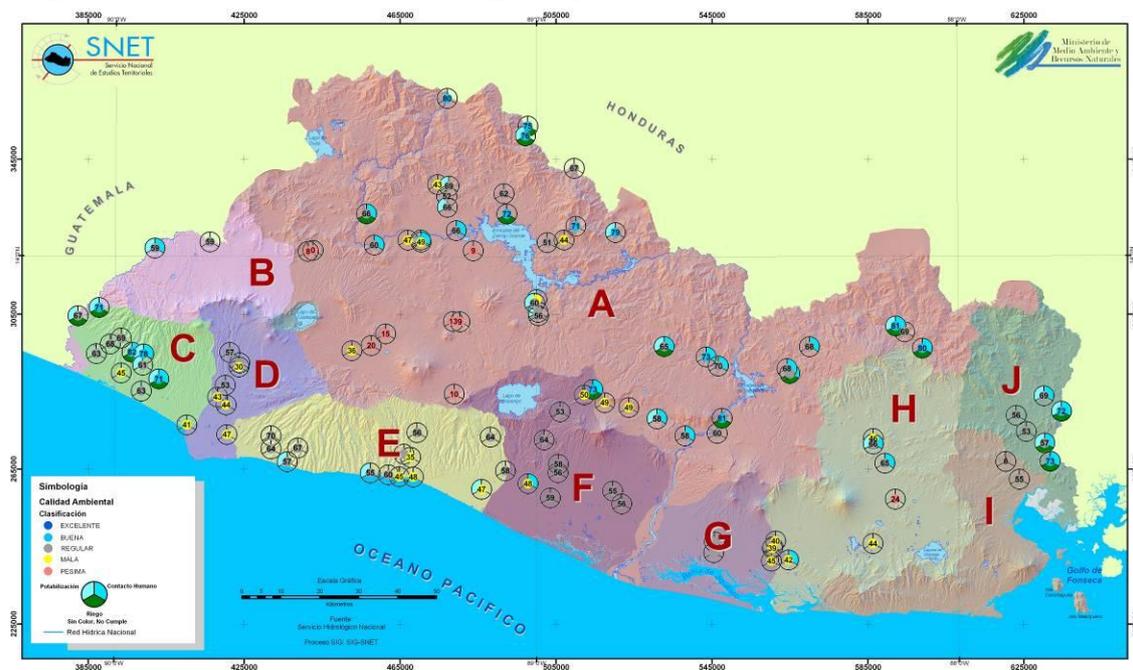


Figura 13: Mapa síntesis de resultados de la valoración de calidad de aguas en las diez regiones hidrográficas del país.

Muestran en la época seca. Esto puede estar justificado por el hecho de que es cuando se producen las diluciones mínimas, pero durante la época de lluvias es cuando se cultiva y cuando se fumiga. Además, durante la época lluviosa, especialmente en el río Lempa, los ríos transportan mucho más material sólido que en el pasado, lo que podría implicar algún tipo de contaminación. No obstante, según reflejan los estudios, el tipo de contaminación más importante en El Salvador es el de origen humano.

La normativa data de 1986 y no ha sido actualizada. Quieren hacer propuestas de enfoque y de indicadores para una nueva normativa. Actualmente están trabajando con calidad de algunos lagos.

Han usado indicadores biológicos en el desarrollo de alguna tesis, pero no disponen de personal que pueda hacerse cargo de esta línea de trabajos. Actualmente, relacionadas con esta área, se están desarrollando dos proyectos importantes: uno con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), para la implementación del monitoreo de metales pesados en cuerpos de agua utilizando las técnicas de trazadores, y otro proyecto con la Cooperación Canadiense para el desarrollo del Sistema de Información de Calidad de Agua basado en el Software RAISON.

- Personal

Cuenta con un responsable y un colaborador.

La persona de apoyo es responsable de los trabajos de campo. Se mide calidad y cantidad simultáneamente, por lo que tienen que coordinarse con la unidad de hidrometría.

Tienen dificultades por falta de personal para el manejo de las lanchas y para adquisición de carburante para el monitoreo en los lagos. En la actualidad tratan de solventar estas deficiencias en base a colaboraciones, como la que mantienen con la ONG CEPRODE (coadministración del área natural de San Diego-La Barra) para las actividades en el lago de Guija y la que se mantuvo con FUNDACOATEPEQUE, en el caso del Lago de Coatepeque.

- Medios materiales.

Tienen algunas carencias para llevar a cabo algunas tareas, pero actualmente está en construcción un nuevo laboratorio que podrá darles una gran capacidad de actuación. Las deficiencias más importantes son las de la adquisición de reactivos, las relacionadas con el monitoreo (materiales, transporte y personal suficiente) y la adquisición de análisis de laboratorio.

Laboratorio de calidad de agua.

Están llevando a cabo un plan de fortalecimiento del laboratorio de calidad de agua. Actualmente, sus capacidades en este sentido son muy limitadas, tanto en lo relacionado con el tipo como con el número de análisis que pueden realizar. Está en construcción (Figura 14) un laboratorio nuevo que contempla análisis de metales pesados en agua y sedimento, análisis bacteriológicos, biológicos y el fortalecimiento del área fisicoquímica ya existente.



Figura 14: Laboratorio de calidad de agua en construcción

Entre los objetivos está el lograr una acreditación tal que sus trabajos cuenten con reconocimiento legal.

Si el laboratorio se desarrolla, no se tiene la seguridad de que se puedan vender servicios hacia fuera de la institución posiblemente debido a restricciones en la competencia con entidades privadas.

En breve, dispondrán de equipo pero no de personal suficiente, para lo cual se está solicitando un refuerzo presupuestario. Está previsto que este personal nuevo debe ser capacitado, pero no se tienen los fondos para hacerlo ni se tienen previstos mecanismos de capacitación.

- Medios informáticos

En general no parece que tengan carencias en cuanto a medios físicos y tampoco han manifestado necesidades especiales en cuanto a medios lógicos. Aunque, de nuevo también aquí, es importante mencionar que las computadoras de trabajo que maneja el área pueden considerarse obsoletas, pues no permiten el trabajar con modelos y aplicaciones más modernas.

Modelación.

Para algunos estudios emplean la aplicación RIOS 4 del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS.- <http://www.cepis.ops-oms.org/cepis/e/cepisacerca.html#cepis>), es la Unidad de Saneamiento Básico del Área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental (SDE) de la Organización Panamericana de la Salud ([OPS](#)), Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud ([OMS](#)).

Se encuentra en proceso de desarrollo e implementación la aplicación RAISON (Regional Analysis by Intelligent Systems on microcomputers,

<http://www.nwri.ca/software/brochure-e.html>) del NWRI (National Water Research Institute) de Canadá, gracias al proyecto de colaboración con la institución de Cooperación de este país.

Esta unidad tiene la intención de proporcionar resultados a través de la web, gracias al empleo de aplicaciones como RAISON.

Se incluyen los estudios e informes consultados con relación a la Unidad de Calidad del Agua:

- Estrategias de descontaminación de los ríos Acelhuate, Sucio y Suquiapa. Octubre de 2002
- Fortalecimiento de instrumentos decisionales para la provisión de agua para el consumo humano en El Salvador. Tesis para Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Raffaele Vignola. Turrialba. Costa Rica. 2005
- Plan de fortalecimiento del laboratorio de calidad de aguas del SNET. Febrero de 2005.
- Diagnóstico nacional de la calidad de las aguas superficiales. Marzo 2007.

- **Unidad de Hidrometría**

- **Personal**

La responsable de esta unidad es la ingeniera que está al frente del Área de Información y Estudios Especiales.. Para los trabajos de campo cuentan con una cuadrilla de 3 personas. En época de lluvias precisan un equipo de 5, por lo que temen que en la actual no puedan llevar a cabo la tarea que tienen encomendada. Hay una plaza libre de auxiliar de hidromensor, cuya contratación aún no ha sido aprobada. Por la vía del refuerzo presupuestario de 2008, se ha solicitado contratar 2 personas más de apoyo de campo, para cubrir las necesidades del monitoreo de calidad de agua y el monitoreo hidrogeológico.

La época de lluvias abarca de abril a noviembre durante la cual realizan 2 aforos por estación y mes (45 aforos/mes). Abril y noviembre son los meses de transición y la estación seca abarca, por tanto, de diciembre a marzo.

Para los aforos directos cuentan con 2 hidromensores formados por la OMM y por el USGS (United State Geological Service) en el desarrollo de un proyecto de rehabilitación como consecuencia del Huracán Mitch, pero se requiere que personal más joven se siga formando en este tema.

Se manifiesta que existe una formación insuficiente en los encargados del mantenimiento de las estaciones (Unidad de Ingeniería y Mantenimiento), pero no se detectan cursos para técnicos. Hay numerosos cursos de especialización para profesionales, como los hidrólogos (ejemplo: curso de hidrología operativa en Venezuela), pero no para el personal de menor nivel de formación.

Otra de las dificultades para la realización del trabajo de campo está en la falta de vehículos o combustible. Los equipos de campo usan los vehículos del Ministerio y los

conductores son los técnicos de trabajo de campo. Esto último tiene sus consecuencias en el mantenimiento de los vehículos, y en la inseguridad derivada de dejar los vehículos sin atención mientras se baja al río, al pozo, o al lago a realizar las mediciones.

El personal no recibe viáticos, por lo que el trabajo tiene que adaptarse al horario laboral habitual. Esto lleva a un mal aprovechamiento de viajes, con una considerable ineficacia de procedimiento pues es necesario repetir en varias ocasiones trayectos de ida y vuelta. Un vez que están trabajando en una zona, en lugar de completar las tareas pendientes que tienen en esa área, se ven obligados a interrumpir su trabajo para volver a la oficina y estar de regreso a las 15:00. Este problema afecta tanto al personal técnico de hidrometría como al de mantenimiento.

- Relaciones con la Unidad de Ingeniería y Mantenimiento

Hay una Unidad de Ingeniería y Mantenimiento, que es responsable también de las estaciones meteorológicas y de las redes de vulcanología y sismología.

El mantenimiento es muy básico dado el escaso personal y los medios con que cuenta. Esta unidad no cuenta con personal para labores de limpieza, que trata de cubrir el servicio de hidrometría con los escasos medios con que cuenta.

Esta unidad de apoyo se encuentra con las mismas dificultades expresadas en lo relativo a viajes. El paso de la administración al MARN parece también estar relacionado con limitaciones administrativas que dificultan la solución a las tareas de mantenimiento.

- Medios materiales

Hay equipos materiales de medida suficientes para los aforos directos por parte de una cuadrilla: 2 molinetes en uso y 3 nuevos (aunque quizás esta unidad necesite dos cuadrillas).

En las estaciones hay escalas graduadas y registro automático. Hay 4 limnógrafos convencionales y la mayoría se cambiaron a automáticos, algunos de los cuales tienen dispositivo de comunicaciones (las estaciones que forman parte de la red de telemetría). Algunos dispositivos nuevos (del 2001) han empezado a fallar y no cuentan con repuestos. No hay programa de reposición de repuestos.

Las pérdidas de información son grandes, los limnigramas podrían ser de 15 minutos pero con frecuencia dejan de funcionar. Una vez al mes se recogen las tarjetas de las que no cuentan con sistema de transmisión y las descargan en oficina, lo que lleva implícito otro lapso de tiempo sin datos. Además, si la estación falla, este suceso no se detecta hasta la siguiente visita.

• Unidad de Información

Esta unidad, que también es coordinada por la profesional titular del Área de Información y Estudios Especiales, se encarga del procesamiento hidrológico básico de la información. Aquí se mantienen las bases de datos de hidrología, calidad de agua e hidrogeología. Se procesa la información y se elabora la estadística hidrológica.

- Personal

Cuenta con 2 técnicos y un Ingeniero civil recientemente graduado que está en proceso de capacitación en las áreas hidrológicas, pero, definitivamente, se requiere contar con personal profesional, especialista y mejor formado en este área.

- Medios informáticos

En cuanto a medios informáticos, disponen de la utilidad G06 de la HOMS, proporcionado por OMM, la cual puede considerarse obsoleta (fue instalada en el 94 y fue desarrollada para el sistema operativo MS-DOS). Calculan y almacenan las curvas de gasto, aunque se estima conveniente que dispongan de algún software especial para este tipo de tareas.

La digitalización no es completa, en el sentido de que los datos se manejan con tablas de hoja de cálculo (Excel), no pudiendo aprovechar las ventajas de la informatización en bases de datos. Esto ocurre también con los datos de aguas subterráneas y con los de calidad del agua.

No hay sistemas seguros de archivado de datos. Operan con una máquina antigua y tratan de hacer respaldos de la información aunque no disponen de medios para ello. Podrían contar con el apoyo de la Unidad de Servicios Informáticos (USI), pero para algunas tareas precisarían de personal especializado que la Unidad de Información no tiene.

Hay que resaltar aquí que el cambio de software implicaría necesariamente una renovación importante del hardware, y la mayor parte de sus ordenadores son muy antiguos.

No usan las tecnologías SIG sino es a través de la USI.

De aguas subterráneas se recopilan datos de nivel y calidad. Emplean sondas eléctricas y multiparamétricas y en ocasiones se toman las muestras para llevar a laboratorio. Los sondeos se realizan en pozos. Esta información también se almacena en Excel.

La información del laboratorio cada dos meses se almacena también en hojas de cálculo, produciéndose una actualización cada dos meses. La agencia canadiense de cooperación internacional (ACDI) proporcionará software para el manejo de este tipo de información desarrollada por ES-Aquatic.

En resumen, el área de información e hidrometría se basa en personal sin formación específica, salvo la adquirida por la experiencia, con software insuficiente y obsoleto y sin el equipo hardware apropiado y suficiente (la mayoría de las máquinas son PCs del año 2000).

- El problema especial de las curvas de gasto para aguas altas

Antiguamente se quedaban esperando las crecidas durante la noche para hacer el trabajo de aforo al día siguiente. La degradación de las cuencas altas se refleja en los arrastres y flotantes, lo que complica los aforos directos en situaciones de aguas altas pues aumenta la peligrosidad del trabajo, ya bastante alta por otros problemas de seguridad. Además cuentan con la carencia de viáticos para cubrir los gastos nocturnos y de hospedaje que implicaría realizar este tipo de aforos.

El consultor en hidrología que participa en esta misión les ha recomendado que apliquen una metodología basada en estudios hidráulicos, para lo cual precisan de topografía de las secciones de medida y zonas próximas. Están tratando de llegar a

acuerdos con universidades para que realicen los trabajos topográficos con prácticas de estudiantes (son trabajos muy costosos).

- **Unidad de Investigación Hidrológica**

Las principales funciones de esta unidad son las investigaciones sobre disponibilidad hídrica actual y proyectada, comportamiento hídrico superficial y sus causas, modelación hidrológica y apoyo al Centro de Pronóstico Hidrológico.

- **Personal**

Se trata de una unidad unipersonal, que hasta hace uno o dos años contó con apoyo de estudiantes universitarios que hacían sus prácticas en SNET o realizaban algunas investigaciones (se pretende, con este apoyo de tesis, continuar con algunos trabajos específicos). También contaron con apoyo de horas sociales (tiempo que tienen que dedicar los estudiantes para poderse graduar) pero el sistema se mostró menos útil por su carácter discontinuo (los estudiantes apenas podían dedicar una o dos horas diarias excepto en vacaciones).

- **Medios informáticos**

- Desarrollos propios**

Se está desarrollando el Sistema de Balance Hídrico Integrado y Dinámico, el cual consta de varios módulos. El módulo de aguas superficiales, se desarrolló dirigido por esta área de información, pero con el apoyo de un programador contratado a través de GWP El Salvador. Adicionalmente, con un proyecto del BID y la Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANANDA), se contrató a una empresa para que desarrollara los módulos de cálculo: MAS –aguas subterráneas; MODA-demanda de consumo humano, industrial, pecuaria y hotelera, acuícola térmica; MODRIE-demanda agrícola. Los desarrollos propios se han basado en los equipos de la USI, y la pérdida de alguno de sus miembros y la interrupción continua debido a asignación de múltiples tareas de otras áreas al programador asignado para la finalización del sistema, han ocasionado paro o retraso en algunos desarrollos y en la finalización y puesta en marcha del sistema mencionado.

No todos los cálculos son “online” sino que precisan sacar ciertos procesos fuera del sistema, como es el caso del empleo de SURFER para el cálculo de mallas o isolíneas de precipitación. A pesar de ello el sistema parece operacional y apto para trabajo a escala mensual. Su alimentación es a través de hojas de cálculo (Excel).

El sistema conjunto está pendiente de algunos remates para su total finalización. Los resultados han sido contrastados de algún modo, aunque no se ha podido hacer la calibración basada en los datos hidrométricos.

- SIG**

No emplean directamente tecnologías SIG, sino que recurren al apoyo de la USI, la cual emplea el software ILWIS (www.ilwis.org).

- Modelos**

Han empleado el modelo HBV de simulación continua, aplicado a simulación mensual y a nivel horario en la cuenca del río Grande de San Miguel basado en estaciones telemétricas. Actualmente este modelo está en uso por el CPH.

El software Hec HMS ha sido usado para analizar algún evento en particular, generalmente dando apoyo al servicio de pronóstico.

El Paquete para cálculos estadísticos SPSS ha sido empleado para obtener regresiones múltiples relacionando, lluvias y escorrentías con indicadores de la variables macroclimáticas (temperaturas) tipo ENSO, Niño, Niña.

Usaron en cierto momento el Chac del CEDEX para el relleno de series o el CLIM Lab para el establecimiento de relaciones con variables macroclimáticas.

Han usado Hec Ras para analizar algún caso puntual, que la mayoría de las veces estaba relacionado con el estudio de algún punto de crecida.

Está pendiente el análisis de necesidades para los estudios básicos para el sistema de alerta temprana del área urbana de San Salvador.

Según informaron, los meteorólogos no calculan las evapotranspiraciones (ET) periódicamente ni calculan mallas de precipitaciones. No obstante, el método y los datos de partida que usan para la ET son los mismos.

Los resultados de balance hídrico se publicarán en la web, con sus resultados de disponibilidad hídrica.

Por limitaciones de equipo humano no afrontan el tema de indicadores de sequía.

Se incluyen los informes examinados en relación a la Unidad de Investigación Hidrológica, que en su mayoría, han sido publicados en la web:

- Análisis del comportamiento hídrico en El Salvador. Posibles causas e implicaciones. Julio 2002.
- Análisis de crecidas de 2003 en rio grande de San Miguel para mejora de SAT de la cuenca. Octubre 2004
- Análisis hidrológicos en cuenca del río Paz para mejora de SAT de la cuenca. Abril 2004
- Balance hídrico integrado y dinámico en El Salvador. Componente evaluación de recursos hídricos. Diciembre 2005
- Variaciones hidroclimáticas o evidencias de cambio climático en El Salvador Julio 2006

El total de publicaciones, algunas en revistas nacionales o documentos internacionales, se muestra a continuación:

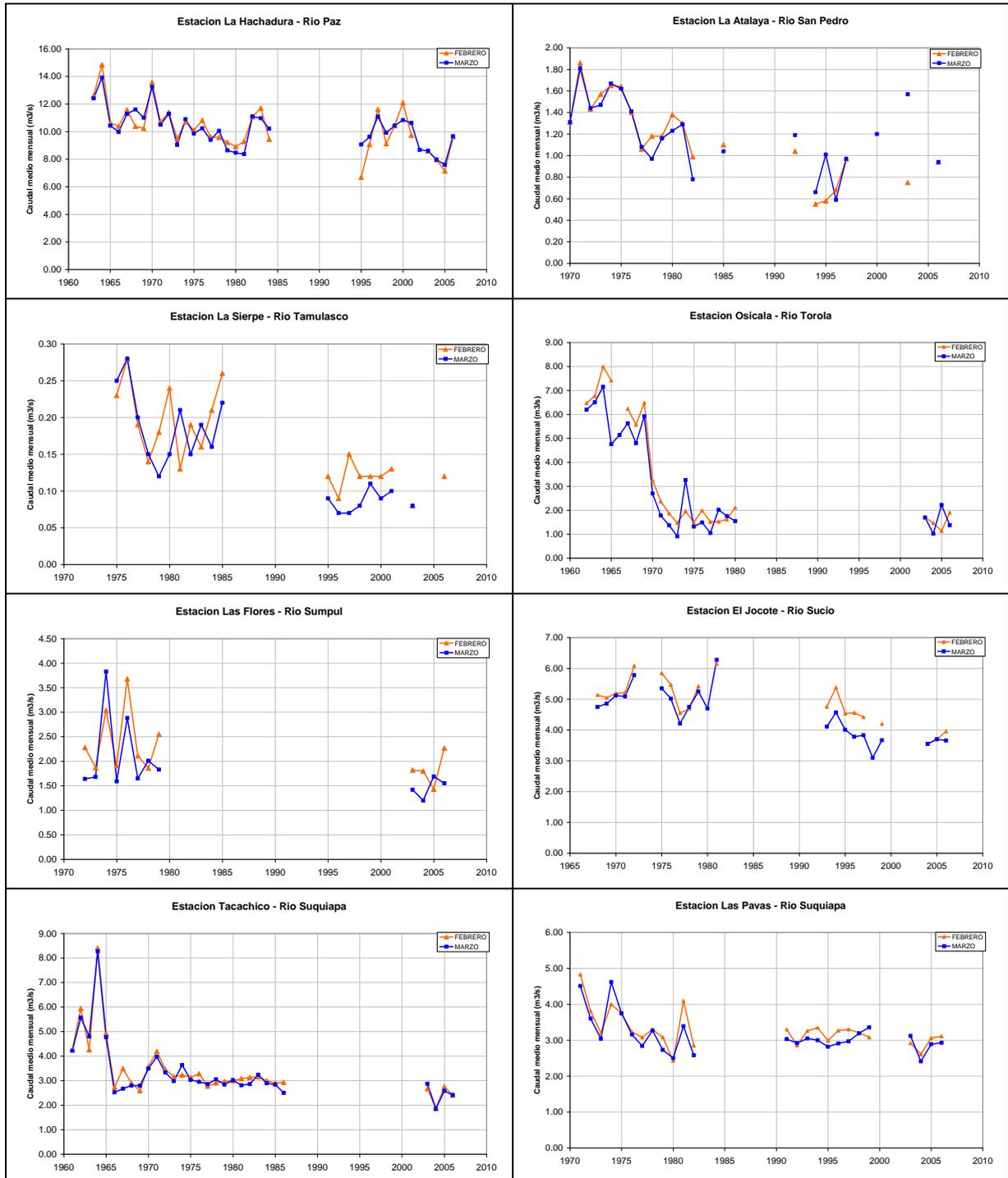
- Registro de Inundaciones históricas en El Salvador, 2002-2006. (Desde el 2006, la actualización la realiza el Centro de Pronostico Hidrológico) <http://mapas.snet.gob.sv/hidrologia/select.php>
- Boletines estacionales de comportamiento hídrico, 2002-2003.
- Definición de umbrales para etapas de monitoreo, preaviso, alerta y emergencia de 13 estaciones hidrométricas de El Salvador, 2002-2003.

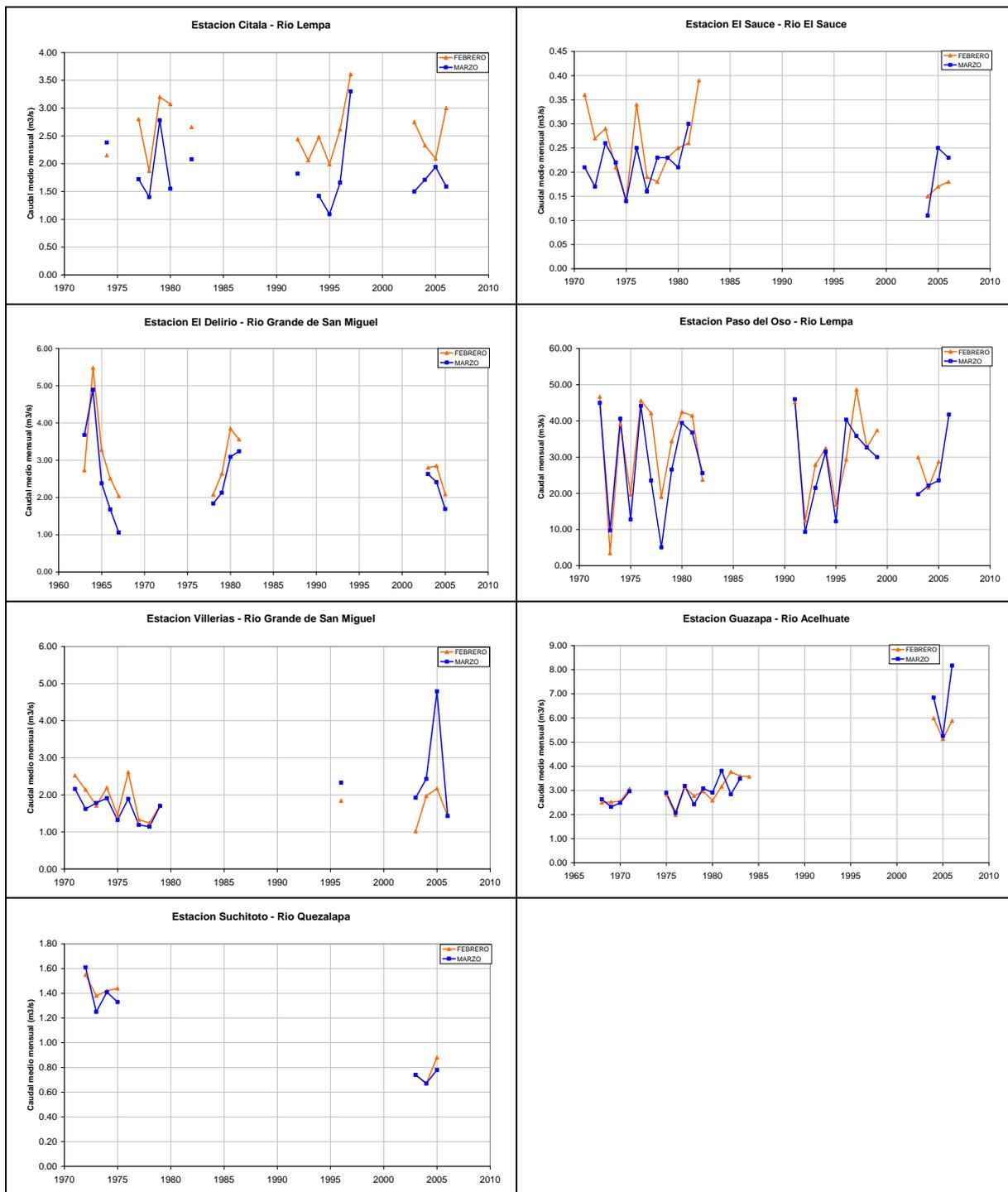
- Análisis del comportamiento hídrico en El Salvador. Posibles causas e implicaciones. Julio 2002.
- Regionalización de caudales Máximos y Medios en El Salvador, 2004. <http://www.snet.gob.sv/estudios/uploads/caudales.pdf>
- Metodologías para la Estimación de Caudales medios en El Salvador, Revista Ingeniería y Arquitectura de ASIA. N° 159 año 2006.
- Comportamiento Hídrico en El Salvador. Publicado en el Libro Rojo del Programa Hidrológico Internacional IAHS. 2006.
- Análisis de crecidas de 2003 en rio grande de San Miguel para mejora de SAT de la cuenca. Octubre 2004
<http://www.snet.gob.sv/estudios/uploads/Crecientes2003RGSMdoc.pdf>,
<http://www.snet.gob.sv/estudios/uploads/Crecientes2003RGSMpres.pdf>
- Análisis hidrológicos en cuenca del río Paz para mejora de SAT de la cuenca. Abril 2004.
http://www.snet.gob.sv/estudios/uploads/HidrologicoPaz_Fortalecimiento2004doc.pdf
- Balance hídrico integrado y dinámico en El Salvador. Componente evaluación de recursos hídricos. Diciembre 2005
- Comparación de volúmenes de Escurrimientos en Mitch y Stan en las cuencas Lempa y Paz. Publicación en página web de SNET. Octubre 2005.
<http://www.snet.gob.sv/estudios/uploads/VolumenesEscurrimiento.pdf>
- Balance Hídrico en Cuenca de Rio Ilopango. Publicación en página web de SNET. Febrero 2005.
<http://www.snet.gob.sv/estudios/uploads/Balancellopango.pdf>
- Variaciones hidroclimáticas o evidencias de cambio climático en el salvador? Julio 2006. <http://www.snet.gob.sv/estudios/uploads/CCLimaticoELS.pdf>
- Análisis de relaciones entre variables macro climáticas y caudales en cuencas de El Salvador, 2007.
- Creación y Diseño del Sistema de Balance Hídrico Integrado y Dinámico en El Salvador, 2006-2008.
- Fortalecimiento del Sistema de Alerta Temprana de la Cuenca del Río Grande de San Miguel, a nivel horario con el modelo HBV. Marzo 2007
- System of Integrated and Dynamic Water Balance of El Salvador. A publicarse en el XIII Congreso Mundial del Agua, en Septiembre 2008.
- Calibración preliminar del modelo HBV a nivel mensual en la cuenca del Río Grande de San Miguel para completacion de datos faltantes de caudal de series históricas. Dic 2006.

La problemática de las series de caudales

Los registros históricos con que cuentan imponen grandes limitaciones en muchos tipos de estudios al no contar con longitud suficiente y por las lagunas de información existentes.

La tabla que se incorpora (extraída del informe “Variaciones hidroclimáticas o evidencias de cambio climático en El Salvador”. Julio 2006) ilustra el párrafo anterior de modo tal que no se consideran necesarias mayores explicaciones:





- **Unidad de Hidrogeología.**

- **Recursos humanos**

Esta unidad es unipersonal, aunque se encuentra en proceso de aprobación la propuesta para la contratación de una plaza de apoyo a la investigación hidrogeológica. Para el monitoreo de pozos, se apoya en la Unidad de Hidrometría y en la parte informática, con la USI. Será necesaria la formación del personal para el uso de equipos de prospección geofísica. Se ha contado con colaboraciones con

universidades para la elaboración de tesis de grado (en la actualidad no hay ningún proyecto de esta naturaleza en marcha).

Se tienen abiertos varios proyectos de cooperación, especialmente con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), por las limitaciones de personal, no se ha dedicado últimamente mucho tiempo a ellos. Sus objetivos son la determinación de Áreas de Recarga en El Trifinio, con la participación de otras entidades tales como la Vicepresidencia de la República a través de la Secretaría del Trifinio, CEL, ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados), la Universidad El Salvador y el MAG. También está en ejecución, pero con retraso, el proyecto de determinación de zonas de recarga en el Acuífero de Zapotitán-San Juan Opico, el cual se desarrolla con ANDA y con la Empresa LAGEO (Geotérmica). En ambos proyectos se usan metodologías de muestreo de Isótopos.

Adicionalmente, trabajan en dos proyectos del Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO, uno es sobre el Manejo de Acuíferos Transfronterizos (Programa ISARM Américas), el cual también es coordinado por la Unidad de Ambiente y Desarrollo de la Organización de Estados Americanos (OEA), y el proyecto titulado “del Conflicto Potencial a la Cooperación Potencial (PccP)” en el Acuífero Transfronterizo Ostúa-Metapán, el cual se ejecuta en conjunto con el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH) y las organizaciones homólogas al SNET de Guatemala.

- Medios materiales

Disponen de 22 limnímetros instalados en pozos de monitoreo y otros 20 que no están siendo usados pues no tienen los pozos. Tienen sondas multiparamétricas para medir parámetros físico-químicos en campo.

Disponen de equipo de geofísica con fondos BID que aún no han usado. No han ido a cursos de formación para los trabajos de campo ni para su interpretación de los datos. Los equipos están basados en resistividad.

Se instalaron 9 pozos con el Proyecto Fortalecimiento a la Gestión Ambiental (FORGAES) con fondos de la Unión Europea, pero dos de ellos ya han sido objeto de actos vandálicos.

- Medios informáticos

Herramientas informáticas: AQUAChem, para calidad de agua, de Schlumberger water services, Waterloo Hydrogeologic Software. También la aplicación CEBEDIEM que es utilizado para la descarga de los niveles de agua subterránea de los pozos de monitoreo.

No disponen de acceso a ningún software SIG, ni siquiera visores. Ya trabajaron en la idea de un sistema de información hidrogeológico que llegó a un producto de demostración, inacabado hasta la fecha.

Se estima necesaria una cierta capacitación, en especial en lo relativo a software. Podrían necesitar un asesoramiento de software disponible.

- Problemática general de los pozos en el país

La mayor parte de los aprovechamientos para el consumo humano tienen su origen en pozos. El aprovechamiento de las aguas superficiales es escaso, probablemente debido a su bajo nivel de calidad, aunque se usan las del río Lempa para San Salvador, pero las zonas rurales no se han beneficiado de políticas de inversión en infraestructura para riego o distribución de agua.

Hay comunidades que usan manantiales y estos aprovechamientos tienen cierta importancia.

Los pozos perforados, más profundos, están en el acuífero del área metropolitana de San Salvador y Soyapango y en el acuífero de Zapotitán. Los 9 pozos del proyecto FORGAES fueron específicamente concebidos para el monitoreo con limnógrafo. Se registran automáticamente 2 niveles diarios. Es automático, se podrían coleccionar los datos 1 vez al año, pero se quiere hacer dos veces.

El resto son excavados por métodos artesanos, más someros, de unos 10 a 15 metros que se usaban para pequeñas extracciones. Estos pozos llegan a secarse en la época más seca. En ellos es el los que se hizo algún monitoreo en el periodo 2006-2007.

En Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) hay registros continuos en algunos pozos gracias al proyecto de fortalecimiento de la gestión ambiental FORGAES (fondos europeos) y del proyecto de descontaminación de áreas críticas (DAC, fondos BID con contrapartida salvadoreña). Esta información no ha sido transmitida aún al SNET.

ANDA es propietaria de algunos de los 22 pozos (ahora en desuso) donde se han instalado los limnógrafos. Esto también se hizo con pozos en desuso propiedad del Ministerio de Agricultura.

Los desplazamientos y acceso a los pozos puede ser difícil y costoso, pero la máxima dificultad está en la falta de colaboración de diferentes instituciones a la hora de proporcionar información.

Se detecta interesante abrir vías de comunicación con empresas y otras entidades para una colaboración. Cabría la posibilidad de exigir, para la construcción de pozos, sistemas de monitoreo previendo la obligatoriedad de acceso a ellos y sus datos, pero actualmente se cuenta con un vacío legal que no obliga a las diferentes entidades a proporcionar la información necesaria para los estudios hidrogeológicos.

Las instalaciones en campo cuentan con el problema añadido del vandalismo y el robo. Puede que una revisión de las instalaciones aconseje sistemas de protección que hagan disminuir las pérdidas por esta causa.

- Estudios y modelación

En la actualidad existen tres proyectos en marcha: **a)** "Acuíferos Transfronterizos", con el Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la OEA, **b)** "Monitoreo de Acuíferos Rurales y Urbanos", con el Organismo Internacional de Energía Atómica en coordinación con ANDA, LAGEO y la Vicepresidencia de la República, y **c)** "Monitoreo de Acuíferos de la Cuenca Alta del Río Lempa", con el Organismo de Internacional de Energía Atómica en coordinación con la Vicepresidencia de la República.

Con financiamiento del BID se está desarrollando "El Diagnóstico de la calidad del agua subterránea de 3 zonas prioritarias". El estudio es desarrollado por expertos mediante contrato (ejecución externa a la institución).

La geología volcánico-teutónica hace complicado lo relacionado con aguas subterráneas. Hay muchos almacenamientos confinados a un área muy reducida, es decir, hay muchos acuíferos de pequeñas dimensiones. Se estima necesaria la

priorización de estudios, centrando la atención en los más grandes y de uso más extendido (en función de la demanda o número de usuarios o consumidores).

Con fondos BID se afrontan varios proyectos, y actualmente se está tratando de elaborar un modelo conceptual del acuífero, trabajo que está realizando una consultora. Esta línea ha estado muy condicionada por el empleo de información de los pozos excavados, pero actualmente se están tratando de orientar los trabajos hacia acuíferos de mayor producción y más profundos.

Hay un estudio geológico a escala 1:100.000 de los años 60 realizado por los alemanes. Desde entonces, pueden haberse formado nuevas fallas.

La mayor parte de los estudios que se realizan son puntuales, generalmente en respuesta a problemas detectados por contaminación u otros.

A modo de anécdota que se estima interesante pues refleja la problemática del agua subterránea en el país, se cita aquí que la fábrica de Coca Cola se desplazó desde la zona este de San Salvador hacia el norte, al área de Nejapa, en busca de agua. Las empresas de nueva instalación se están situando en esta misma área. Se supone que entidades como Coca Cola hicieron sus propios estudios, aunque es probable que la mayoría fueran muy puntuales. El diagnóstico medioambiental, que exige el Ministerio, incluiría algo relacionado con la hidrogeología, pero se supone que su ámbito es muy reducido.

- Datos históricos

SNET cuenta con datos de monitoreo de aguas subterráneas muy someras (instalaciones en pozos excavados) del período 2004 al 2006. SNET no dispone de los registros históricos de acuíferos más profundos aunque puede que los tengan otras instituciones, tales como ANDA, pues pide información para proporcionar una nota de no afección para nuevos aprovechamientos derivados de nuevos desarrollos urbanos o industriales. Esta información estará en papel y no hay acceso a ella.

8.1.3 Gerencia de Estudios Territoriales y Gestión de Riesgos

En el SNET, dependiente de la Gerencia de Estudios Territoriales y Gestión de Riesgos, se dispone, entre otras, según se muestra en la figura 15, de una unidad de Ingeniería, Observación y Monitoreo (UIM), una de Tecnologías Informáticas, responsable de las necesidades informáticas y del GIS existente y una de Usuarios compartidas por todas las gerencias que dependen del SNET.

Su estructura orgánica es la que sigue:



Fig. 15: Organigrama del Servicio de la Gerencia de Gestión de Riesgos.

Al frente de cada una de las cinco unidades que integran esta Gerencia se encuentran dos Ingenieros, 1 Arquitecto y 2 Licenciados

8.1.3.1 Informática

Equipos de Cómputo

Los equipos de cómputo del SNET forman parte de la red de equipos del MARN. El SNET dispone de más de 40 equipos de cómputo conectadas por una red LAN por protocolo TCP/IP.

No se dispone de comunicación por computadora a las oficinas donde residen las estaciones sinópticas en Ilopango, Santa Ana, San Miguel, Acajutla y La Unión.

En las áreas de captura de datos hidrométricos, en el CPM y en el CPH, algunos de sus equipos de cómputo requieren mejoras.

Algunas áreas expresaron sus necesidades de actualización de equipos, pero no se dispuso de un mapa de los equipos de cómputo disponibles con sus características.

Actividades

Es la encargada de la página Web del SNET, mantiene una serie de servidores para tal fin, provee de servicios cartográficos y de información geográfica a las diferentes áreas del SNET y los apoya con procesos y desarrollos informáticos. Ha generado unas bases de datos en PostgreSQL para la publicación de la página Web del SNET, construida en gran parte por páginas dinámicas basadas en los informes y pronósticos de Meteorología, Hidrología y datos de estaciones automáticas y servidores GIS.

La cartografía y la representación de información sobre mapas y sistemas de información geográfica por este departamento está bien presentada lo que genera una buena imagen para la institución. La dirección de la página Web del SNET es: <http://www.snet.gob.sv>

Procesamiento de datos

En el SNET el manejo de la información de datos de variables medidas en las estaciones se hace de manera independiente en cada una de las áreas: Meteorología, Hidrología, Geotecnia, Oceanografía. La información manejada en Meteorología e Hidrología se consolida en hojas de Excel, en diversos formatos y niveles de agregación dependiendo del uso que se le da.

Para la publicación de la página en Internet se han creado algunas bases de datos en PostgreSQL que tienen el objetivo específico de publicación de la información en Internet, dada la fuerte orientación del SNET a la prevención y mitigación de desastres. En estas bases también se almacenan los datos a detalle de las estaciones automáticas que se reciben vía satélite GOES. La página Web del SNET tiene una gran parte de integración por medio de páginas dinámicas operadas por medio de PHP.

Se cuenta con una estación receptora de datos al satélite GOES 12. La información se transmite a través de los canales 93 y 111 y se utiliza el canal 123 para transmisiones de alertas. Se reciben datos además de 5 estaciones automáticas de la cuenca alta del río Lempa que están en Guatemala (3) y en Honduras (2). El receptor es operado en el CPH. Las estaciones son en su mayoría de marca SUTRON y 5 de marca OLIMPO. Las estaciones meteorológicas transmiten a través del canal 111 y las transmisiones son cada hora, mientras que las transmisiones de las estaciones hidrométricas se hacen a través del canal 93 cada tres horas. La cantidad de datos en cada transmisión corresponde a dos intervalos para minimizar pérdidas. Algunas estaciones transmiten en formato carácter y otras en formato binario. Los datos se decodifican y se mandan a diversos archivos de texto. Por medio de un procedimiento se cargan a las bases de datos en PostgreSQL para su publicación a través en Internet. Para el manejo de esa información por las áreas de Hidrología y Climatología se hacen resúmenes que se cargan a hojas de Excel en donde son utilizadas para la generación de sus informes periódicos y de los estudios que elaboran esas áreas.

Se cuenta con una licencia de Microsoft SQL-Server donada por Alemania y se han iniciado actividades con el fin de darle utilización.

8.1.3.2 Unidad de Ingeniería, Observación y Monitoreo

Tiene como misión brindar los servicios de diseño, construcción y mantenimiento preventivo-correctivo del equipamiento e infraestructura de las estaciones de monitoreo Sísmico, Meteorológico, Hidrométrico y otras, así como velar por la seguridad de la infraestructura y las facilidades de la institución. Da servicio a todas las gerencias del SNET, por lo que su personal está especializado en los diferentes tipos de redes y se presta apoyo mutuo.

Actividades

Existe un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, por el contrario no hay mantenimiento externo contratado en ningún caso.

Personal

La organización del mismo viene dada por el siguiente diagrama

Estructura actual de la Unidad de Ingeniería, Observación y Monitoreo (UIM)

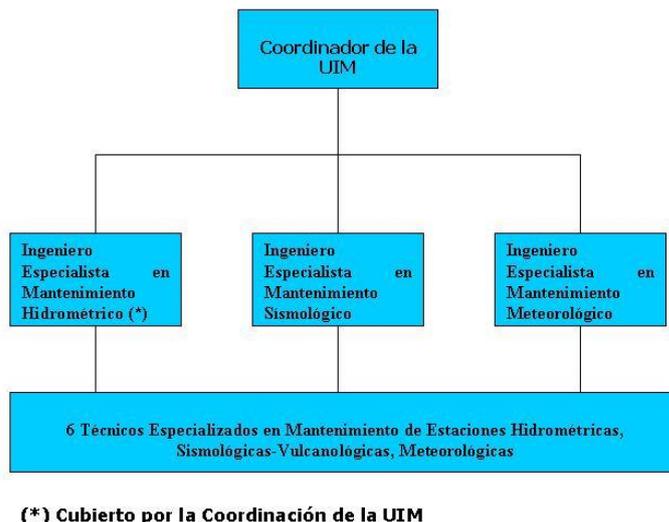


Fig. 16: Organigrama de la UIM

Actualmente el coordinador de la unidad es uno de los ingenieros especialistas. Existe un laboratorio para reparaciones, pero en muy precarias condiciones de espacio, equipo y materiales

8.1.3.3 Área de Usuarios

Actividades

Resuelve las peticiones o las encausa al personal adecuado para que sean atendidas. Además se ocupa del cobro y de la gestión administrativa del mismo.

Los ingresos van a fondos especiales para disposición del SNET, aunque existen problemas por la reciente reestructuración del área administrativa del MARN para que sea efectiva dicha disposición de fondos por parte del SNET.

No existe una ley de precios, aunque hay una tabla de precios para una serie de productos normalizados

Procesamiento de datos

Dispone de un PC que le permite elaborar documentos y hojas de cálculo. Cuenta con el apoyo del área de informática para realizar las presentaciones más elaboradas. Al no existir una base de datos conjunta en el SNET necesita que todas las peticiones sean atendidas por el área correspondiente y realizada su presentación final por esta área de Usuarios.

Personal

La unidad de atención a usuarios está compuesta de una sola persona y está integrada en el CIAGRO, aunque trabaja para atender solicitudes de todas las

gerencias del SNET y orgánicamente depende de la Gerencia de Gestión de Riesgos y Estudios Territoriales.

8.1.4 Gerencia de Oceanografía

Esta Gerencia es de reciente creación y su objetivo sería realizar observaciones, interpretaciones, pronósticos, e investigaciones de fenómenos oceanográficos que pueden representar riesgos y beneficios a la población de El Salvador, así como la integración de los inventarios de los recursos marinos en el país, y colaborar en la preservación de dichos recursos. Su estructura orgánica prevista es la que sigue:

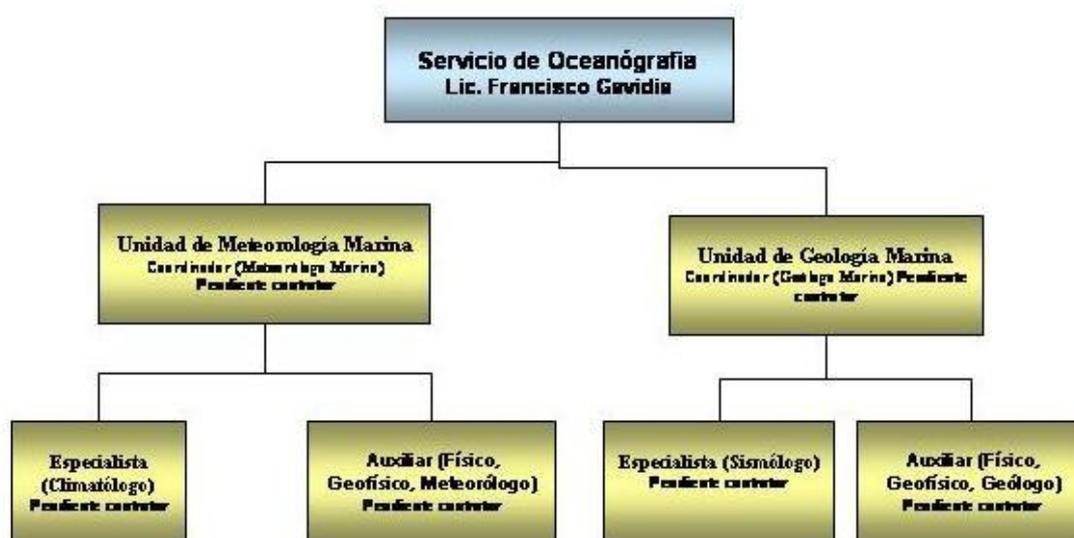


Fig 17: Organigrama de la Gerencia de Oceanografía

Actividades

Vendrán definidas en lo referente a la meteorología por lo siguiente:

- Generar, acceder y sistematizar datos sobre los procesos y eventos de la variabilidad y cambios climáticos.
- Distribuir y diseminar la información científica disponible de los riesgos relacionados con la variabilidad y cambio climático.
- Identificar, promover y participar en la búsqueda de financiamiento para la investigación de eventos y procesos climáticos.
- Contribuir a establecer los lineamientos para formular políticas y normas para el uso de los recursos climáticos.
- Elaborar bases de datos de información climática que puedan ser utilizadas por otras instituciones gubernamentales, privadas, académicas y público en general.
- Registrar, procesar y analizar los datos e información sobre vientos y oleajes extremos, elaborar informes y alertar en el caso de que los oleajes extremos sobrepasen valores predeterminados.

Pretende asumir la predicción operativa del estado de la mar con horizontes de previsión semanales actualizados cada 48 horas.

Procesamiento de datos

Dispone de 3 mareógrafos.

Personal

Es una gerencia de nueva creación la que estará formada, en un futuro, por un gerente y 4 personas integradas en un área de meteorología y otra de oceanografía. En referencia al área de meteorología se persigue que esté integrada por un meteorólogo marítimo y un "climatólogo marítimo", según se muestra en su estructura orgánica.

8.1.5 Sistemas de Comunicación

Estado actual de las telecomunicaciones en el SNET

Los sistemas de comunicación utilizados vienen dados por el teléfono y radio (voz), telemetría satelital e Internet.

Dado que el riesgo más común en el país es debido a las lluvias y las consecuencias que acarrearán, se dedica una especial atención a este parámetro hidrometeorológico. Esta información se recoge de dos formas diferentes: La primera es de forma telefónica llamando diariamente a una serie de estaciones climatológicas seleccionadas y la segunda por telemetría, aunque esta red no la consideran fiable por el estado e instalación de los sensores. El resto de las estaciones existentes no tienen más relación con el SNET que el envío de la información diaria de forma mensual.

En el caso de las estaciones aerosinópticas la información es transmitida por el teléfono o y radio (voz) de forma horaria y mientras el observatorio tiene personal. Una vez transcrita se envía al ISCS mediante el software METLAB de transmisión satelital. Fuera de las horas de servicio del personal los datos llegan por telemetría (en una estación fuera de servicio el transmisor).

En el CPM disponen de una conexión al Internet de 4 Mbps. La red local es de 100 Mbps. Por ser el SNET parte del MARN, los servicios informáticos generales y de telecomunicaciones quedan dentro del Ministerio. Esta banda ancha de comunicaciones les permite recibir los modelos meteorológicos. Se utiliza el sistema RAMSDIS de recepción de imágenes de satélite y comunicaciones junto a un sistema MCIDAS para composición y generación de productos gráficos. Reciben, vía Internet, los productos libres del modelo área global de la NOAA. Como alternativa disponen del sistema METLAB para recibir los productos de los modelos elaborados por diferentes organismos internacionales. Actualmente están instalando un sistema de recepción satelital para productos EUMETCAST.

En situaciones críticas, estas velocidades no son suficientes para atender la alta demanda de servicio, por lo que se sugiere que se haga una mejora sustantiva en la velocidad de conexión. Se pueden analizar otras alternativas para esos casos como tener un servicio contratado comercialmente el cual sea redireccionado para informar durante emergencias de manera más eficiente.

Las EMAs y EHAs con telemetría envían a NESDIS a una velocidad de transmisión de 100 baudios, lo que está fuera de los requerimientos actuales que piden la transmisión, al menos, a una velocidad de 300 o 1.200 baudios

8.1.6 Sistemas de Información y Bases de Datos

Actualmente, en relación al proceso de predicción, una de las debilidades importante para afrontar un proceso de Vigilancia y Pronóstico de Fenómenos Hidrometeorológicos Adversos es la falta de personal que cubra un servicio de 24 horas, o de manera alternativa, el establecimiento de un protocolo que permita la vigilancia 24 horas al día si las condiciones meteorológicas en cualquier parte del país así lo requirieran.

En lo que se refiere a las bases de datos, el SNET no cuenta con una base de datos integrada, centralizada. Por lo tanto, es necesario avanzar en la consolidación de acuerdos interinstitucionales que permitan que se recabe la información meteorológica e hidrométrica de otras instituciones relacionadas, con el fin de lograr tener una integración total en una base de datos de alcance nacional.

Se adjunta el punto 8.5.1 sobre diagnóstico de la situación actual en relación a las bases de datos.

8.1.7 Sistema de Emergencias

Los fenómenos meteorológicos adversos afectan de una manera determinante la calidad de vida de los ciudadanos de El Salvador; además producen regularmente cuantiosas pérdidas económicas en el país. Una parte considerable de estos daños podría mitigarse si se dispusieran de los medios adecuados de prevención y aviso de fenómenos adversos. Para ello es necesaria la actualización del SNET, tanto en su vertiente de Observación del estado actual de la atmósfera como de Previsión de la misma en los distintos rangos del Muy Corto, Corto, Medio y Largo Plazo. En el desarrollo de estos sistemas aparece como elemento esencial el de las Comunicaciones, tanto las de carácter interno en el propio SNET, con la recopilación de datos necesarios para el conocimiento profundo del estado de la atmósfera, requerido para la elaboración de las previsiones, como la que éste debe utilizar hacia la Sociedad en su conjunto y a los Sectores económicos afectados en particular, con definición clara de vías de enlaces, protocolos y procedimientos a emplear en cada situación.

La eficiencia de muchos sectores económicos depende en mayor o menor grado de las variables hidrometeorológicas. Por ello, la previsión acertada de la misma puede incidir directamente en sectores claves de El Salvador, entre otros, el transporte aéreo, marítimo y terrestre, la generación de energía eléctrica, la agricultura, la pesca, el turismo, la construcción, la energía, el manejo de los recursos hidráulicos.

Sin embargo, dentro del conjunto de actividades productivas, primarias, secundarias o terciarias afectadas por los fenómenos meteorológicos, destaca la agricultura como la más favorecida si recibe una adecuada información meteorológica, que pueda evitar o paliar parte de las pérdidas que siempre son elevadas. Todo ello a pesar de que su capacidad de respuesta a los fenómenos meteorológicos es limitada, pero siendo tan grande el volumen de pérdidas, un porcentaje del 40% estimado como recuperación de pérdidas llega a ser realmente muy importante. Otros sectores, como las Comunicaciones, el Transporte y la Construcción son más fácilmente protegibles a los fenómenos meteorológicos, y el porcentaje de recuperación de pérdidas si se dispone de una adecuada información meteorológica puede ser incluso mayor que en la agricultura. No obstante, por la importancia de su volumen, la reducción de pérdidas en el sector agrícola podría ser mucho más significativa que en estos sectores.

El periodo clave en la activación del sistema de emergencias es la estación de lluvias. Durante el mismo, y cuando el caso lo requiere, se realizan reuniones clínicas en el CPM con participación de todas las gerencias implicadas, donde se establece el tipo de emergencia y a quien corresponde la misma. En caso de ser de tipo meteorológico, el CPM es el encargado de comunicarla a todos los organismos estatales (Ministro, Protección Civil, Alcaldías, etc) y entes privados (ONGs, empresas, etc), así como directamente a las comunidades y red local de observadores.

Los tipos de emergencia definidos y con los protocolos bien delimitados en las diferentes Gerencias del SNET son:

- Oleaje Fuerte y Marejadas
- Lluvias Extremas
- Vientos Moderados y Fuertes
- Inundación
- Incendios
- Eventos de Sequía
- Vigilancia Tsunamis Distales
- Vigilancia Tsunamis Regionales
- Vigilancia de Volcanes
- Vigilancia Sísmica
- Vigilancia de Deslizamientos
- Oleaje fuerte

Se adjunta el **punto 8.3.2 relacionado a Emergencias**, con ejemplos de algunos de los protocolos de emergencias meteorológicas y el área cubierta en cada una de las fases de vigilancia.

8.2 Necesidades detectadas

En general, a nivel de las distintas Gerencias analizadas, se observaron deficiencias en diversas áreas que se describen a continuación. En cualquier caso se requiere un esfuerzo de coordinación y una política comercial fruto de un estudio de las necesidades del mercado.

Coordinación

Es de destacar que la gestión de datos, en su generalidad, de las redes hidrométrica y meteorológica se hace de forma separada. Esto debiera cambiar con el fin de economizar recursos, especialmente en los aspectos de mantenimiento y supervisión de las redes, mucho más si en un futuro comparten instrumentos de observación.

Los datos provenientes de las redes de observación operadas por otras instituciones privadas (cafetaleros, empresas, ONGs, etc) no son compartidos en bases de datos comunes.

Sostenibilidad

La situación actual del SNET es extremadamente difícil y complicada, carece de Centro de Formación, y ninguna otra institución del país imparte docencia en Meteorología. La Organización tiene total dependencia administrativa del MARN y el presupuesto sólo permite una subsistencia precaria de toda la Institución.

La meteorología y la hidrología deben ser fortalecidas en sus infraestructuras principales (capacitación profesional, redes de observación, sistemas de telecomunicaciones, informática y sistemas de información), tendiendo a la colaboración con otros países del área con el fin de minimizar esfuerzos y maximizar rendimientos de las inversiones en equipos y personal y dado que, desde el punto de vista hidrometeorológico, los problemas a afrontar son similares.

A continuación, se detallarán las necesidades detectadas a nivel de las diversas áreas y en el punto 8.2.5 referido a la Gerencia de Hidrología, se presentará un conjunto de limitaciones que, si bien enfatizan los problemas detectados con relación al funcionamiento de esa Gerencia, son de aplicación general para el desarrollo de todas las actividades del SNET.

8.2.1 En relación a las redes de observación

Red sinóptica y aeronáutica

Sólo una de ellas tiene servicio las 24 horas, aunque no realiza observaciones durante algunas horas excepto en caso de riesgos meteorológicos. Aunque disponen de telemetría, la disponibilidad de sus observaciones fuera de los periodos con personal, se encuentra reducida al acceso de los pronosticadores a la intranet del SNET.

No existe confianza en las observaciones meteorológicas proporcionadas por las AWS que operan en estos observatorios. Este hecho viene relacionado con las dificultades de mantenimiento existentes y la falta de calibración de los instrumentos, extendida a los instrumentos convencionales y AWS.

Siendo la red básica de observación de El Salvador, las cinco estaciones deberían equiparse con los mejores instrumentos disponibles y las observaciones más

completas, incluyendo variables, como la radiación, que están deficientemente medidas en estos momentos.

La estación del aeropuerto de Comalapa opera independientemente y de forma privada del resto de la red, pese a ser la más representativa desde el punto de vista internacional. El SNET sólo opera en el aeropuerto de Ilopango, utilizable por la Fuerza Aérea y pequeños aviones privados, con lo que el organismo pierde una importante fuente de ingresos.

Red climatológica

Se observa una deficiente cobertura de la red. Es necesario ampliarla en algunas zonas de montaña, la costa y la zona Oriental para proporcionar adecuadamente el servicio que requieren los usuarios. La instrumentación está en muy mal estado y necesita cambiarse en la mayoría. Es deficiente la información de datos de viento en la costa y montañas del norte del país, pues casi todos los datos existentes se encuentran en la banda central del mismo.

Los instrumentos utilizados son muy antiguos y carecen de la calibración adecuada. El mantenimiento de primer escalón debería darse con frecuencia por los colaboradores de las estaciones con el fin de poder utilizar con garantías los datos de las estaciones con telemetría. Variables como la radiación global son medidas de manera muy burda con antiguos actinógrafos que deberían sustituirse por piranómetros de segunda clase en algunos lugares donde hay estaciones automáticas

Red agrometeorológica

La instalación de las mismas debe ser complementada con anemómetros de recorrido y termómetros de máxima y mínima para el tanque tipo A. Actualmente sólo en tres de ellos existe anemómetro y en ninguno termómetro.

Pluviométrica telemétrica

De las 18 estaciones instaladas sólo 11 se encuentran en funcionamiento, lo que provoca una grave deficiencia en la información en tiempo real existente para el CPH y CPM.

Red de altura

No existe y, dado el alto valor de su adquisición y mantenimiento, sólo sería factible la instalación de un sistema de radiosondeo en colaboración con los países de la Región. No obstante esta limitación, se considerará su provisión a través del proyecto, recomendándose la realización de las gestiones por los acuerdos regionales o subregionales que facilitarán su adquisición y mantenimiento, optimizando sus prestaciones.

Teledetección satelital

Con el sistema actual RAMDSIS el servicio se encuentra cubierto en la recepción en tiempo y resolución de estas imágenes. La puesta en marcha de productos EUMECASAT permitirá la mejora de productos de predicción, aunque no proporciona la frecuencia de actualización necesaria de las imágenes GOES.

El problema se encuentra en el sistema de comunicaciones del que depende, banda ancha. La solución al mismo debe pasar por la adquisición de un sistema de recepción de imágenes de satélite que permita garantizar el suministro de imágenes directamente del satélite GOES, suprimiendo la dependencia de Internet para la disposición de las mismas.

Radar y detección de descargas eléctricas

Los sistemas radar vienen siendo los más eficaces en la vigilancia de sistemas convectivos y alerta temprana, sin embargo su carestía en la adquisición y, sobre todo, en el mantenimiento, que debería depender de una empresa externa al SNET, hace poco factible su instalación en El Salvador. Además, siendo un país montañoso y donde los sistemas convectivos más peligrosos suelen venir de Honduras y Guatemala la instalación sería complicada y no garantizaría el cubrir adecuadamente todo el país. Hay que pensar también en la capacitación técnica del equipo de mantenimiento y los pronosticadores, que sería a plazo medio.

Una solución más factible y económica sería la instalación de un sistema de detección de rayos. Técnicamente, una buena resolución y fiabilidad para la localización de descargas eléctricas necesitaría de 4 sensores y el centro de procesamiento de datos. No obstante, dada la pequeña superficie del país, la instalación del mismo debería estar supeditada a la adquisición conjunta de los equipos y software por parte de varios países de la Región mediante acuerdo entre ellos. Siendo relativamente cara la adquisición del equipo, su bajo mantenimiento permitiría la sostenibilidad y realizar labores efectivas de vigilancia en los puntos donde se están desarrollando los fenómenos convectivos, por ello este sistema sería la opción recomendada.

Calidad del aire

Tal como está concebida en estos momentos, la vigilancia de la calidad del aire sólo efectúa estudios puntuales en focos contaminantes. Debido a la escasez de medios y personal del SNET, sería excesivo intentar abarcar los estudios anteriores y por ello se considera que el SNET no debería ocupar esfuerzos en material y personal en estos estudios que viene realizando otro departamento del MARN.

En un futuro, con los recursos de personal, formación y mantenimiento adecuados deberían instalarse 2 estaciones de calidad de aire en puntos del país para el estudio de contaminación de fondo.

Calidad del agua

La unidad de calidad de agua manifiesta las siguientes necesidades:

- Equipo de campo: Especialmente para sedimentos. No hay para lagos aunque si algo para ríos. Faltan redes para ríos y lagos. También lo relacionado con vehículos y lanchas para el monitoreo.
- Capacitación especial para el personal del laboratorio y remediación (descontaminación) de suelos y aguas..

Redes Hidrológicas

Las necesidades relacionadas con la Gerencia de Hidrología se exponen en el punto 8.2.5, en cuanto a recursos humanos, medios materiales, relación con usuarios y otras instituciones, coordinación interna y estudios e informes.

Referidos a las redes de observación, se relacionan en los **Anexos** el **punto 8.3.3 sobre la Red de Observación en superficie** con la propuesta de la nueva red y la **tabla de la página 81 sobre Estado de las Estaciones Hidrológicas**, con sugerencias de mejoras.

8.2.2 En relación a los sistemas de comunicaciones

Las telecomunicaciones son administradas globalmente por el MARN, quien deberá proveer las mejoras necesarias para atender las necesidades del SNET en casos de emergencia.

El sistema actual es totalmente inapropiado para el objetivo principal del proyecto. Se requiere un sistema de comunicaciones eficientes, automáticas, y en tiempo casi real que evite los sistemas obsoletos como la emisión de radiofonía.

Se estima que es necesario dotar a todas las oficinas y observatorios sinópticos con capacidad para comunicación Internet. La transmisión de partes por voz y la transcripción a papel de los mismos en varias ocasiones es una fuente de errores difícilmente detectables. Los medios actuales (teléfono y radio) deberían quedar como medios de respaldo.

Las AWS y AHS con telemetría envían a NESDIS. En el caso de las AWS transmiten a 100 baudios, por lo que en cualquier momento dejará de ser operativa esta telemetría, ya que la velocidad mínima de transmisión exigida son 300 baudios. Las estaciones meteorológicas telemétricas carecen del programa de codificación adecuado para transformar los datos recolectados en los partes METAR o SINOP y conseguir de esta forma un servicio de 24 horas de fácil difusión.

El sistema de envío de avisos y alertas deberá ser seguro, y alcanzar a todos los actores implicados en el sistema de alertas, particularmente la Protección Civil. Actualmente cada gerencia es la encargada de emitir dichos avisos, a través de la Dirección General del SNET, con su directa participación en la comunicación con comunidades y observadores y sería necesario habilitar un canal de comunicaciones seguro para caso de emergencias, bien mediante líneas físicas dedicadas o enlaces microondas que permitiera un flujo seguro y con toda la información necesaria entre el CPM y Protección Civil.

8.2.3 En relación a los sistemas de información

En el subproceso de predicción meteorológica

El sistema de vigilancia y predicción, objeto del proyecto, requiere un monitoreo ininterrumpido de las condiciones atmosféricas. De ahí que la dotación de personal asignada deberá ser la adecuada para mantener este tipo de servicio, de acuerdo con la normativa interna de SNET. Actualmente el servicio se encuentra cubierto adecuadamente, aunque a medio plazo no existen perspectivas de que así ocurra, ya que no existen pronosticadores formados y ello requiere un plazo mínimo de 2 años. Es urgente la necesidad de conseguir las capacitaciones adecuadas en tareas de predicción, modelización y downscaling que permitan al personal conocer e interpretar los modelos y sus límites.

Se necesita actualizar el Sistema METLAB-WAFS (STAR IV). Igualmente dotar del software adecuado a las EMAs para que sean capaces de transmitir por telemetría los partes sinópticos y metar al GTS.

El modelo utilizado más comúnmente es el MM5 con las limitaciones como subproducto del modelo de área global de la NOAA. De los resultados del mismo se deriva una regionalización de la predicción de precipitación en 6 áreas del país, que no parecen obedecer a una delimitación física o meteorológica objetiva y que daría un nivel de detalle que supera las capacidades objetivas del modelo.

Por otra parte, no hay que olvidar el asegurar la continuidad de energía en los equipos existentes en el CPM. Todos ellos deben estar provistos de servidores redundantes y de unidades de continuidad, independientemente de la existencia del grupo electrógeno que asegura la del SNET.

En el subproceso de predicción hidrológica

Las necesidades detectadas determinan la importancia de poder contar con lo siguiente, como forma de solucionar las mismas:

- Desarrollo de aplicaciones informáticas, que ayuden a realizar en forma más dinámica las tareas del monitoreo.
- Topografía de sitios de estaciones hidrométricas, para determinación de ceros hidrométricos y para extrapolación de curvas de descarga (fundamentales para la calibración de los modelos hidrológicos).
- Radares de bajo costo (de instalación y mantenimiento) para Sistemas de Alerta Temprana, especialmente para el área Metropolitana de San Salvador.
- Stock de repuestos para estaciones con transmisión telemétrica.
- Capacitación en lenguaje de programación LINUX.
- Capacitación para el personal técnico sobre estaciones hidrometeorológicas automáticas telemétricas.
- Capacitación en interpretación de imágenes meteorológicas satelitales.
- Capacitación para el análisis y discretización de datos de lluvia

En el subproceso de datos climatológicos

Los datos disponibles de los registros históricos de las estaciones climatológicas se utilizan para la planeación de las actividades económicas del país tales como la agricultura, aprovechamiento de los recursos hidráulicos, la construcción, el turismo, servicios, la pesca, salud humana, contaminación, educación, etc. Los productos son principalmente certificaciones para documentar pérdidas, estudios específicos, pronósticos climáticos estacionales, especialmente la influencia del fenómeno "El Niño", estadísticas y almanaques. Sólo se aceptan los datos que provienen de estaciones convencionales, siendo rechazados los datos provenientes de AWS, en particular los de temperatura y precipitación. Al menos estos últimos deberían ser susceptibles de utilización tras una depuración de los mismos.

En estos momentos la información histórica se encuentra en papel y repartida entre los servicios centrales y las oficinas aerosinópticas. Su estado de conservación corre riesgos importantes, por lo que es urgente y necesaria la digitalización de los estos datos. Igualmente ocurre con las bandas de los diferentes instrumentos, siendo urgente y necesaria su digitalización.

En relación a la generación de la base de datos del SNET

Es necesaria la generación de una base de datos en el SNET como una necesidad primordial para el fortalecimiento de la institución y la atención a diversas instituciones y a la población, especialmente para la generación de todo tipo de productos meteorológicos y climatológicos, en particular avisos de alerta para la protección civil. Actualmente existen tres sistemas de información: hidrológicos, los utilizados en pronóstico y climatológicos. Ninguno estructurado como base de datos y a su vez independientes entre sí.

No se cuenta con una base de datos digital interactiva e integrada que permita el acceso automático de la información procesada y que permita proporcionar un rápido servicio a los usuarios y al personal del SNET que la tenga que utilizar para sus estudios en diferentes áreas de trabajo.

Se adjunta el punto **8.5.2**, referido las **necesidades detectadas en relación a la implantación de una base de datos nacional**, incorporando la propuesta de refuerzo de equipamiento de cómputo para la situación actual de operación del SNET y también el equipamiento requerido en las oficinas centrales del SNET para instalación y manejo de la BDMH-El Salvador.

8.2.4 En relación a la UIM

Los principales problemas de los que adolece en estos momentos la Unidad son:

- Falta de repuestos en material todo tipo de estaciones (automáticas y convencionales).
- Elevado vandalismo con los costes de material y tiempo que ello supone.
- No hay instrumentos patrón o semipatrón ni el laboratorio correspondiente que permita un adecuado control de los instrumentos.
- No existen vehículos propios, sino que dependen del MARN para su disposición.
- No hay viáticos, por lo que las revisiones y mantenimiento de estaciones e instalaciones han de realizarse en el día y no se pueden aprovechar desplazamientos lejanos para realizar mantenimientos preventivos en varias estaciones.
- Lentitud de los procesos administrativos para la adquisición de equipos. Ello acarrea una importante disminución del poder adquisitivo entre el momento de las peticiones y el de la adquisición de equipos.

Por ello se hace la siguiente propuesta:

- Es necesaria la existencia de repuestos en almacén de todo el material por un monto del 15 % de los equipos e instrumentos existentes. La existencia de vandalismo y frecuentes desastres naturales hace necesario un importante stock de material. Dado que es necesaria renovación de la mayor parte del material convencional hay que tener en cuenta este hecho en las posibles incorporaciones de material.
- Es necesaria la existencia de un laboratorio con instrumentos semipatrón que permita la calibración y comparación de instrumentos.
- Reforzamiento del actual taller de reparación de instrumentos convencionales y de electrónica en material y en espacio. La ampliación y mejoramiento de las redes existentes implica contratación de nuevo personal y las instalaciones actuales son insuficientes.

- Disponibilidad de un parque de vehículos a su disposición. Se estima que la UIM debería tener disponibles permanentemente 2 vehículos.
- Es necesaria la agilización de los procesos administrativos. En ello deberían acordar los procedimientos y protocolos entre la administración del MARN y la Dirección del SNET para disminuir los obstáculos a la gestión de compras de material o viáticos para viajes de mantenimiento.
- Es imprescindible la capacitación continua del personal existente y de nuevas incorporaciones con preparación en las nuevas tecnologías y equipos.

8.2.5 En relación a la Gerencia de Hidrología.

En este apartado se recogen cuestiones que afectan a la mayoría de las unidades, muchas de las cuales han sido ya expuestas anteriormente y otras relacionadas con aspectos de coordinación interna o relaciones con otras instituciones.

8.2.5.1 Personal

- Tamaño de las plantillas

Ya fue puesto de manifiesto el fuerte desequilibrio existente entre las funciones de algunas unidades y la dotación de personal con que cuentan, dándose el caso de unidades formadas por una persona (hidrogeología e investigación hidrológica) o dos (calidad del agua). Esto está en clara contradicción con las funciones de SNET y con el potencial que la institución tiene para afrontar nuevas tareas o cumplir mejor con las actuales. La enorme magnitud de los problemas relacionados con el agua que tiene el país, tanto por inundaciones (cantidad) como por calidad (que está relacionado con un importante problema de salud pública), necesita de un servicio de hidrología mejor dotado de modo tal que sirva para sentar las bases racionales que contribuyan a la implementación de soluciones.

- Personal para servicios de 24 horas

Hasta ahora, el SNET ha podido contar con el beneficio de reconocimiento de situaciones de emergencia con posibilidad de empleo de recursos materiales, tales como vehículos, y personal operativo las 24 horas. A partir del paso al Ministerio, no se cuenta con reconocimiento de este estado operativo. Se da la contradicción de que inicialmente el SNET se crea para el monitoreo en situaciones de emergencia y actualmente se asimila a una unidad administrativa más con rango de dirección general, con la consiguiente contradicción entre sus funciones y la logística que el sistema administrativo les permite.

Durante las situaciones de lluvia hay que mantener operativo 24 horas a personal del CPH con el apoyo de la unidad de información y del área de mantenimiento. Para satisfacer esta condición es precisa una ampliación de plantilla o un refuerzo durante este periodo, lo que no se está produciendo.

- Viajes

Ya se ha comentado anteriormente la problemática relacionada con los conceptos de viáticos y las obligaciones en cuanto a horarios. Las funciones que SNET tiene encomendadas imponen una gran movilidad de buena parte de su personal, especialmente a aquellos que llevan a cabo tareas de hidrometría, toma de muestras o mantenimiento, pero también, más eventualmente, puede ser una necesidad para el resto, pues es frecuente la necesidad de trabajos de campo complementarios de los que se hacen en oficina. La obligación impuesta por razones administrativas de realizar todas las tareas en horario laboral, que implica volver a San Salvador antes de

haber acabado el trabajo en el lugar correspondiente, lleva a una gran ineficiencia y a un mayor gasto.

- Perfil y capacitación

El personal de mayor nivel cuenta, en general, con buena base de formación, si bien su trabajo implica seguir un proceso de formación continua que no debe descuidarse en ningún momento, con mayor razón si se pretende fortalecer la institución.

Se detecta una mayor necesidad de formación en el personal de menor nivel, tanto en el encargado de los aforos directos como en buena parte del personal de mantenimiento. En el área de Información e Hidrometría, se requiere además que la plantilla se vea fortalecida con personas jóvenes que puedan capacitarse en estas áreas.

La capacitación se estima especialmente necesaria para el uso, manejo y mantenimiento de nuevos equipos.

En general, de forma independiente al nivel de cada miembro dentro de la institución, necesitan cursos de formación cortos y semipresenciales, en oposición a los cursos que a menudo se ofertan de larga duración, pues no son prácticos al entrar en contradicción con los requerimientos del servicio, que no puede prescindir del personal por periodos largos de tiempo.

8.2.5.2 Medios materiales

En general, no hay grandes problemas de medios materiales, aunque sí se detectan algunas deficiencias. El principal problema está en el mantenimiento y en algunas actualizaciones.

- Vehículos

Se estima insuficiente el número de vehículos con que cuentan para el buen desarrollo de los trabajos de campo. Parece que actualmente se encuentran en peor situación que en un pasado reciente, lo que parece nuevamente relacionado con la asimilación a una dirección general del Ministerio.

- Medios físicos informáticos

Algunas unidades no cuentan con ordenadores nuevos y operan con algunos demasiado viejos. Esta cuestión repercute en los tiempos que tienen que dedicar a algunas tareas que se alargan por lentitud de las máquinas y porque éstas no tienen capacidad para operar con programas informáticos modernos, que contribuirían en buena medida a mejorar la ejecución de muchas de sus tareas habituales. No disponen de sistemas de respaldo de la información, lo que puede implicar una situación de riesgo de pérdidas de datos y documentos.

- Medios lógicos informáticos

No disponen de bases de datos centralizada ni de sistemas de respaldos de información (para ambas cosas necesitarían mejoras de medios físicos). Cuentan con algunos modelos y herramientas muy capaces pero, a la vez, para algunas tareas como las relacionadas con la hidrometría cuentan con importantes carencias, usando software que puede calificarse de obsoleto.

- Tecnologías SIG

Lo que puede considerarse más llamativo es la escasa utilización de tecnologías SIG por parte de los hidrólogos de la institución, a excepción de algunos de los miembros del CPH. La hidrología es una disciplina en la que las tecnologías SIG han supuesto cambios importantes y la rutina de un hidrólogo implica la continua interacción con software para el manejo de información geográfica. Actualmente la mayor parte de las tareas que implican gestión de este tipo de información son llevadas a cabo por el área

de informática y sistemas de información, lo que implica un modo poco eficiente. La falta de uso en esta tecnología, se basa en que no se cuenta con las licencias del software para que cada uno de los investigadores pueda hacer uso de las mismas, y tampoco se cuenta con la capacitación para su empleo.

Además, esta institución no cuenta con un SIG corporativo que, junto a una base de datos central, contribuiría a una mejor coordinación de sus unidades y miembros. Las dos tareas relacionadas con estos dos sistemas centrales podrían ser la función principal del área informática.

- **Servicios Web**

Muchas de las tareas de difusión de la información se hacen a través de la web. Se supone, por tanto, que en situaciones de emergencia hay altas probabilidades de que el sistema se colapse por afluencia simultánea al servicio de información en tiempo real, uno de los más exigentes. Por tanto, es necesario que todo lo que tiene que ver con este servicio se mantenga en condiciones acordes al nivel de exigencia que tiene.

- **Sistemas de comunicación**

Dado el importante papel que desempeña el CPH, éste no debe tener ningún tipo de restricción en disposición y uso de los sistemas de comunicación, como puedan ser radios, teléfonos convencionales o celulares. Estos medios son básicos y una deficiencia en ellos puede implicar que algunas situaciones de emergencia no tengan solución a tiempo.

- **Mantenimiento de las estaciones**

Actualmente cuentan con graves dificultades para el mantenimiento de las estaciones, pues no cuentan con mecanismos ágiles para la reparación o sustitución de piezas, aún cuando los fondos de actividades especiales podrían dotarles de una vía de solución de este tipo de problemas de no ser porque recientemente la gestión de estos fondos se ha mezclado con la contabilidad general del Ministerio. El proceso para poder utilizarlos es extremadamente largo (y sin establecimiento de prioridades en las compras), en contradicción con la urgencia que demanda una institución como SNET.

8.2.5.3 Coordinación interna y enfoques integrales

No se aprecia claramente una completa coordinación entre las unidades de hidrogeología y calidad del agua, ya que son parte de un mismo problema. Además, el tratamiento de los problemas de calidad y cantidad de agua de forma simultánea es necesario, aunque de nuevo se sospecha que se han dado ciertas desconexiones, pese a que algunos de los informes más recientes dan muestras de enfoques más integrales.

Una de las formas de estimular la coordinación de unidades está en la realización de trabajos conjuntos. Ya están iniciando una acción en esta línea, pues van a incluir hidrogeología en los trabajos relacionados con el software Raison (ver lo relacionado a la unidad de calidad del agua).

Han elaborado unos documentos de procedimientos de cada una de las unidades orientados a la racionalización y sistematización. Un ejemplo de utilidad de estos documentos está en la experiencia con la unidad de informática que, analizando los procedimientos, proporciona herramientas específicas que contribuyen al aumento de la productividad.

No hay constancia de que haya mecanismos de coordinación o trabajos conjuntos entre meteorólogos e hidrólogos, salvo en lo relacionado con la obligada comunicación que mantienen en situaciones de amenaza de inundación.

8.2.5.4 Relaciones con usuarios y otras instituciones.

- **Relación con usuarios y otras instituciones del país**

Hay una relación muy especial, e importante para el desarrollo de los sistemas de alerta temprana, con los usuarios finales de la información por comunicación directa, constituyendo lo que se ha denominado redes sociales.

La visión a mediano plazo para la Gerencia es el poner a disposición, a través de Internet, información y estudios que sirvan de base para la toma de decisiones, que oriente líneas de desarrollo y alternativas de uso. En coherencia con esta línea, las pretensiones están orientadas en que la unidad de investigación desarrolle trabajos relacionados con los usos de suelo y sus cambios, o con el clima.

Dentro de los **usuarios principales en el país**, se destacan los siguientes:

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

La agricultura del país, basada en la caña de azúcar, el algodón y el café, está caracterizada por ser del tipo que se denomina “agricultura de subsistencia”. Se trata de un gran número de parcelas de pequeño tamaño (una hectárea, como orden de magnitud) que apenas dan para garantizar el mínimo de una familia. Salvo rara excepción, se trata de una agricultura que depende de la meteorología, pues no hay sistemas de riego o regulación del recurso hídrico. Cosechan en la época de lluvias, por lo que es importante la previsión meteorológica en lo relativo a las primeras precipitaciones para el éxito de la siembra. Hay algunas derivaciones sin regulación y predominan los pozos para extracción de agua subterránea.

La excepción de lo anterior se encuentra en tres distritos de riego (Zapotitan, Atiocoyo Norte y Sur, y Lempa-Acahuapa), los cuales usan el agua de los ríos Sudio y Lempa. Son muchos los productos que pueden necesitar de SNET, y para afrontar la problemática actual precisan estudios y monitoreo de aguas subterráneas. El grave problema de calidad del agua también es muy importante para los agricultores, pues puede que gran parte de las aguas no cumplan los requisitos mínimos para este uso compatibles con exportación a otros países. En caso de que se afrontasen obras de regulación necesitarían estudios hidrológicos.

Se han desarrollado una serie de trabajos conjuntos entre la División de Riego de la DGFCR y el Servicio Hidrológico del SNET. Así por ejemplo, se realizó en el periodo 2004-2005, un Estudio de la Calidad de Agua de los Distritos de Riego. Fue financiado con fondos BID y la parte que recibió SNET fue a través del Fondo de Actividades Especiales (FAE). Dicho estudio se estará actualizando en los próximos meses, para la detección de metales pesados en el Distrito de Riego Atiocoyo Sur, también con fondos del BID.

Adicionalmente a estas actividades, el Servicio Hidrológico participa en el Proyecto de Levantamiento del Catastro de Regantes del MAG, en el cual se pretende que la información generada para usos de agua por riego sea ingresada al Sistema Informático del Balance Hídrico, y se mantenga así una actualización constante de la misma a través del apoyo de trabajo MAG-SNET. Este proyecto también se ejecuta con fondos del BID.

Finalmente, SNET participa en un proyecto sobre Gestión de Riesgos en las cuencas de los ríos Grande de San Miguel y Paz, que permitirá fortalecer las capacidades de alerta temprana de ambos Ministerios y de la Dirección de Protección Civil en las

cuencas mencionadas. Los fondos de este proyecto también provienen de un préstamo del BID.

Comisión Ejecutiva hidroeléctrica del río Lempa (CEL)

La empresa pública CEL cuenta con varios aprovechamientos hidroeléctricos en el río Lempa. SNET ha dado apoyo con la venta de varios servicios a CEL para casos especiales, pero el contacto más habitual se produce alrededor del pronóstico hidrometeorológico. Esta institución es una de los principales usuarios de las predicciones y se mantienen una comunicación frecuente entre el personal de ambas instituciones.

Pueden estar interesados en productos especiales de pronóstico, en sus datos históricos o estudios específicos para los nuevos proyectos que están acometiendo. Actualmente, SNET provee a CEL de un pronóstico diario de entradas a los embalses y de un pronóstico a mediano plazo (3 meses) a través de la herramienta instalada en el CPH llamada ESP (Extended Streamflow Prediction), la cual es del tipo estocástico basada en las series históricas de hidrología y en la predicción climática proporcionada por el Centro de Predicción Climática (CPC) del Servicio de Meteorología del SNET.

LaGeo

LaGeo (<http://www.lageo.com.sv/>) es una empresa de economía mixta dedicada a la generación de energía eléctrica con base en recursos geotérmicos, que surge en 1999 como parte del proceso de descentralización de las actividades productivas de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa CEL. Lageo cuenta con algunas plantas geotérmicas de generación de energía eléctrica. Están investigando nuevas líneas de fuentes alternativas entre las que se encuentra el aprovechamiento del oleaje o la radiación solar. En este último caso, se pretende usar sistemas de reflexión y concentración para recalentar fluido y tener una segunda generación de una parte del fluido.

Además, sus plantas, que precisan una situación compatible con la posición de aguas termales aprovechables, se encuentran en zonas que pueden ser inundadas o pueden sufrir el efecto de los deslizamientos de ladera. Pueden, por tanto, necesitar de SNET un producto de previsión a la medida para estos fines.

SNET ha llevado a cabo algunas investigaciones para Lageo a través de un contrato vía el Fondo de Actividades Especiales (FAE) en la zona de Berlín.

- **Relaciones internacionales**

El SNET mantiene relaciones con varias instituciones internacionales en el campo de la investigación de los recursos hídricos y en algunos casos esto da lugar a participaciones activas. Lo relacionado con esta cuestión queda bien reflejado en la ilustración siguiente:

AGENCIAS INTERNACIONALES CON LAS CUALES LA DGSNET INTERCAMBIA INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA

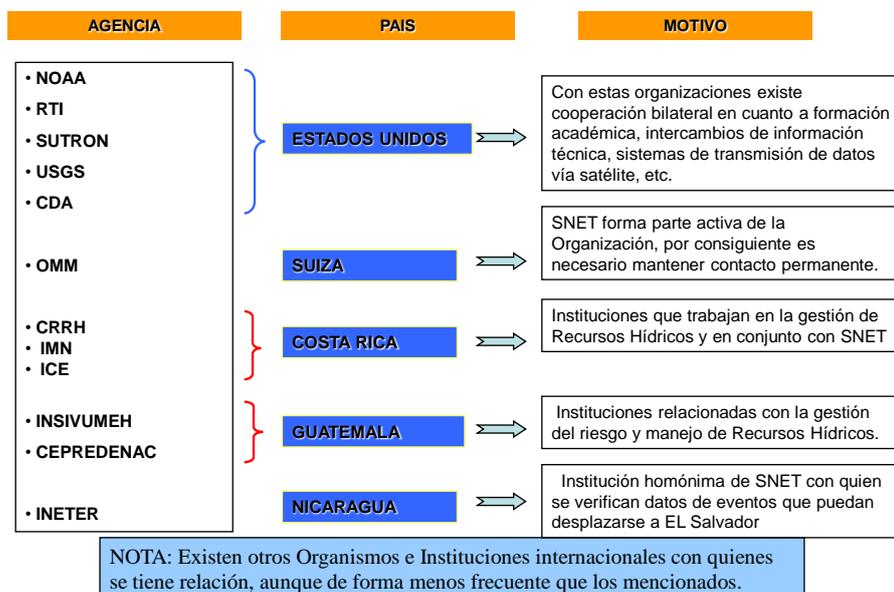


Ilustración 5: Relaciones internacionales de SNET

También se mantienen **relaciones internacionales en el campo de la investigación de recursos hídricos** en general con el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO, la Unidad de Ambiente y Desarrollo de la OEA, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH), y con instituciones de cooperación internacional tales como la Cooperación Canadiense.

Asimismo, SNET es parte de la Asociación Mundial para el Agua (GWP), y se ha ejercido la presidencia de GWP El Salvador desde Febrero de 2006 hasta Julio de 2008. En el período de Enero a Diciembre de 2008, se ejerció la presidencia de GWP Centroamérica. Esta asociación se orienta a promover la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, y, dentro de ella, SNET centra sus esfuerzos en promover la Gestión del Conocimiento en los Recursos Hídricos como instrumento de desarrollo.

Se enumeran a continuación de forma más detallada, **iniciativas relacionadas con la Gestión de los Recursos Hídricos** en las que el Servicio Hidrológico Nacional presta apoyo o, en algunos casos, coordina:

1. Asociación Mundial para el Agua – El Salvador (GWP El Salvador por sus siglas en inglés): GWP es una red mundial establecida en 1996 y abierta a todas las organizaciones involucradas en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. La presencia de GWP en Centroamérica inicia en el año 2000 con el establecimiento del Comité Asesor Técnico para América Central (CATAC). En Junio del 2006, CATAC se transformó en la Asociación Regional para el Agua (GWP Centroamérica), formada por las Asociaciones Nacionales para el Agua (CWP, por sus siglas en inglés) de los países de Centroamérica. GWP EL Salvador es la Asociación nacional para el Agua de El Salvador, la cual se creó en Febrero de 2006 y desde entonces hasta Julio del 2008, el Servicio Hidrológico de la DGSNET ha sustentado la presidencia Nacional y por tanto,

ha sido parte del Comité Directivo de GWP Centroamérica, y desde Enero de 2008 a Julio de 2008, ha tenido a su cargo la Presidencia Regional.

Con GWP El Salvador, se desarrolló el Proyecto “Fortalecimiento a la Gobernabilidad de los Recursos Hídricos en El Salvador”, el cual tuvo componentes de apoyo al desarrollo del Balance Hídrico del SNET.

2. Iniciativa Agua 2015.- Adicionalmente, como parte de GWP El Salvador, ha participado en el Comité Iniciativa Agua 2015, el cual está formado por GWP El Salvador, PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), Comisión Nacional de Desarrollo (CND) y Red de Agua y Saneamiento (RASES). La Iniciativa Agua 2015, ha coordinado la elaboración de la Agenda Hídrica de El Salvador, con la participación de una amplia gama de instituciones del sector de los recursos hídricos, con el objetivo de proponer un marco de trabajo para la reforma del Sector. El SNET ha participado activamente en dicho comité.
3. Vicepresidencia de la República.- El Servicio Hidrológico forma parte del Comité Binacional de la Cuenca del Lago de Guija, aportando la asesoría técnica, información y apoyo a las actividades del Monitoreo del Lago. Así mismo, forma parte de los comités que la Vicepresidencia, a través de la Secretaría del Plan Trifinio, convoca en el tema de los recursos hídricos.
4. Organización Meteorológica Mundial.- El Servicio Hidrológico de la SNET, es el Asesor Hidrológico del Representante permanente para la OMM de El Salvador. Así mismo, es parte del Grupo de Trabajo de Hidrología de la ARIV.
5. Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH/SICA).- La DGSNET es el representante del Comité Regional de Recursos Hidráulicos, secretaría especializada en los temas de agua y clima de la Secretaría de Integración Centroamericana (SICA), como tal, ha coordinado las actividades regionales referentes a los temas hidrológicos, tales como: Sistemas de Alerta Temprana por Inundaciones, Foro Hidrológico de Centroamérica y Balance Hídrico de Centroamérica.
6. Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO.- A pesar de que el SNET no es el punto focal del PHI de la UNESCO, el Servicio Hidrológico de la SNET ha estado trabajando directamente con la UNESCO en todas las actividades de monitoreo e investigación de los recursos hídricos: Programa de Acuíferos Transfronterizos de las Américas (ISARM AMERICAS) – en conjunto con la OEA y la Red Interamericana de Recursos Hídricos (RIRH); Balance Hídrico de Mesoamerica, el cual Coordinó el Servicio Hidrológico del SNET para la UNESCO; Programa del Conflicto Potencia a la Cooperación Potencial (PccP) en el Acuífero Ostúa-Metapán; Water Information Summit –como parte del Comité Directivo del Water Web Consortium.
7. Comité de las Américas – Organización del V Foro Mundial del Agua.- El Servicio Hidrológico y la DGSNET a través de GWP CA y GWP Sur América, forma parte del Comité de las Américas, apoyando el proceso de coordinación de las Américas hacia el V Foro Mundial del Agua.

8.2.5.5 Estudios e informes

El SNET hace un importante esfuerzo divulgador a través de Internet manteniendo un sitio en el que publican gran parte de los estudios e informes que generan:

<http://www.snet.gob.sv/informes.htm>

Dicha actividad debe ser apoyada, con el fin de ampliarla y mejorarla.

Se han extraído los **documentos relacionados con la Gerencia de Hidrología** que se detallan a continuación, algunos de los cuales han sido referidos anteriormente:

En Línea	Estudio	Autor(es)	Fecha	Formato	Tamaño
X	VARIACIONES HIDROCLIMATICAS O EVIDENCIAS DE CAMBIO CLIMATICO EN EL SALVADOR?	Hidrología/SNET	julio de 2006	PDF	1.1 MB
X	Informe de Evaluación de Calidad de Agua del Lago Coatepeque	Hidrología/SNET	noviembre de 2006	PDF/swf	1.3 MB
X	Fortalecimiento de instrumentos para la toma de decisiones para la provisión de agua potable en El Salvador	Raffaele Vignola SHN/SNET	Abril de 2005	PDF	Ver documento
X	Nacimiento y Desarrollo del río Lempa	Geología /SNET	Mayo de 2005	PDF	252 KB
X	Balance Hídrico Cuenca Lago de Ilopango	Información hidrológica	Febrero de 2005	PDF	1 MB
x	Regionalizacion de Caudales Máximos y Medios en El Salvador Presentacion	Ing. Adriana Maria Erazo Ch	Novembre de2004	PDF	1.6 MB 0.8 MB
x	Análisis de Riesgo Por Inundaciones y Deslizamientos de Tierra en la Microcuenca del Arenal de Montserrat	SNET IGN	Diciembre 2003	Adobe PDF jpg	Ver documentos
x	Propuesta de Descontaminacion del Canal Principal de los Ríos Acelhuate, Sucio y Suquiapa	SNET	Octubre de 2002	Adobe PDF	Ver documentos
x	Esenarios Climaticos de referencia para la República de El	CENCLIM/UES	Julio de 1998	Adobe PDF	824 KB 852 KB

	Salvador Anexos 1 y 2				
x	Informe del Análisis del Comportamiento Hídrico en El Salvador. Posibles Causas e implicaciones.			Adobe PDF	

8.2.6. En relación a la Gerencia de Oceanografía

Hay que distinguir la investigación y la operatividad. Frente a la creación de modelos de puertos y costas está la realización periódica de la predicción del estado de la mar junto a la costa y alta mar. **Se carece del conocimiento de quién es la responsabilidad de la predicción en alta mar para esta Región.** Con adecuada formación y reforzando el personal sería responsabilidad del CPM la elaboración de predicciones diarias en la zona que se delimite. Se considera aventurado realizar predicciones más allá de las 72 horas. No se considera necesaria la presencia de dos meteorólogos en esta Gerencia, sino de oceanógrafos con conocimientos de meteorología.

8.2.7. En relación al Sistema de Emergencias

Con los medios y métodos actuales el sistema funciona de manera aceptable. En la actualidad se hace necesaria una formalización y mejora de los protocolos existentes entre SNET y Protección Civil. Delimitar perfectamente responsabilidades, procedimientos y tiempos de respuesta es fundamental para una mejora del sistema. La mejora de la red hidrometeorológica, con la puesta en operación de las estaciones fuera de servicio y ampliación de la red, es fundamental en la generación y mejora de los modelos hidrológicos y las predicciones meteorológicas, así como es necesaria la colaboración de las diferentes instituciones u organismos privados del país y su coordinación con el SNET y Protección Civil para la mejora de los sistemas de alerta temprana. Esta mejora iría unida a la de los medios de comunicación, en especial la radiotelefonía, que permitiría el acceso multilateral de la información entre Protección Civil-SNET-Municipalidades permitiendo disminuir los tiempos de respuesta ante catástrofes.

Uno de los medios más eficaces de comunicación que existe actualmente es la utilización de emisoras comerciales de radio. Incluso en los lugares más alejados existen receptores de radio que permitirían propagar un aviso de emergencias con gran rapidez en caso de necesidad. Ello implica una rápida y fluida comunicación entre el responsable de la generación y propagación de los avisos (SNET-Protección Civil) y la prensa hablada.

8.2.8 En relación al fortalecimiento institucional

8.2.8.1 Imagen institucional y gestión de la demanda de usuarios

Es necesario que los productos y servicios del SNET se adapten a la demanda de los usuarios, y que haya medios eficaces para atenderla, coordinados internamente. Igualmente se necesita disponer de un análisis de la demanda y, en función de ello la revisión de los precios de los datos y productos requeridos.

Al completar la red actual de observación y los sistemas de comunicación de acuerdo con los objetivos del proyecto, y al depurar y completar los datos almacenados, se podrá mejorar la calidad y eficacia de los servicios que presta el SNET, permitiendo generar productos de valor añadido acordes a la demanda y darlos a conocer adecuadamente.

Por otro lado la mejora de recursos, con comunicaciones mediante una red interna del SNET, equipos informáticos y programas de cálculo y la formación correspondiente del personal en los cinco observatorios aerosinópticos del país haría que, al considerarlos oficinas regionales, mejorara la atención del organismo a los posibles usuarios en las ciudades más importantes del país.

Es preciso potenciar la formalización de convenios con organismos públicos y privados.

La página WEB del SNET dispone de la mayor parte de los productos generados por el organismo, lo que ha generado un descenso en las peticiones de usuarios y, consecuentemente, un descenso en los ingresos recaudados en proporción de 3 a 1, ubicándose en 2006 en el orden de US\$ 21.000 .

8.2.8.2 Recursos humanos y formación

Una de las mayores dificultades actuales para la operación de dependencias gubernamentales es la contratación de nuevos recursos humanos. No obstante, habrá que buscar maneras de poder atender adecuadamente las funciones que se tienen asignadas, ya sea exponiendo las necesidades a las autoridades superiores o por medio de consultorías, transferencia de tecnología o contratos, que aún cuando sean soluciones para un corto tiempo, pueden habilitar el funcionamiento y dar tiempo de la obtención de otros recursos o formas suplementarias de manejo.

Es imprescindible complementar este esfuerzo con un plan de formación adecuado a las actividades requeridas. Considerando el rápido avance de la tecnología y los sistemas recomendados para su implantación, todas las áreas de trabajo del SNET, deben acogerse a actividades de formación que les permitan manejar bases de datos, desarrollos y nuevas tecnologías. Esta actividad podría venir dada por pasantías y cursos evaluables por el propio personal del SNET que los recibe y, en el caso de compra e instalación de equipos, por la contratación de cursos evaluables y una línea caliente con el proveedor del servicio y durante, al menos 2 años, que permita solventar los problemas que se presenten.

Se precisa la formación del personal del CPC y CPM en el estudio y desarrollos de modelos meteorológicos que permitan afrontar necesidades de los usuarios, caso de predicción costera y otros.

8.2.8.3 Asistencias Técnicas

Se proponen una serie de asistencias técnicas para el SNET que impulsen la mejora en todos los procesos en los que está implicado su personal, con el fin de la máxima eficiencia y eficacia en su trabajo.

Estas asistencias estarían orientadas al Impulso de la formación meteorológica de base, Asistencia técnica en operación meteorológica, Asistencia técnica en aplicaciones meteorológicas, Asistencia técnica en Red de Telecomunicaciones y en Técnicas directivas

Las mismas vienen detalladas en el **punto 8.3.4 sobre Asistencias Técnicas**, complementando lo incluido en la Relación de Actividades de las diferentes Líneas de Acción correspondiente al punto 4.6.

8.2.8.4 Capacitación

Respecto a la capacitación necesaria para el personal se propone en técnicas de modelización, técnicas de análisis y predicción, gestión de bases de datos, hidrología y recursos humanos. Los detalles de las mismas, complementariamente a lo determinado en el punto 4.6 de este Informe, correspondiente a la Relación de Actividades de las distintas Líneas de Acción, se relacionan en el **punto 8.3.5**, así como también las capacitaciones recomendadas en la instalación y puesta en marcha de los sistemas previstos en las recomendaciones.

8.2.8.5 En relación con usuarios y otras instituciones del país

El Área de usuarios se encuentra desprovista de medios y personal. La existencia de una sola persona es insuficiente para las dimensiones de una Dirección General como el SNET, no sólo por el volumen de información que se maneja, sino por la gran dispersión de los servicios que debe prestar. Hay que observar que atiende peticiones dirigidas a 5 Gerencias de muy alta especialización. A ello se añade el problema de no disponer de una Base de datos compartida por todas las Gerencias que simplificaría el trabajo de atender las diferentes peticiones, ahorrando tiempo a los profesionales y técnicos de las diferentes especialidades y al funcionario o funcionarios encargados de este servicio.

No existe una Ley de precios regulada, aunque si una tarifa autorizada por el Ministerio de Hacienda, que daría lugar a una clarificación en las tasas y precios de los productos normalizados o a petición del usuario y facilitaría acuerdos con otras instituciones o empresas.

Parece que la política actual del SNET es poner a disposición pública a través de la página WEB todos los productos rutinarios generados. Esta política, sin menoscabo de su acierto, lleva consigo una importante disminución del Fondo de Actividades Especiales para cubrir las necesidades del SNET y ha hecho que se dejen de vender servicios específicos a otras instituciones, como se había hecho en el pasado. Por otra parte, ha quedado privado de su mejor fuente de ingresos que es la aeronáutica, en manos de la empresa estatal CEPA.

De las demandas de los usuarios entrevistados se deduce la necesidad de dar la información debida a los mismos sobre los límites técnicos del SNET y los límites existentes en la ciencia Meteorológica que, en ocasiones, impide proporcionar ciertos productos o darles la fiabilidad que los usuarios piden. En este último caso, debería acostumbrarse al usuario a recibir los productos en términos probabilísticos y no deterministas.

En relación con la atención al **Área de Usuarios** se adjunta el **punto 8.3.6**.

8.3 Información relacionada con Meteorología

8.3.1 Relación de estaciones meteorológicas en el Salvador

Red sinóptica y aeronáutica

Estación	Horario	Personal
Acajutla	H-12	2
Santa Ana	H-18	3
San Miguel	H-18	3
San Salvador- Ilopango	H-24	5
La Unión	H-12	2
Comalapa (1)	H-24	5

Tabla 1: Estaciones aerosinópticas

(1) Gestionada por CEPA

Red climatológica

Está formada por 26 estaciones que constan de los siguientes instrumentos:

NOMBRE DE ESTACION	TERMOMETRO MAXIMA	TERMOMETRO MINIMA	TERMOMETRO SECO	TERMOMETRO HUMEDO	TERMOGRAFO	HIGROGRAFO	TERMO-HIGROGRAFO	ANEMO-CINEMOGRAFO	ANEMOMETRO
Guija	X	X	X	X	X	X			
Finca Los Andes	X	X			X	X			
Plantel de la Frontera	X	X	X	X					
Los Planes de Montecristo	X	X	X	X	X	X			
Santa Ana - UNICO	X	X	X	X					
Acajutla - Puerto Nuevo	X	X	X	X	X	X			
Los Naranjos	X	X	X	X	X	X			
San Juan - Chapán SM	X	X	X	X					
La Hachadura	X	X	X	X			X		
Nueva Concepción	X	X	X	X	X	X			X
La Palma, Sn José Sacare	X	X	X	X	X	X			
Las Pilas	X	X	X	X			X		
Chorrera del Guayabo	X	X	X	X	X	X			

NOMBRE DE ESTACION	TERMOMETRO MAXIMA	TERMOMETRO MINIMA	TERMOMETRO SECO	TERMOMETRO HUMEDO	TERMOGRAFO	HIGROGRAFO	TERMO-HIGROGRAFO	ANEMO-CINEMOGRAFO	ANEMOMETR
Insuntepeque-Guacotecti	X	X	X	X					
Terrón Grande	X		X	X		X			
Cojutepeque SM	X	X	X	X					
San Andrés	X	X	X	X	X			X	
Chiltiupán	X	X	X	X			X		
Aeropuerto de Ilopango	X	X	X	X				X	
Puente Cuscatlán	X	X	X	X					
San Miguel UES	X	X	X	X					
Santiago de María	X	X	X	X	X	X			
Laguna de Alegria	X	X	X	X					X
San Francisco Gotera	X	X	X	X	X	X			
Perquín	X	X	X	X					
La Unión	X	X	X	X	X	X			

Tabla 2a : Estaciones climatológicas y su instrumental

NOMBRE DE ESTACION	HELIOGRAFO	ACTINOGRAFO	PLUVIOMETRO	PLUVIOGRAFO	TANQUE DE EVAPORACIÓN	RECOGE-NIEBLA	BAROMETRO	GEO-TERMOMETROS	EVAPO-RIMETRO
Guija			X	X	X				
Finca Los Andes	X		X	X		X			
Candelaria de la Frontera			X	X					
Los Planes de Montecristo	X	X	X	X	X			X	X
Santa Ana - UNICO	X		X	X					
Acajutla - Puerto Nuevo	X		X	X	X		X		
Los Naranjos			X	X					
Ahuachapán SM			X	X	X			X	
La Hachadura	X		X	X					
Nueva Concepción	X	X	X	X	X			X	
La Palma, Sn José Sacare			X	X					
Las Pilas		X	X	X		X			
Chorrera del Guayabo			X	X					

NOMBRE DE ESTACION	HELIOGRAFO	ACTINOGRAFO	PLUVIOMETRO	PLUVIOGRAFO	TANQUE DE EVAPORACIÓN	RECOGE-NIEBLA	BAROMETRO	GEO-TERMOMETROS	EVAPO-RIMETRO
Sensuntepeque-Guacotecti			X	X					
Cerrón Grande	X		X	X	X				
Cojutepeque SM			X	X					
San Andrés	X		X	X	X			X	
Chiltiupán			X	X					
Aeropuerto de Ilopango			X	X			X		
Puente Cuscatlán			X	X					
San Miguel UES	X		X	X			X		
Santiago de María			X	X		X			
Laguna de Alegria	X		X	X		X			
San Francisco Gotera	X		X	X	X				
Perquín			X	X					
La Unión	X	X	X	X	X			X	

Tabla 2b: Estaciones climatológicas y su instrumental

(1) Las celdas en rojo indican un urgente recambio del instrumento

En las estaciones expuestas a continuación se realizan 3 observaciones diarias (7:00 - 14:00- 21:00) que son recolectadas por el CIAGRO, vía telefónica, de forma mensual, excepto en el caso de la variable lluvia acumulada diaria.

Estación	Tipo	Reporte de lluvia
Guija	Convencional	diaria
Finca Los Andes	Convencional	diaria
Los Planes de Montecristo	Convencional	diaria
Los Naranjos	Convencional	diaria
Ahuachapán SM	Convencional	diaria
Nueva Concepción	Convencional	diaria
La Palma, San José Sacare	Convencional	mensual
Chorrera del Guayabo	Convencional	mensual
Cerrón Grande	Convencional	diaria
San Andrés	Convencional	diaria
Aeropuerto de Ilopango	Convencional	diaria
Lempa Acahuapa	Convencional	mensual
San Miguel UES	Convencional	diaria
Santiago de María	Convencional	mensual
La Unión	Convencional	diaria
Aeropuerto El Salvador	Convencional	diaria
Santa Ana - UNICO	AU	diaria
Acajutla - Puerto Nuevo	AU	diaria
San Francisco Gotera	AU	diaria
Cutuco	AU	diaria
Santa Tecla SM	AU	diaria
El Boquerón	AU	diaria
Candelaria de la Frontera	Convencional	diaria

Tabla 3: Estaciones climatológicas con comunicación diaria de datos pluviométricos

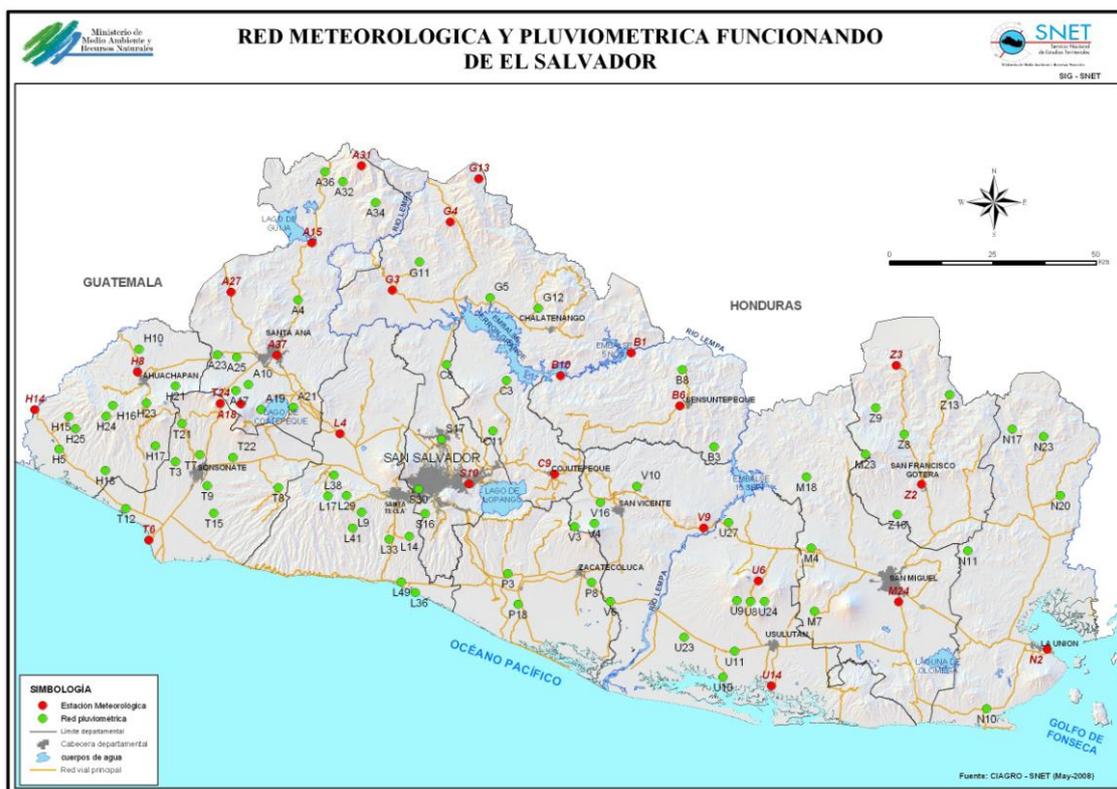


Fig. 1: Mapa con las estaciones meteorológicas de El Salvador

8.3.2 Ejemplo de actuación en el CPM para el caso de emergencias

Situaciones de Emergencias Hidrometeorológicas

Informes Especiales por Tormentas eléctricas rafagasas de corta duración, Preavisos, Avisos, Alertas, Emergencias y sugerir el ascenso o descenso de Alertas al COEN.

Es responsabilidad del pronosticador de turno en coordinación con el encargado del CPM el emitir boletines especiales por eventos atmosféricos.

Condiciones mínimas para emisión de Informes por Tormentas Eléctricas Rafagasas de corta duración:

Condiciones mínimas para la emisión de Informes de preavisos ante sistemas atmosféricos.

Condición mínima para la emisión de Informes de Avisos (Asociados con la Aleta Verde del COEN), con un período de emisión cada 12 0 24 horas de acuerdo a evaluación del pronosticador de turno.

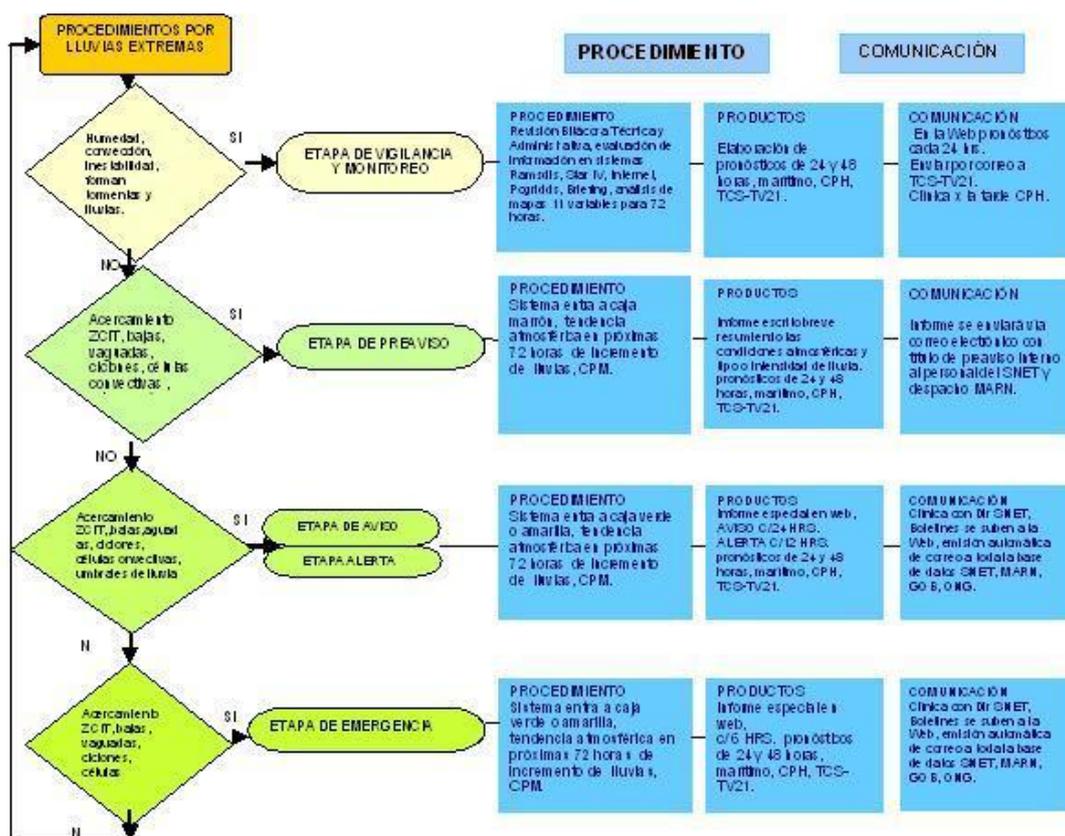
Condición mínima para la emisión de Informes de Alerta. (Asociado con alerta Amarilla del COEN) a emitirse cada 6 horas.

Condición mínima para la emisión de Informes de Emergencia (Asociado con la alerta Roja del COEN) a emitirse cada 6 horas.

Condiciones mínimas para la emisión de Informes Especiales por Oleaje Fuerte.

Condiciones Hidrometeorológicas Normales durante la época lluviosa - Condición de Vigilancia

Ejemplo de diagrama de flujos para el protocolo con Protección Civil en caso de vientos moderados o fuertes



El área de vigilancia meteorológica para el CPM viene definida por el mapa dado a continuación. En el mismo se relacionan una zona de preaviso, e incluidas sucesivamente una de aviso, otra de alerta y una más reducida de emergencia.



8.3.3 Red de Observación de Superficie

RED		Estaciones actuales		Estaciones previstas			Perteneencia a otras redes	Variables	Observaciones
		Automáticas	Manuales	Automáticas	Manuales	Total			
Aerosinópticas		5	5	5	5	5	Red Sinóp, Red Sinop. Nacional, Red Agrom., Red Radiométrica., Red climatol.	V,T,P,R,Vis,WW,N.I	Hay que renovar todos los instrumentos convencionales y los transmisores en las automáticas EMA con introducción manual de datos
Costeras		0		3		3	Red sinop Nacional, Red climatol.	V,P,T,H,R	
Climatológicas	Referencia y principal	5	5	5	5	5	Red Sinóp,Red Sinop. Nacional, Red Agrom., Red Radiométrica	V,P,T,H,R,I	Hay que renovar todos los instrumentos convencionales y los transmisores en las automáticas
	Ordinarias	11	26	17	32	32	3 de ellas en la Red Agrom.	T, H, R,V,I	Hay que renovar todos los instrumentos convencionales y los transmisores en las automáticas
	Pluviométricas	22	84	30	84	114	Entre ellas están las pertenecientes a la red	R	Hay que renovar los transmisores en las automáticas

							hidrográfica.		
Agrometeorológicas		9			9	9	Red Sinop. Nacional, Red climatol.	T,H,Ts,Tsub,V,E,Rgl	Hay que renovar gran parte de los instrumentos existentes. Conversión de estaciones climatológicas en agrometeorológicas
Radiométricas		4	6			6	Red Sinop. Nacional, Red climatol., Red Agrom.	Rgl, Rdif.,Rdta	Conversión de estaciones climatológicas en radiométricas. La Rdta debería medirse en 3 de las estaciones

Red Sinóp: Red sinóptica con transmisión a GTS

Red Agrom.: Red agrometeorológica

T: Temperatura aire

H: Humedad

P: Presión atm.

V: Viento

R: Precipitación

Evap: Evaporación

N: Nubosidad

I: Insolación

R.dif.: Radiación difusa

R.dir.: Radiación directa

Red Sinop. Nacional: Red sinóptica Nacional

Red climatol.: Red Climatológica

R.gl.: Radiación global

Vis: Visibilidad [..]

WW: Tiempo presente

Ts: Temp. suelo

Tsub: Temp. subsuelo

Sólo disponibles cuando haya personal

El siguiente cuadro muestra las adquisiciones a realizar según el diseño establecido:

Red de		Cantidad recomendada	Descripción/Comentarios
Aeronáutica		5	EMA con introducción manual de datos (Unidad Interactiva)
		1	EMA con introducción manual de datos (Unidad Interactiva) Remanente en
		5	Repuestos en EMA
		5	Renovar el instrumental convencional,
Marítima	Costeras	3	Estaciones automáticas remotas
Climatológicas	Ordinaria	32	Renovación de instrumental convencional Y 17 automáticas
Pluviométricas	Telemétricas	20	Renovación de las que no funcionan y ampliación
Agrometeorológica	Principal	9	Conversión de estaciones climatológicas en agrometeorológicas
Radiométrica	Principal /	6	Adquisición de medidores de radiación (12 piranómetros, 3 piroheliómetros y 3

EMA : Estación Meteorológica Automática

8.3.4 Asistencias Técnicas

Se complementa lo incluido en el punto 4.6 sobre “Relación de Actividades y Calendario Tentativo de Ejecución”, en tanto la parte correspondiente a bases de datos se incluye en los anexos relacionados con ese tema.

1. En relación a la Línea de Acción 1.

- **Asistencia técnica en Redes de Observación Meteorológica Terrestre e hidrológica**

Objetivos

Redacción especificaciones técnicas y evaluación de licitaciones de las reformas y el material necesario para la compra e instalación de la red de EMAs

Personal:

Expertos en EMAs y redes hidrometeorológicas

Perfil:

Titulados superiores en ciencias o ingeniería
Amplia experiencia en EMAs yEHS.
Amplia experiencia en montaje de redes hidrometeorológicas.
Español e inglés hablado y escrito

Dedicación: 15 días

Coste: US\$ 9.000

- **Asistencia técnica en Sistemas de teledetección terrestres y recepción de satélites meteorológicos**

Objetivos

Redacción especificaciones técnicas y evaluación de licitaciones de las reformas y el material necesario para la compra e instalación de un sistema de recepción de Satélites meteorológicos y sistema de teledetección terrena

Personal:

Expertos en Sistemas de teledetección terrestres y de recepción de satélites meteorológicos

Perfil:

Titulados superiores en ciencias o ingeniería y curso de meteorología de clase I o II.
Amplia experiencia con sistemas de detección satelital y teledetección terrestre.
Español e inglés hablado y escrito

Dedicación: 15 días

Coste: US\$ 6.000 (Consultor AEMET)

- **Asistencia técnica en operación meteorológica**

Objetivos:

Estudiar, planificar y coordinar el desarrollo e implantación de técnicas de análisis, diagnóstico y predicción, así como sus acciones derivadas, para que los pronosticadores dispongan de los conocimientos, técnicas procedimientos necesarios para lograr una óptima predicción que satisfaga la demanda de usuarios.

Asesorar sobre los productos proporcionados por el satélite y, en especial, del sistema de la red de detección de descargas eléctricas (proporcionar capacitación a los distintos usuarios del equipo sobre el funcionamiento de los receptores, manejo del software y hardware, posibilidades, productos e informaciones) y limitaciones de las imágenes e interpretación de las mismas. Desarrollo de aplicaciones e integración de la información en la elaboración de pronósticos y en las tareas de vigilancia.

Utilizar los modelos, incluyendo la mejora del un modelo de área limitada, y complementarlos con el resto de productos para las tareas de vigilancia y predicción a muy corto plazo y elaboración del resto de pronósticos a las diferentes combinaciones de escalas temporales y espaciales ajustándose a la necesidad del usuario final.

Adaptación de los procedimientos utilizados a las características propias de la meteorología del país.

Personal:

Expertos en técnicas de análisis y predicción

Perfil:

Titulados superiores en ciencias o ingeniería y curso de meteorología de clase I

Amplia experiencia en integración de los productos derivados de los diferentes sistemas para la elaboración de pronósticos.

Amplia experiencia en las áreas de mesometeorología, predicción numérica y aplicaciones meteorológicas de la predicción y de la climatología.

Conocimientos sobre sistemas de teledetección y aplicaciones meteorológicas de los mismos.

Conocimientos sobre sistemas de proceso de datos y lenguajes de programación.

Español e inglés hablado y escrito.

Dedicación: 7 meses (en Asistencias técnicas de 15 días)

Coste: US\$ 126.000

2. En relación a la la Línea de Acción 2

- **Asistencia técnica en Red de Telecomunicaciones**

Objetivos:

Estudiar, planificar y coordinar las acciones tendentes a la obtención de una red de telecomunicaciones mediante enlace microondas u otros medios que permita disponer de un respaldo de las comunicaciones de las AWS, AHS, así como de los datos sismológicos, vulcanológicos y oceanográficos

Personal:

1 experto en Telecomunicaciones (Consultor Internacional Externo)

Perfil:

Ingeniero de Telecomunicaciones con amplia experiencia en redes de comunicaciones

Español e inglés hablado y escrito

Dedicación: 1mes

Coste: US\$ 21.000

3. En relación a la Línea de Acción 3.

- **Asistencias Técnicas en Aplicaciones Meteorológicas**

Dedicación: 2 meses (en Asistencias Técnicas de 15 días)

Coste: US\$ 36.000

- **Asistencia técnica en Bases de Datos**

Incluida en planilla de costos del punto 8.6.1.

4. En relación a la Línea de Acción 4.

- **Asistencia técnica en aplicaciones meteorológicas**

Objetivos:

Desarrollar aplicaciones meteorológicas y climatológicas para diversos sectores de usuarios (agrícola, ganadero y pesquero; turismo y ocio; transporte aéreo, marítimo y terrestre; construcción y obras públicas; energético, etc.).

Personal:

1 experto en aplicaciones de la meteorología

Perfil:

Titulado superior en ciencias físico-químicas o afines o ingeniería.
Experiencia en temas de climatología y agrometeorología
Español e inglés hablado y escrito

Dedicación: 2 meses (en Asistencias Técnicas de 15 días)

Coste: US\$ 36.000

- **Asistencia Técnica en Técnicas directivas**

Objetivos:

Estudiar, planificar y coordinar las acciones tendentes a la obtención de formación para directivos en temas de organización, gestión y administración, dirección de proyectos, dirección de recursos y equipos humanos, toma de decisiones, etc.

Personal:

1 Experto en Recursos Humanos

Perfil:

Titulado superior en Administración de Empresas, Ciencias de la Educación, Psicología o similar.

Amplios conocimientos y/o experiencia en formación en temas de organización, dirección de equipos y recursos humanos, etc.

Español hablado y escrito

Dedicación: 15 días

Coste: US\$ 9.000

8.3.5 Capacitación

- Respecto a la capacitación necesaria y dentro de la Línea de acción 4 referida al Fortalecimiento Institucional, para el personal del SNET se propone en técnicas de modelización, técnicas de análisis y predicción, gestión de bases de datos, hidrología y recursos humanos. Se complementa, a continuación, lo

incluido en el punto 4.6 sobre “Relación de Actividades y Calendario Tentativo de Ejecución”, en tanto la parte correspondiente a bases de datos se incluye en los anexos relacionados con ese tema.

COMPOSICIÓN			
PERSONAL	DEDICACION	COSTO	PERFIL DEL PUESTO
2 Expertos en técnicas de modelización	12 meses		<p>Titulado superior en ciencias o ingeniería y curso de meteorología de clase I</p> <p>Amplia experiencia en integración de los productos derivados de los diferentes sistemas para la elaboración de pronósticos.</p> <p>Amplia experiencia en las áreas de mesometeorología, predicción numérica y aplicaciones meteorológicas de la predicción y de la climatología.</p> <p>Conocimientos sobre sistemas de teledetección y aplicaciones meteorológicas de los mismos.</p> <p>Conocimientos sobre sistemas de proceso de datos y lenguajes de programación.</p> <p>Español e inglés hablado y escrito.</p>
3 Expertos en técnicas de análisis y predicción	12 meses		<p>Titulado medio en ciencias o ingeniería y curso de meteorología de clase II</p> <p>Amplia experiencia en integración de los productos derivados de los diferentes sistemas para la elaboración de pronósticos.</p> <p>Amplia experiencia en las áreas de mesometeorología, predicción numérica y aplicaciones meteorológicas de la predicción y de la climatología.</p> <p>Conocimientos sobre sistemas de teledetección y aplicaciones meteorológicas de los mismos.</p> <p>Español e inglés hablado y escrito.</p>

COMPOSICIÓN			
PERSONAL	DEDICACION	COSTO	PERFIL DEL PUESTO
1 hidrólogo experto.	12 meses		<p>Ingeniero civil o similar con especialización en Hidráulica y Energética.</p> <p>Experiencia en generación de bancos de datos para planificación hidrológica.</p> <p>Experto en modelos numéricos para alerta y gestión de avenidas.</p> <p>Conocimientos en técnicas de asimilación de datos y análisis objetivo.</p> <p>Amplios conocimientos y experiencia en programación</p> <p>Español e inglés hablado y escrito.</p>

- Con carácter más general y para los diversos elementos del proceso de modernización del SNET se propone la siguiente **capacitación que deberá ser responsabilidad del oferente de los nuevos sistemas:**

Para personal de la sede central del SNET y los observatorios aerosinópticos

Todo el personal implicado en la observación en los observatorios aerosinópticos debería estar en posesión del curso de meteorólogo IV/III

El oferente de nuevos sistemas deberá ofrecer un programa de capacitación para el personal del SNET que deba involucrarse en la operatividad de las estaciones de trabajo meteorológicas

La capacitación debe ser llevada a cabo en castellano. Las especificaciones técnicas de la oferta deberán contener un programa detallado indicando el número de cursos por material y la duración de cada uno de ellos.

El contratista será responsable por el programa y todo el material que fuese necesario para cada curso, comprometiéndose a poner a disposición una línea de asistencia técnica en capacitación durante al menos 1 año tras la recepción de los equipos,

Se deberá además, junto al personal directivo del SNET, establecer criterios de evaluación de progreso de los participantes, al mismo tiempo que estos evaluarán la calidad de la formación que están recibiendo

Esta capacitación deberá considerar puntos específicos para cada tipo de actividad, incluyendo, como mínimo:

- 3 semanas de clases sobre Operación de la estación de trabajo meteorológica en el CPM y CPH, ampliables, en función de la formación de que disponga el personal del SNET en otras materias (hidrología, meteorología aeronáutica, etc.).
- 2 semanas de clases sobre la Informática asociada a las estaciones de trabajo meteorológicas, para personal especializado.

- 2 semanas de clases sobre Operación de las estaciones de trabajo meteorológicas en los observatorios aerosinópticos.

Para personal de la UIM encargado de la red

El oferente deberá ofrecer un programa de capacitación para el personal del SNET que deba involucrarse en la operación, gestión, y mantenimiento de la red de estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas.

La capacitación debe ser llevada a cabo en castellano. Las especificaciones técnicas de la oferta deberán contener un programa detallado indicando el número de cursos por material y la duración de cada uno de ellos.

El contratista será responsable por el programa y todo el material que fuese necesario para cada curso.

Se deberá además, junto al personal directivo del SNET, establecer criterios de evaluación de progreso de los participantes, al mismo tiempo que estos evaluarán la calidad de la formación que están recibiendo

Esta capacitación deberá considerar puntos específicos para cada tipo de actividad, incluyendo, como mínimo:

Red Meteorológica:

- 1 semana de Capacitación para Instalación
- 2 semanas de Clase sobre Operación y Mantenimiento

Red Hidrológica:

- 1 semana de Capacitación para Instalación
- 2 semanas de Clase sobre Operación y Mantenimiento

Estación terrena de recepción directa:

- 1 semana de Capacitación para Instalación
- 4 semanas de Clase sobre la Operación y Mantenimiento del "Software"

Red de detección de descargas eléctricas:

- 1 semana de Capacitación para Instalación
- 2 semanas de Clase sobre la Operación y Mantenimiento del "Software"

Formación meteorológica de base para colaboradores de observatorios climatológicos

Su objetivo sería mejorar la formación básica y podría ser impartido por personal del SNET experto en técnicas de observación, climatología y mantenimiento. Su duración debería tener un periodo mínimo de 1 mes.

8.3.6 Usuarios

1. Situación Actual de la Atención al Usuario

La condición en la que en el momento se encuentra la atención del usuario de SNET, se caracteriza por ser una atención deficiente. Dicha condición, se tipifica a partir de la construcción del árbol de problema de atención al usuario de SNET.²

1.1 Árbol de Problema de la Atención al Usuario de SNET

En el árbol de problema se plantean cinco grandes problemas que están siendo la causa principal de tener una atención al usuario deficiente. Destacan como problemas fundamentales: Uno, el Desorden por el cual se reciben y se atienden las solicitudes de información. Dos, la insatisfacción de alguna información solicitada, producto de la inexistencia de la misma y/o por la construcción de la misma. Tres, por alargamiento o no definición de los tiempos de respuestas y desarrollo de la información. Cuatro, la ambigüedad existente en el cobro de la información y, Cinco, por la inexistencia de una apropiada localización del encargado de la atención al usuario.

1.1.1 Sobre las Solicitudes de Información

Se ha mencionado como uno de los principales problemas en la atención al usuario, el desorden existente en la entrega y recibo de solicitudes de información. Al respecto, encontramos tres factores que causales del desorden. El primero está relacionado con el hecho de que las solicitudes ingresan a la institución desde cualquier Dirección. Es decir, que no existe hasta este momento, ningún mecanismo que regule y establezca la forma apropiada de entrega y recibo de la demanda de información.

El segundo, está relacionado con que no toda las solicitudes o demandas de información le llegan al encargado de la atención al usuario. En muchos casos, al encargado nunca le llegan y mucho menos se da cuenta de que existe tal o cual demanda. Sin duda, esto trae consigo el desorden ya enunciado.

El tercero y último factor, está referido a la inexistencia de un mecanismo eficaz de canalización de las solicitudes o demanda de información. Como corolario y a su vez factor causal del desorden la inexistencia de un mecanismo apropiado y ordenado de solicitudes de información debidamente numeradas y fechadas, contribuyen a la ineficiencia de la atención del usuario.

1.1.2 De la Información Solicitada

Sobre este aspecto es importante hacer notar que hay algunos tipos de demanda de información que no necesariamente se puede construir con las bases de datos existentes en la institución. Ciertamente, hay demandas de información que requiere de un proceso de aproximación con los datos existentes. En estos casos, se requiere una dedicación mayor de tiempo. 1.1.3 Sobre los Tiempos de Respuestas y desarrollo de la Información

Otro de los factores que está determinando el grado de ineficiencia en la atención al usuario los constituyen, los tiempos que los técnicos toman tanto en dar

² El árbol de problema fue realizado por Rosa María Araujo, Doris Gamero y José Emilio Márquez. Se considero la valiosa experiencia obtenida por Rosa María como responsable actual de la atención al usuario de SNET.

respuestas a las peticiones como el tiempo que les toma el desarrollo y conclusión de los mismos.

En el análisis se establecieron tres factores causales. Uno, el tiempo que tarda el traslado de la solicitud. En mucho de los casos, se ha observado que hay mucho de los requerimientos o demandas de información que llegan en una fecha determinada, pero que transcurren una serie de días y la solicitud se mantiene empapelada o archivada. Un segundo aspecto, lo constituye la inexistencia de tiempos precisos para los procesos, es decir, que aun considerando que la información existe, no todos los técnicos –en su mayoría- tienen claramente medido los tiempos que les ocupa la ejecución y por tanto obtención del producto solicitado. Finalmente, hay demandas que no forman o no constituyen responsabilidades definidas para determinados técnicos en sus funciones. Pero que por la afinidad, especialización y por el tipo de solicitud se le asignan al técnico. Al no formar parte de su cotidiano trabajo el especialista tarda un tiempo mayor.

1.1.3 Acerca de la ambigüedad en el cobro de los servicios

Otra de las causas importantes a considerar en el estado actual de la atención al usuario, es la no claridad y definición de algunos de los servicios y/o productos que deben cobrarse.

No obstante que en el fondo de actividades especiales existe un listado de los productos y servicios con sus respectivos precios; hay una ambigüedad en algunos de los servicios. Dicha ambigüedad, surge cuando se relaciona algunos de los productos y servicios con determinados tipos de demandantes o usuarios. Tal es el caso cuando provienen de algunas Alcaldías, Ministerios o cuando proviene de una ONG con la cual se tiene firmado un convenio.

1.1.4 De la ubicación

Finalmente, la ubicación del encargado de atención al usuario no contribuye en la mejora de la atención de los usuarios. Por el contrario, se vuelve en otro factor condicionante de la ineficiencia de la atención al usuario.

2. Proceso de Optimización de la Atención al Usuario

En los anteriores apartados se ha desarrollado con relativa amplitud el estado actual de la atención al usuario de SNET. En este, se pretende sobre los hallazgos, proponer las condiciones sobre las cuales debe orientarse la atención al usuario. Sobre los cinco grandes problemas, se proponen cinco condiciones a alcanzar. La primera, se relaciona con el establecimiento de mecanismos y canales apropiados de distribución y entrega de las solicitudes de información. El segundo, con la elaboración de un catálogo de productos y servicios de la Institución. El tercero, con el establecimiento claro y preciso de los tiempos de respuestas. Cuarto, la eliminación de la ambigüedad por medio del establecimiento claro y preciso del sistema de cobro. Y quinto, la adecuada localización del encargado de la atención al usuario.

2.1 De los adecuados Canales de distribución de solicitud de información

Una adecuada canalización de las solicitudes de información supone el desarrollo de dos importantes acciones. Uno, el establecimiento de un único lugar de recepción de las solicitudes y dos, de la estructuración de una distribución eficaz de las solicitudes y/o demandas de información. En este último, es preciso determinar un

mecanismo que defina con precisión y eficacia el proceso que debe seguir el traslado de las solicitudes al interior de cada una de las Direcciones.

2.2 Catálogo de Productos y Servicios

La elaboración de un catálogo de productos y servicios es un instrumento necesario no solo para la mejora y logro de una atención al usuario. Es también útil e importante para el logro por el cual se creó el SNET.

La elaboración del catálogo debe considerar dos aspectos básicos. Un campo que muestre y facilite los diferentes tipos de datos e información que se procesa y genera. Y un mecanismo de facilitación y orientación de las demandas de información. Esto implica que es necesario identificar el diferente requerimiento de información vinculadas con el quehacer técnico científico del SNET, pero que suponen un reforzamiento técnico y de equipamiento.

2.3 Tiempo de respuesta oportuno

Los tiempos para satisfacer los requerimientos de información de los usuarios deben ser considerados, tomando en cuenta la utilización de horas que requiera su traslado, así como el tiempo requerido para la generación procesamiento del producto o servicio final. Una atención y entrega eficiente de información debe estimar y estandarizar los tiempos de trabajo necesario que lleva inherente la entrega de un servicio de información.

2.4 Claridad del cobro de la información

El sistema de cobro debe completarse primero considerando el listado establecido en el fondo de Actividades Especiales. Sobre esa base, se deberá generar un instructivo que norme los productos y servicios que serán cobrados así como los que no tendrán ningún costo. El mismo deberá considerar los aspectos que se determinan en los convenios que la institución realiza. Esto supone a su vez, un mecanismo adecuado de difusión y manejo de tales convenios.

2.5 Sobre la Localización

Es necesario asignar un espacio adecuado para el encargado de la atención al usuario. La localización deberá considerar factores que faciliten y orienten a los usuarios.

3. Un modelo de Atención de Usuario Eficiente

El modelo de atención al usuario eficiente parte de la consideración de los cinco aspectos señalados en el apartado anterior. Sin embargo, la cristalización de cada uno de ellos, supone la ejecución de varias acciones y actividades.

3.1 Acciones para la Canalización adecuada

La Canalización de solicitudes de información, requiere de la definición de un mecanismo único de recepción de las solicitudes de información. Este mecanismo debe establecerse bajo un instrumento legal que norme y determine responsabilidades al personal que tendrá a su cargo la labor. El encargado de la atención al usuario elaborará los formularios y medios de control del proceso. Los formularios detallarán los productos y servicios que se requieren, los tiempos de ingreso del requerimiento así como el tiempo estipulado en el cual será entregado.

Lo anterior se complementa con la definición de un mecanismo en el cual se determina las formas y los medios a través de los cuales las solicitudes serán trasladadas al interior del SNET.

3.2 Acciones para construir el Catálogo

El encargado de atención al usuario junto con las Direcciones de SNET detallarán los productos y servicios que genera y se encuentran disponible en la institución. Será necesario estimar y tipificar con precisión las demandas y requerimientos insatisfechos. Esto supone mantener un registro de todos los productos y servicios demandados a la institución. Además, implica identificar todos aquellos requerimientos de medios y equipos que necesita la institución para mejorar y ampliar la oferta institucional.

3.3 Acciones para los tiempos de respuestas

Los tiempos de respuestas deberán caracterizarse por ser oportunos. Para ello, los técnicos tienen que tener claramente establecido las responsabilidades que tienen en cada uno de los productos y servicios descritos en el catálogo. En coherencia con el formulario que emita el encargado de la atención al usuario se definirán los tiempos de recepción de la demanda de información, los tiempos de entrega del producto o servicio, así como la definición de los tiempos necesarios para el procesamiento y ejecución de la demanda.

3.4 Cobros de Servicios Claros

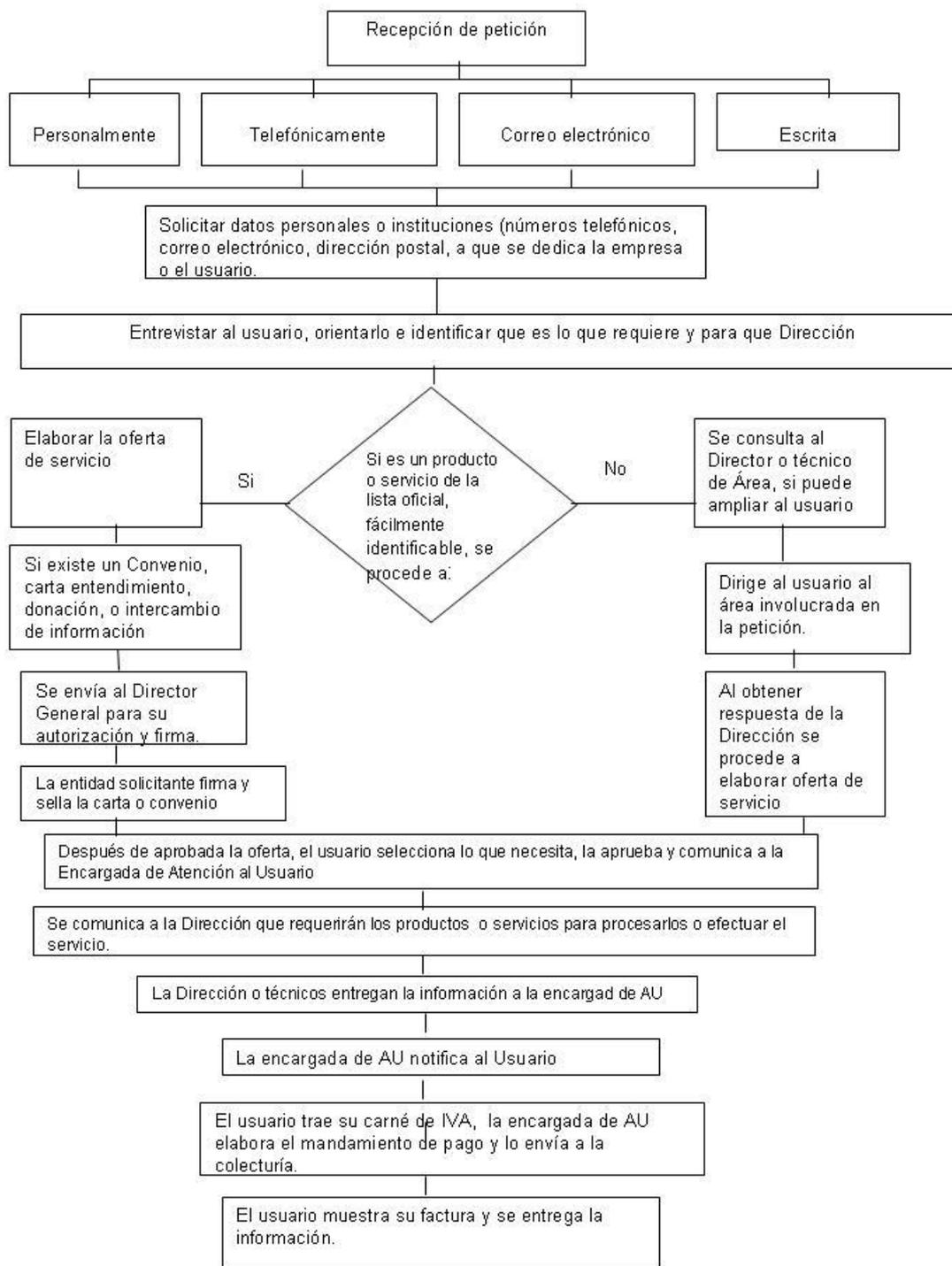
La claridad en el cobro de los productos y servicios que genera la institución debe de estar claramente definidos en un instructivo o documento interno. En el se describirá con precisión cada uno de los pasos, condiciones, regulaciones y manejo de los productos y servicios.

Además se elaborarán los medios mediante los cuales se hará la adecuada difusión y manejo de los convenios. Esto supone establecer el mecanismo de difusión y la definición clara del contenido de los convenios, así como los productos que incluye.

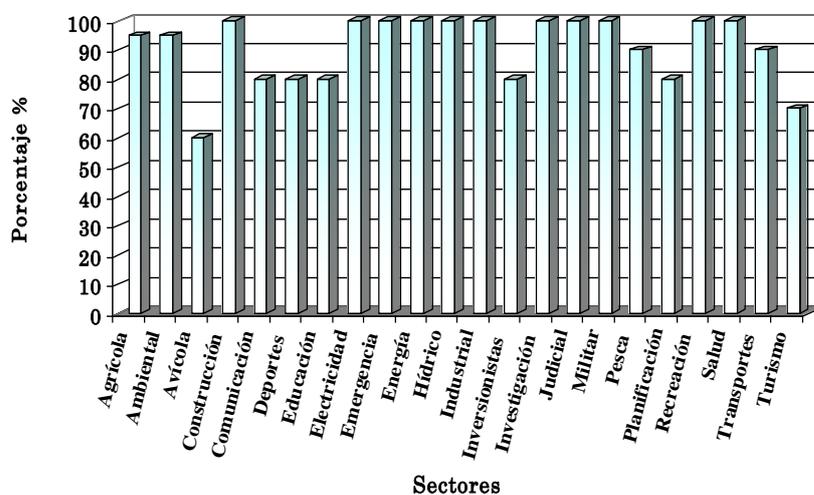
3.5 El esfuerzo por un espacio

El acondicionamiento de un espacio apropiado y estratégicamente localizado es importante para contribuir en la mejora de la atención al usuario. Definirlo y señalarlo coadyudará en la eficiencia.

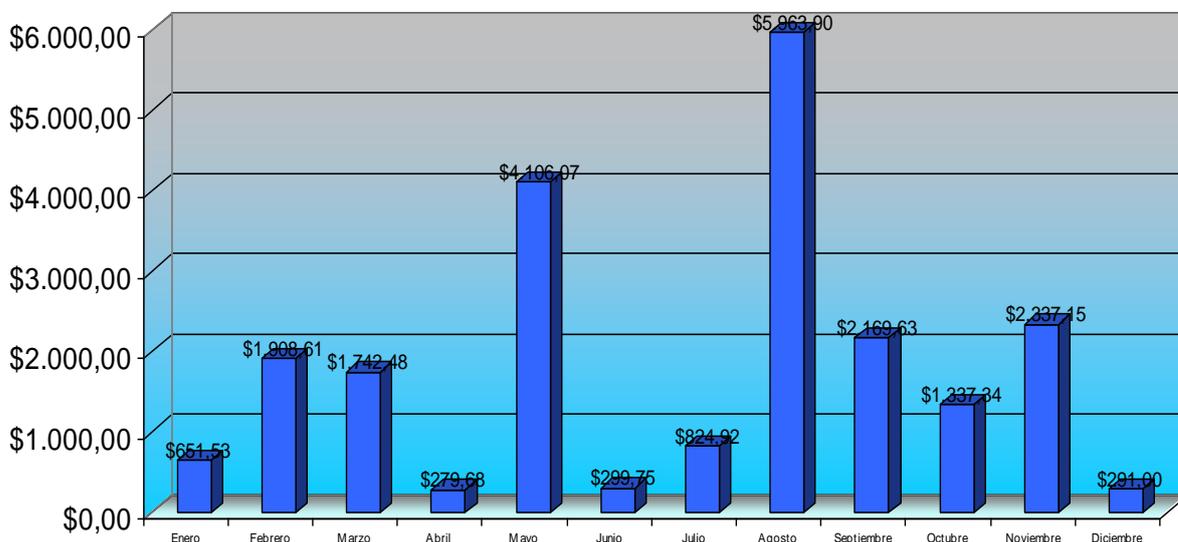
Diagrama de flujos en las peticiones de usuarios al SNET



Demanda de Información Técnica de SNET por Sector en porcentajes



Ingresos al FAE durante 2006 = \$21,912.06 (con IVA incluido)



8.4 Información relacionada con Hidrología

8.4.1. El agua en El Salvador

A continuación se recoge el apartado 3.5 del informe “Balance hídrico integrado y dinámico en El Salvador. Componente evaluación de recursos hídricos. SNET. Diciembre 2005”.

1. Recursos Superficiales

El Salvador se encuentra dividido en diez regiones hidrográficas con características geomorfológicas similares de acuerdo a lo establecido en la década de los 70 por el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, y posteriormente por el Plan Maestro de Desarrollo y Aprovechamiento de los Recursos Hídricos PLAMDARH las cuales se presentan en la tabla siguiente.

REGION HIDROGRAFICA		AREA (Km2)
A	LEMPA	10.167,56
B	PAZ	919,93
C	CARA SUCIA – SAN PEDRO	768,85
D	GRANDE DE SONSONATE - BANDERAS	778,43
E	MANDINGA - COMALAPA	1.294,55
F	JIBOA – ESTERO DE JALTEPEQUE	1.638,62
G	BAHIA DE JIQUILISCO	779,01
H	GRANDE DE SAN MIGUEL	2.389,27
I	SIRAMA	1.294,55
J	GOASCORAN	1.044,44

El principal río del país por su longitud, caudal y área de recogimiento es el río Lempa, seguido por los ríos Grande de San Miguel, Paz y Goascorán.

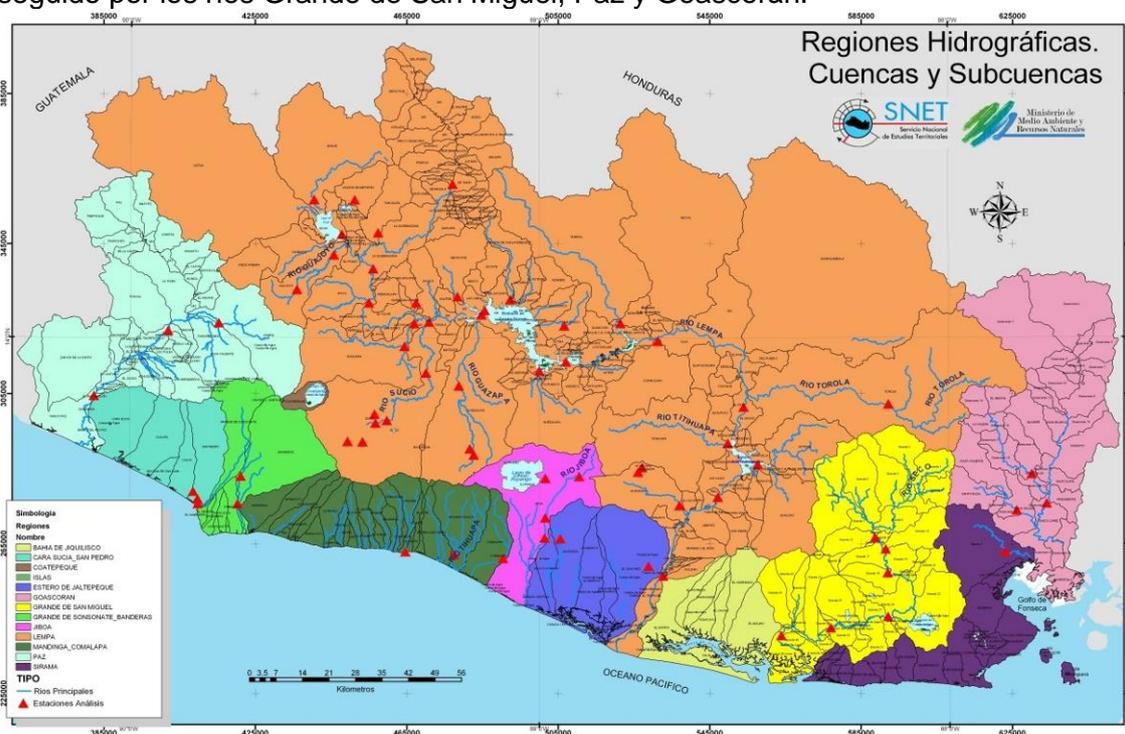


Ilustración 6.- Regiones hidrográficas, cuencas y subcuencas.

Los principales lagos y lagunas del país son: Lagos de Ilopango, Coatepeque y Guija, entre otros; Lagunas de Guija, Olomega, Metapán, San Juan, Chanmico, San Diego, del Llano, de los Negritos, entre otras.

Existen también embalses de regulación hidroeléctrica: Cerrón Grande, 15 de Septiembre, 5 de Noviembre, Guajoyo (Lago de Guija).

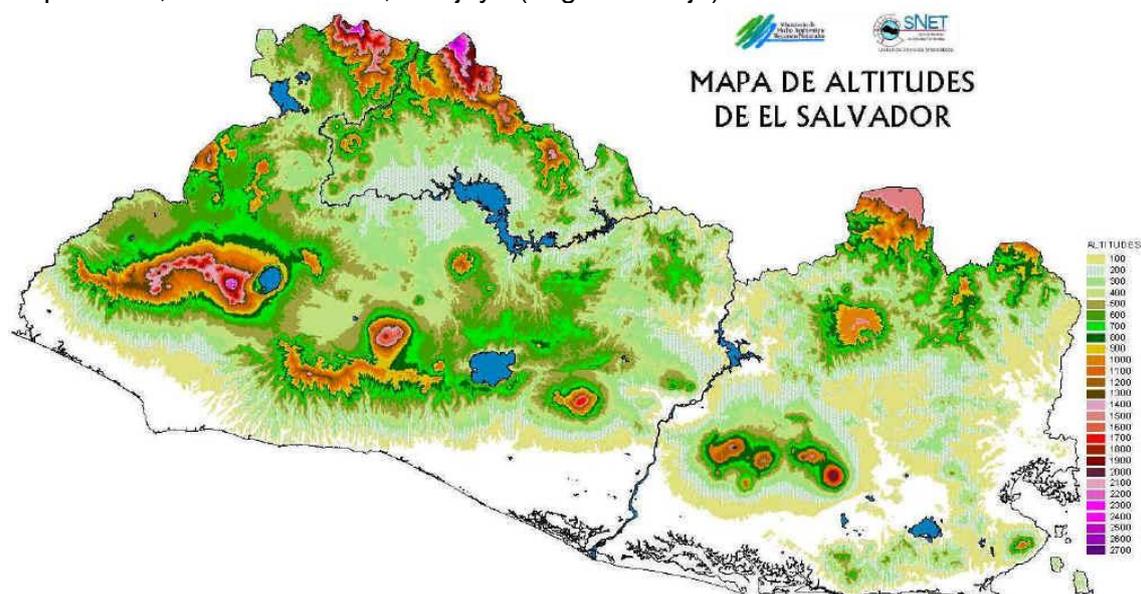


Ilustración 7: Mapa de altitudes

2. Recursos Subterráneos

Los principales acuíferos del país se describen a continuación

Acuífero del Valle de San Salvador

Ubicado bajo la ciudad de San Salvador, y constituido por el área de recarga del volcán de San Salvador. Su área descarga es el río Acelhuate y sus afluentes. Constituido por materiales de lava de alta permeabilidad, intercaladas con materiales piroclásticos. La profundidad del agua subterránea varía entre 30 y 90 metros.

Acuífero del Valle de Zapotitán:

Se localiza entre los volcanes de San Salvador y Santa Ana. Actualmente se aprovecha para abastecer de agua al proyecto de riego del Valle de Zapotitán. También en las zonas de los alrededores del autódromo El Jabalí, se localiza el campo de pozos de Opico, el cual se utiliza para abastecer de agua potable a la ciudad de San Salvador por medio del proyecto Zona Norte. El agua puede encontrarse entre los 10 y los 40 metros de profundidad.

Acuíferos en los Valles de Ahuachapán, Santa Ana, San Vicente y Usulután

Se localizan en los valles a los pies de los volcanes jóvenes del mismo nombre. Se utilizan para abastecer de agua a ciudades y poblaciones cercanas.

Acuífero del Valle de San Miguel

Se localiza en torno al volcán de San Miguel, desde los alrededores de la ciudad de San Miguel, a lo largo de la carretera San Miguel El Delirio y en el valle bajo de la cuenca del río Grande de San Miguel, entre el Delirio y Usulután, a ambos lados de la carretera del litoral. Es uno de los acuíferos más ricos del país y es aprovechado para abastecer de agua potable a la ciudad de San Miguel. La profundidad del agua puede variar entre 10 a 50 metros.

Acuífero de la Planicie Costera Occidental

Comprende desde los alrededores de Acajutla hasta el río Paz. Se utiliza para abastecer de agua potable a la población de Acajutla y a las industrias vecinas y para pequeños proyectos de riego en la planicie aluvional. Por ser su área de recarga la cadena del Bálsamo, que esta constituida por materiales de baja a nula permeabilidad, el potencial de este acuífero es bajo con excepción de la zona de Acajutla. La profundidad del agua subterránea varia entre 1 y 30 metros.

Acuífero de Sonsonate

Se origina en el área de recarga de los volcanes de Santa e Izalco, es de mayor potencial que el de la planicie costera occidental y es Usado para abastecer de agua potable a la ciudad de Sonsonate, pequeños proyectos de riego y zona industrial de Acajutla. La profundidad del agua subterránea varia de 5 a 50 metros.

Acuífero de la Planicie Costera Central

Se extiende desde San Diego en La Libertad hasta el río Lempa. Su área de recarga principal es el volcán de San Vicente. Actualmente abastece de agua a la ciudad de Zacatecoluca y a pequeños proyectos de riego en la costa. La profundidad del agua subterránea puede variar entre 5 y 60 metros.

Acuífero costero Río Lempa – Usulután

Tiene su área de recarga en la cadena volcánica de Usulután. Es de un elevado potencial hídrico, la profundidad del agua varia entre 10 y 80 metros. Actualmente se usa para abastecer de agua de riego y potable a poblaciones localizadas en su área de influencia.

8.5 Información relacionada con las Bases de Datos

8.5.1 Diagnóstico de la situación actual

1. Análisis de la Situación actual

1.1. Áreas relacionadas con el manejo de la Información

El SNET cuenta con 5 gerencias: Para el análisis de la información manejada, las entrevistas en detalle se tuvieron con personal de la Gerencia del Servicio Meteorológico, la Gerencia del Servicio Hidrológico y con la Jefatura del Sistema de Referencia Territorial de la Gerencia del Servicio de Estudios Territoriales y Gestión de Riesgos.

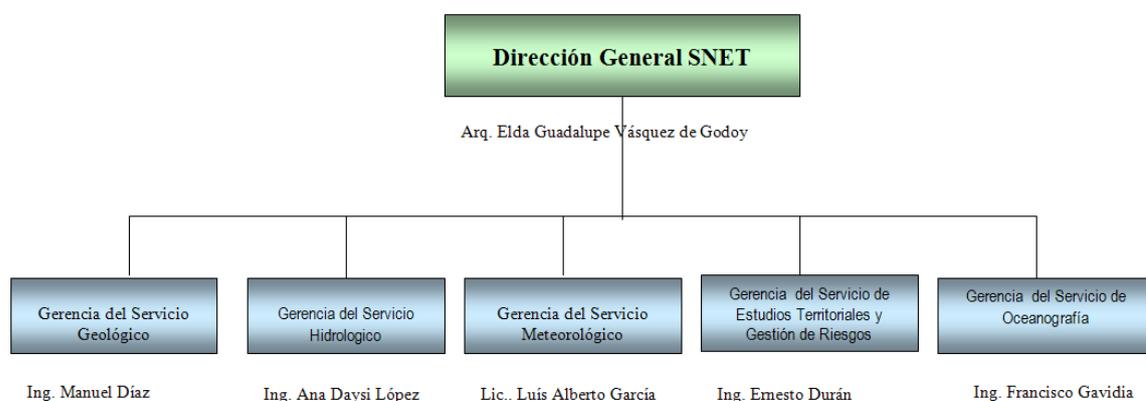


Figura 1: Gerencias del SNET

Meteorología:

El CPM recibe información diariamente de 5 oficinas en el interior del país por medio de teléfono, que carga para envío a Washington, cumpliendo con los acuerdos de El Salvador de cooperación de vigilancia mundial del clima. Elabora los pronósticos meteorológicos y diversos productos y carga la información en una base de datos para la publicación en Internet del SNET.

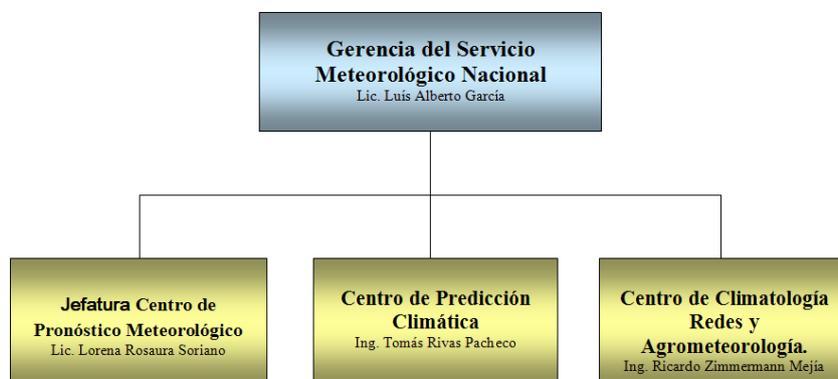


Figura 2: Gerencia del Servicio Meteorológico Nacional

El CIAGRO recibe información diariamente por teléfono y mensualmente por visitas a estaciones climatológicas. Emite diversos informes. Tiene a su cargo el manejo de la información meteorológica disponible, que se almacena actualmente en hojas de Excel.

Hidrología:

El CPH se encarga de la recepción de datos de estaciones automáticas. Elabora pronóstico hidrológico, diversos informes y carga la información de las estaciones automáticas para su publicación en Internet.



Figura 3: Gerencia del Servicio Hidrológico Nacional

La Jefatura de Información y Estudios Especiales recibe información de las estaciones hidrométricas y de las estaciones automáticas, así también la información proveniente del monitoreo de aguas subterráneas y de calidad de aguas superficiales. Elabora estudios y emite diversos informes. Tiene a su cargo el manejo de la información hidrológica disponible, que se almacena actualmente en hojas de Excel.

Sistema de Referencia Territorial:

La Jefatura del Sistema de Referencia Territorial es la encargada de la página Web del SNET, mantiene una serie de servidores para tal fin, provee de servicios cartográficos y de información geográfica a las diferentes áreas del SNET y los apoya con procesos y desarrollos informáticos. Ha generado unas bases de datos en PostgreSQL para la publicación de la página Web del SNET, construida en gran parte por páginas dinámicas basadas en los informes y pronósticos de Meteorología, Hidrología y datos de estaciones automáticas y servidores GIS.

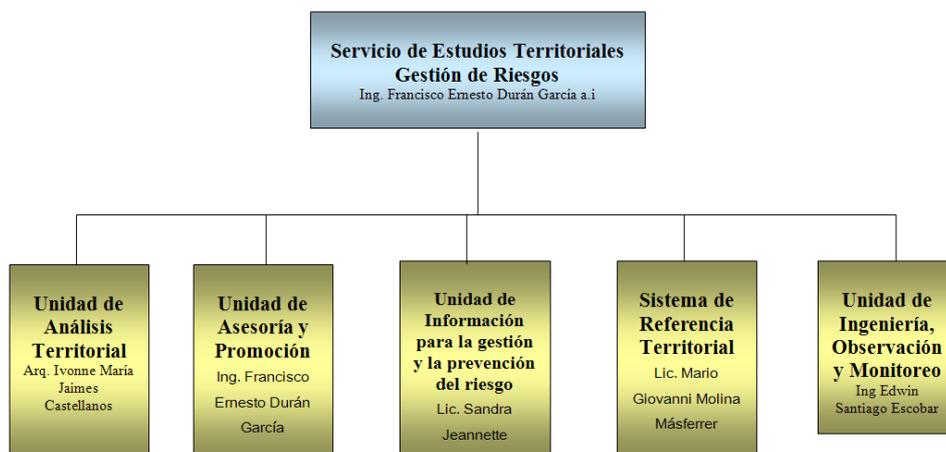


Figura 4: Gerencia de Estudios Territoriales y Gestión de Riesgos

La cartografía y la representación de información sobre mapas y sistemas de información geográfica por este departamento está bien presentada lo que genera una buena imagen para la institución. La dirección de la página Web del SNET es: <http://www.snet.gob.sv>.

1.2 Redes de Medición de Datos

En las secciones de Meteorología e Hidrología se hace una exposición más extendida del estado de las redes. Datos globales de las redes son:

- Estaciones convencionales o manuales. Climatológicas convencionales 26 (5 sinópticas), pluviométricas 84, Hidrométricas 2 (en varios puntos se dispone de estaciones convencionales y de automáticas). Se hacen mediciones de calidad del agua por muestreo y de niveles estáticos de pozos en algunos puntos.
- Estaciones automáticas: Las estaciones telemétricas transmiten vía satélite GOES, otras se visitan para obtener los datos registrados en la PCDs. Sinópticas meteorológicas telemétricas 5, climatológicas telemétricas 5, pluviométricas telemétricas 2, hidrométricas telemétricas 21 y 5 hidrométricas más. Se reciben además datos de 3 estaciones en Guatemala (2 hidrométricas y 1 pluviométrica) y 2 en Honduras (1 climatológica y 1 hidrométrica) vía satélite que se encuentran en la parte alta de la cuenca del río Lempa. 14 estaciones no se encuentran operativas actualmente. 5 de las estaciones climatológicas fueron instaladas por el área de Geología para ayudar en la determinación de riesgos de deslizamientos y coinciden con algunas de sus estaciones geológicas.

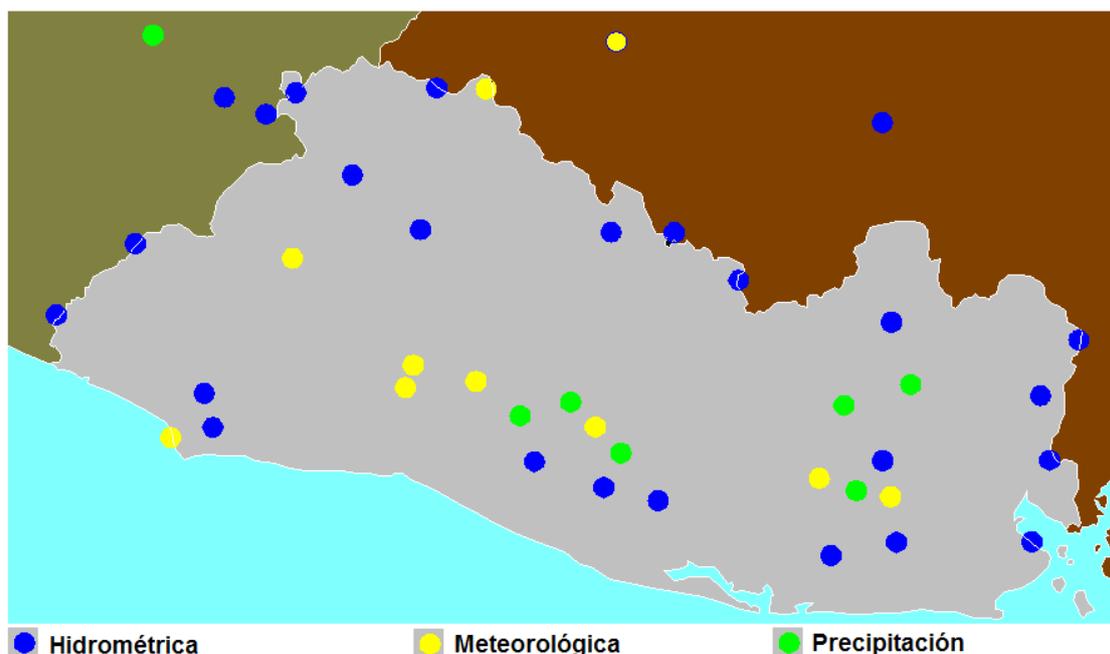


Figura 5: Estaciones automáticas que transmite vía satélite GOES. La información se publica en Internet

La información de las estaciones automáticas está disponible en Internet en la dirección: <http://www.snet.gob.sv/Geologia/pcbbase2/parametros-mapa.php>.

1.3 Bases de datos

En el SNET el manejo de la información de datos de variables medidas en las estaciones se hace de manera independiente en cada una de las áreas: Meteorología, Hidrología, Geotecnia, Oceanografía. La información manejada en Meteorología e Hidrología se consolida en hojas de Excel, en diversos formatos y niveles de agregación dependiendo del uso que se le da.

Para la publicación de la página en Internet se han creado algunas bases de datos en PostgreSQL que tienen el objetivo específico de publicación de la información en Internet, dada la fuerte orientación del SNET a la prevención y mitigación de desastres. En estas bases también se almacenan los datos a detalle de las estaciones automáticas que se reciben vía satélite GOES. La página Web del SNET tiene una gran parte de integración por medio de páginas dinámicas operadas por medio de PHP.

Se cuenta con una estación receptora de datos al satélite GOES 12. La información se transmite a través de los canales 93 y 111 y se utiliza el canal 123 para transmisiones de alertas. Se reciben datos además de 5 estaciones automáticas de la cuenca alta del río Lempa que están en Guatemala (3) y en Honduras (2). El receptor es operado en el CPH. Las estaciones son en su mayoría de marca SUTRON y 5 de marca OLIMPO. Las estaciones meteorológicas transmiten a través del canal 111 y las transmisiones son cada hora. Las transmisiones de las estaciones hidrométricas se hace a través del canal 93 cada tres horas y las transmisiones de estaciones meteorológicas a través del canal 111 cada hora. La cantidad de datos en cada transmisión corresponde a dos intervalos para minimizar pérdidas. Algunas estaciones transmiten en formato carácter y otras en formato binario. Los datos se decodifican y se mandan a diversos archivos de texto. Por medio de un procedimiento se cargan a las bases de datos en PostgreSQL para su publicación a través en Internet. Para el manejo de esa información por las áreas de Hidrología y Climatología se hacen resúmenes que se cargan a hojas de Excel en donde son utilizadas para la generación de sus informes periódicos y de los estudios que elaboran esas áreas.

Nombre	Base de datos en que reside	Comentarios
pronosticos	PostgreSQL	Base de datos orientada a la publicación en Internet. Contiene los datos de detalle de las estaciones automáticas que transmiten vía satélite GOES.
hidrologia	PostgreSQL	Base de datos orientada a la publicación en Internet. Contiene los datos de detalle de las estaciones automáticas que transmiten vía satélite GOES.
Hidrología	Excel	Aforos, análisis fisicoquímicos, resúmenes por estación, datos de automáticas, históricos, sedimentos, niveles de pozos, calidad del agua. En hojas de cálculo en diversos directorios de acuerdo a los tipos de datos y por estaciones. Hojas de cálculo para datos

Nombre	Base de datos en que reside	Comentarios
Meteorología	Excel	resúmenes. Estaciones sinópticas y climatológicas. Otras estaciones solo pluviométricas. En hojas de cálculo en diversos directorios de acuerdo a los tipos de datos y por estaciones. Hojas de cálculo para datos resúmenes.
Meteorología	Papel	Documentos pendientes de registro. Algo se ha recuperado por algunos programas especiales de rescate de datos con

Tabla 3: Bases de datos Meteorológicos e Hidrométricos en el SNET

Se cuenta con una licencia de Microsoft SQL-Server donada por Alemania y se han iniciado actividades con el fin de darle utilización.

La recepción de imágenes de satélite se hace en el centro regional en Costa Rica al cual se tiene acceso en el CPM.

1.3.1 Datos meteorológicos y climatológicos de la red del SNET.

De las estaciones Sinópticas se reciben los datos cada 3 horas, se codifican en formato SYNOP y de la estación del aeropuerto internacional del El Salvador reciben datos cada hora y se codifican en formato METAR. Se capturan los datos para su transmisión a Washington (NESDIS). Se incorporan estos datos en una tabla de la base de datos PostgreSQL que es accedida por funciones de la página Web por medio de PHP. Los datos se transmiten por teléfono. El tiempo total disponible cada día de estas estaciones está supeditado al personal disponible.

Se cuenta de mensajes capturados y cargados a la base de datos del 2000 a la fecha. Años anteriores hasta la puesta en operación de las estaciones solamente en papel.

Figura 6: Formato de registro de estaciones sinópticas convencionales

CANTIDAD DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS POR ZONA				FEBRERO DE 2008	
TIPO DE ESTACION	OCCIDENTAL	CENTRAL	PARACENTRAL	ORIENTAL	TOTAL
CLIMATOLOGICA CONVENCIONAL	9	6	5	6	26
PLUVIOMETRICA	28	20	14	22	84
SINOPTICA TELEMETRICA	2	1	0	2	5
CLIMATOLOGICA TELEMETRICA	0	3	1	1	5
PLUVIOMETRICA TELEMETRICA	0	0	0	2	2
PLUVIOGRAFICA SEMIAUTOMATICA	0	0	0	0	0
					122

Fuente: CIAGRO

Tabla 4: Estaciones meteorológicas por zona.

En las estaciones climatológicas se hacen mediciones a las 7, 14 y 21 horas de cada día. Los datos se reciben por teléfono.

De la mayor parte de las estaciones pluviométricas, se reciben los datos una vez al día por teléfono. De algunas otras se recoge la información por visitas mensuales a las estaciones.

Para motivos de pronóstico meteorológico se capturan los datos de dos estaciones que se reciben por teléfono.

Figura 7: Formato de registro de estaciones climatológicas convencionales

Jueves 13 de Abril del 2008
(día de la semana) (fecha) (mes) (año)

Hora	VIENTO		N U B E S				VISIBILIDAD	SUELO	ROCIÓ	TIEMPO	HORAS Y MINUTOS	OBSERVADOR							
	rumbo	Fza	cantidad total	bajas	medias	altas							km. (M)	LO	CIO	(-)			
I	C	0	4	cu	-	1	Ac	-	3	-	-	30	X	1	0 ²	Feu	07 ⁰⁰	R.D.G.	
II	sw	1	2	cu	-	2	-	-	-	-	-	30	X	0	X	0 ²	Feu	14 ⁰⁰	R.D.B.
III	C	0	2	-	-	-	Ac	-	2	-	-	15	0	0	0 ⁰	Feu	21 ⁰⁰	R.D.G.	

FENOMENOS ESPECIALES (•) Ponga símbolos convencionales

símbolo	¿dónde?	rumbo de... a...	comenzó	máximo	finalizó	símbolo	¿dónde?	rumbo de... a...	comenzó	máximo	finalizó
•	Est		23:08	-	00:00						

Hora	BAROMETRO		BARO-GR AFO	DIFEREN- CIA
	temperatura	lect. mm. a 0 °C (mb)		
I	26.0	757.6	1002.8	
II	29.0	756.0	998.0	
III	26.5	757.4	1002.6	

Figura 8: Libreta de registro de estaciones climatológicas convencionales

Para la captura de los datos de manera definitiva se hace a partir de las libretas o los formatos de registros cada diez días (decádicos o decenales). Se revisan y se capturan y se ponen en hojas de Excel. Después se hacen cálculos para disponer de esos datos en formas mensuales y anuales. Se tienen también cálculos para las normales. Esos pasos siguientes de agregación de la información utilizada en varios informes y estudios se va haciendo en sucesivas hojas de Excel.

Para localizar información de las estaciones se recurre a la búsqueda de los archivos de la estación o de los cuadros resúmenes de que ya se dispongan y se copia la información.

1.3.1.1 Datos manejados, periodicidad, recepción de datos

La concentración de los datos generados es como sigue: Anteriormente se concentraban mensualmente los formularios de las estaciones sinópticas, pero en la

actualidad debido a falta de espacio estos archivos se guardan en las instalaciones de cada una de las estaciones.

Los formularios de registro de las estaciones climatológicas se reciben mensualmente, lo mismo que los de las estaciones pluviométricas. Estas estaciones generan bandas de registros de algunas variables que también se concentran.

Los registros manuales SYNOP se generan cada 3 horas y METAR cada hora, se utilizan para generar los datos diarios de las estaciones. Las estaciones climatológicas hacen tres mediciones diarias que se reciben por teléfono y cada mes en papel.

Se sigue un proceso de revisión manual y posteriormente se captura y se procesa en hojas de Excel.

Tipo de Estación	Temp. Aire	Precipitación	Pres. Barom.	Hum.Relat.	Vientos	Rad.Solar	Nivel	Caudal	Visibilidad	Nubosidad	Punto rocío	Fenómenos
Climatológica convencional	X	X	X	X	X				X		X	X
Climatológica automática	X	X	X	X	X							
Sinóptica convencional	X	X	X	X	X				X	X	X	X
Sinóptica automática	X	X	X	X	X	X						
Pluviométrica convencional		X										
Pluviométrica automática		X										
Hidrométrica convencional		X					X	X				
Hidrométrica automática		X					X	X				



Figura 9: Registros en bandas de estaciones climatológicas convencionales

Los registros en bandas no se digitalizan para ser cargados a hojas de Excel o base de datos. En las anteriores instalaciones, en Ilopango, se tiene una bodega en donde están guardados parte de los registros manuales y otra parte en una bodega en las actuales instalaciones del SNET.

Cinco estaciones generan mensajes METAR / SYNOP. Aeronáutico solo el aeropuerto de Comalapa (Aeropuerto Internacional de El Salvador). Las estaciones son Aeropuerto, Ilopango, Ajacutla, Santa Ana, San Miguel y La Unión.

La operación de las estaciones sinópticas se hace con personal propio. En estos casos se tiene tanto la estación convencional como la automática. Comalapa [aeropuerto] solo se tiene automática (la estación del aeropuerto la opera otra institución).

El personal en cada una de las estaciones sinópticas debería de ser 4 o 5 como mínimo, pero no todas las instalaciones tienen el personal suficiente.

Oficina	Personal
La Unión	2
Santa Ana	3
San Miguel	3
Acajutla	4
Ilopango	6

No se tiene acceso directo a la base de datos de pronósticos en el SNET que se utiliza para la publicación Web y que ellos cargan diariamente y cuando se requiere hay que

pedir al personal de informática que haga resúmenes de la información que se le solicita.

Datos climatológicos con 5 estaciones (son las mismas). Se concentran en el CPM también dos estaciones climatológicas adicionales: Nueva Concepción y San Andrés. CIAGRO recibe y digita diario la información de todas las climatológicas.

La información que se guarda por parte del CPM es:

- Análisis de mapas
- Boletines del NHC, como respaldo de elementos tomados en cuenta para sus propios informes.
- Imágenes satelitales obtenidas por el sistema RAMSDIS. Son cada 30 minutos. Las imágenes almacenadas son 1km-visible, 4km-infrarroja y visible, 16km-vapor de agua, 12km-infrarroja. Son aproximadamente 24 MB/día del programa Mcldas y 5MB/día en formato JPG.
- Imágenes en otros sitios Web, vía Internet, del orden de 10 cada día.
- Información de modelos numéricos.
- Del sistema PCGrids32 se guarda del orden de 16MB/día (Sistema para análisis de variables (con fines de pronóstico))

Se corren los modelos MM5 y ETA. Los volúmenes de salida de esos modelos son MM5 (~4GB diarios) se corre el pronóstico a 48 horas, ETA (~3GB diarios). El MM5 se corre con 11 km de resolución y el ETA con 15 km de resolución.

Se han tenido algunos problemas con los equipos del CPM que se utilizan para la elaboración de pronósticos, a pesar de ser equipo reciente (1 año). Se solicita que se pudiera tener un mantenimiento preventivo. Estos equipos son Pentium IV, con 80 GB en disco duro.

La documentación de los mensajes METAR se tiene en una bodega en Ilopango, pero desde el traslado del SNET a sus instalaciones actuales ya no se dispone de lugar para almacenarlos. En los últimos años, cada una de las oficinas con estación sinóptica ha estado guardando sus propios documentos.

1.3.1.2 Digitalización de datos y disponibilidad de información digitalizada

La información se utiliza en dos formas diferentes. Por una parte el CPM recibe y maneja la información de las 5 estaciones sinópticas que están en oficinas del SNET en el interior del país y que envían la información por radio. Por otra parte el CIAGRO concentra telefónicamente la información de 26 estaciones climatológicas. La información capturada por el CPM de las estaciones sinópticas va a una base de datos en PostgreSQL que se utiliza para la página Web del SNET. La información de las estaciones climatológicas va a hojas de Excel.

Información manejada por el CPM. De las estaciones sinópticas se reciben los datos por teléfono actualmente (anteriormente por radio) y se está esperando el cambio a radioteléfono. Los datos se registran en el formulario METAR. La información se digita en MetLab y de ahí se envía a Washington (NESDIS), cada hora, en formato METAR. Los datos SYNOP son cada 3 horas o cada 6 horas, dependiendo de la cantidad de personal. La captura también se manda a un servidor local del SNET. Se tienen del orden de 6 años registrados en la base de datos.

Existe interés en el SNET de que se pudiera tener acceso a toda esa información, por medio de algún programa de rescate de datos. Se sugiere que para la información que se haya transmitido a la base mundial meteorológica (NESDIS), se haga una petición para que se recupere toda la información que ha proporcionado El Salvador y después se cargue en base de datos para su mejor manejo.

Información manejada por el CIAGRO. Concentra información diariamente, por teléfono, de 26 estaciones climatológicas y de algunas estaciones pluviométricas. Esta información se captura y se hacen informes diarios de climatología.

Por otra parte, se dispone de los datos capturados a partir de las libretas de registro.

Los procesos de consolidación de datos y su integración en hojas de Excel se hacen en los primeros días de cada mes.

La información recibida en bandas se utiliza solo para solucionar problemas encontrados en los otros reportes de medición de las estaciones convencionales.

Los datos capturados se guardan hojas de Excel, en una estructura de directorios por estación y años. Se tienen complejas hojas de Excel para la construcción de resúmenes mensuales, anuales y cálculos de normales, por estación y para cuadros por grupos de estaciones. En muchos de los pasos de cálculo se recurre a procedimientos manuales para la inserción de los datos de otras hojas.

1.3.2 Datos hidrológicos de la red del SNET

La gerencia de hidrología, en su CPH, maneja la recepción de todas las estaciones automáticas que transmiten vía satélite GOES, incluidas las 5 fuera del país en la parte alta de la cuenca del río Lempa, el más importante de El Salvador (3 en Guatemala y 2 en Honduras). Las otras cinco estaciones automáticas que no transmiten, se visitan mensualmente para descargar los datos de la PCD.

En cada una de las estaciones automáticas hidrométricas se miden el nivel del cauce, el caudal (a través de aforos) y la precipitación. En las estaciones convencionales se hacen los aforos con molinete y se tienen también limnógrafos.

Tipo de estación	Estaciones funcionando	Estaciones fuera de operación
Hidrométrica convencional	5	56
Hidrométrica automática telemétrica (GOES)	17	3
Hidrométrica automática (se visita para datos)	5	-
TOTALES	27	59

Tabla 5: Estaciones hidrométricas.

Se cuenta con 27 estaciones hidrométricas funcionando. La información de los aforos y de las bandas de los aparatos de registro se concentra mensualmente. Se digitalizan las bandas por medio del programa HBV. Se cuenta con una tableta digitalizadora Calcomp de 36 x 24 pulgadas.

Se cuenta con 27 estaciones hidrométricas operando Estaciones Hidrométricas funcionando. La información de los aforos y de las bandas de los aparatos de registro

se concentra mensualmente. Se digitalizan las bandas por medio del programa HBV. Se cuenta con una tableta digitalizadora Calcomp de 36 x 24 pulgadas.

De los aforos con molinete se digitan los datos y se calculan los aforos en el programa G06, herramienta programada en MSDOS y que se ve necesario la utilización de un programa moderno que facilite la operación.

El registro histórico de las estaciones hidrométricas de El Salvador, se vió interrumpido y disminuído en la década de los 80 debido a la guerra civil. En la década de los 90, se inició el proceso de reconstrucción de estaciones, después de la firma de los Acuerdos de Paz en El Salvador, a través del apoyo de los Programas FINNIDA (Cooperación Finlandesa), Programa Ambiental de El Salvador (PAES – Préstamo BID/GOES), Post Mitch (USAID) y Post Terremotos (USAID_USGS). Por medio del programa HVB y utilizando los datos de precipitaciones disponibles en la parte de la cuenca que corresponde a la estación hidrológica, se hacen simulaciones durante la historia disponible en la época que se tienen datos y con esos criterios se generan los datos faltantes. Se utilizan 10 años como mínimo para calibrar los ajustes.

Toda esa información, posteriormente, se concentra en hojas de Excel en donde es consultada para la elaboración de informes.

Los datos de aguas subterráneas, niveles de pozos y calidad del agua se procesan en hojas de Excel.

En el CPH se maneja la descarga de datos por parte del DDGRS que viene de la estación terrena ubicada en las instalaciones del SNET.

1.3.3 Base de Datos en PostgreSQL.

Las bases de datos disponibles en PostgreSQL se utilizan fundamentalmente para la operación de la página Web del SNET, la cual tiene una gran cantidad de elementos dinámicos manejados a través de PHP.

La base de datos para la parte meteorológica se llama **pronósticos** y contiene un conjunto de tablas de pocos registros para referenciar información y los textos de los pronósticos. Las tablas con datos capturados por el CPM de mayor cantidad de registros son: lluvias, mareas, nubes, visibilidad y mensajes METAR. También tienen los registros de datos cada 15 minutos de las estaciones automáticas que es la tabla más voluminosa. Los datos disponibles en esta base de datos principalmente son desde la creación del SNET hace seis años.

La base de datos para la parte hidrológica se llama **hidrología** y contiene un conjunto de tablas de pocos registros para referenciar información y los textos de los boletines. Las tablas con datos capturados por el CPH de mayor cantidad de registros son: boletines y datos de estaciones hidrométricas automáticas.

1.4 Imágenes de Satélite

En el SNET no se dispone de una estación terrena para recepción de imágenes de satélite.

Las imágenes de satélite son a través del sistema Mclidas. El Sistema Mclidas tiene su servidor central en la Universidad de Colorado y de ahí los procesos se envían al servidor en Centroamérica que está en Costa Rica que es al que se conecta el equipo en el CPM del SNET. Se bajan imágenes en infrarrojo, visible y vapor de agua, cada 30 minutos. Las imágenes almacenadas son 1km-visible, 4km-infrarroja y visible, 16km-vapor de agua, 12km-infrarroja. Son aproximadamente 24 MB/día del programa Mclidas y 5MB/día en formato JPG.

Se obtienen imágenes en otros sitios Web, vía Internet. Se guardan del orden de 10 imágenes cada día.

1.5 Otras fuentes de datos

El Aeropuerto Internacional de El Salvador, cuenta con una estación automática operada por la DAC y genera información meteorológica y mensajes METAR cada hora.

La compañía estatal CEL, informó en una reunión con los consultores de la OMM que estaba dispuesto a proporcionar la información de las estaciones climatológicas que tiene en su instalación y que ya proporciona información al SNET acerca del agua turbinada en la generación de energía eléctrica.

La empresa de generación geotérmica mostró su disposición a cooperar y compartir la información de las estaciones climatológicas en sus instalaciones.

1.6 Otras necesidades de información

En esta misión de la OMM se puso énfasis en los productos dirigidos hacia los usuarios. Se tuvieron entrevistas con el Ministerio de Agricultura y las empresas de generación eléctrica CEL y LAGEO.

Ya se entrega información de manera regular a esas instituciones

1.7 Estado actual de las telecomunicaciones en el SNET

Los sistemas de comunicación utilizados vienen dados por el teléfono y radio (voz), telemetría satelital e Internet.

Dado que el riesgo más común en el país es debido a las lluvias y las consecuencias que acarrearán, se dedica una especial atención a este parámetro hidrometeorológico. Esta información se recoge de dos formas diferentes: La primera es de forma telefónica llamando diariamente a una serie de estaciones climatológicas seleccionadas y la segunda por telemetría, aunque esta red no la consideran fiable por el estado e instalación de los sensores. El resto de las estaciones existentes no tienen más relación con el SNET que el envío de la información diaria de forma mensual.

En el caso de las estaciones aerosinópticas la información es transmitida por el teléfono o y radio (voz) de forma horaria y mientras el observatorio tiene personal. Una vez transcrita se envía al ISCS mediante el software METLAB de transmisión satelital. Fuera de las horas de servicio del personal los datos llegan por telemetría (en una está fuera de servicio el transmisor).

En el CPM disponen de una conexión al Internet de 4 Mbps. La red local es de 100 Mbps. Por ser el SNET parte del MARN, los servicios informáticos generales y de telecomunicaciones quedan dentro del Ministerio. Esta banda ancha de comunicaciones les permite recibir los modelos meteorológicos. Se utiliza el sistema RAMSDIS de recepción de imágenes de satélite y comunicaciones junto a un sistema MCIDAS para composición y generación de productos gráficos. Reciben, vía Internet, los productos libres del modelo área global de la NOAA. Como alternativa disponen del sistema METLAB para recibir los productos de los modelos elaborados por diferentes organismos internacionales. Actualmente están instalando un sistema de recepción satelital para productos EUMETCAST.

En situaciones críticas, estas velocidades no son suficientes para atender la alta demanda de servicio, por lo que se sugiere que se haga una mejora sustantiva en la velocidad de conexión. Se pueden analizar otras alternativas para esos casos como

tener un servicio contratado comercialmente el cual sea redireccionado para informar durante emergencias de ,manera más eficiente

Las EMAs y EHAs con telemetría envían a NESDIS a una velocidad de transmisión de 100 baudios, lo que está fuera de los requerimientos actuales que piden la transmisión, al menos, a una velocidad de 300 o 1.200 baudios

8.5.2 Necesidades detectadas en relación a la implantación de una base de datos nacional.

1. Necesidades detectadas en Meteorología.

La documentación de los mensajes METAR se tienen en una bodega en Ilopango. En los últimos años, cada una de las oficinas con estación sinóptica ha estado guardando sus propios documentos. Capturar toda la información de esa documentación y cargarla a base de datos para su utilización para sus pronósticos y análisis que requieren hacer.

El personal del CPM, que captura la información de datos de las estaciones sinópticas y cuya información es cargada en tablas en la base de datos que se utiliza para la página Web del SNET, no pudiendo tener acceso por medio de herramientas a esa información, para su manejo propio y resúmenes de información recurre en ocasiones al análisis de los datos directamente en los formatos en papel de los registros diarios y en otros casos hace peticiones a la Jefatura del Sistema de Referencia Territorial, que administra la base de datos, para que les hagan esos procesos.

En el CIAGRO se tienen gran cantidad de registros en papel pendientes de ser capturados de estaciones climatológicas. En un proyecto de rescate de datos de hace cuatro años, se hizo la captura de datos que se muestran en el siguiente cuadro, en donde se logró capturar 324 años/estación de datos. Los datos históricos pendientes de ser capturados se muestran en cuadros sucesivos que se les han cuatro niveles de prioridades con 5 estaciones en prioridad 1 (100 años/estación de datos), 20 estaciones con prioridad 2 (688 años/estación), 12 estaciones con prioridad 3 (284 años/estación) y 20 estaciones con prioridad 4 (181 años/estación). Hay datos pendientes de capturar entre 1952 y 2002.

Capturado o prioridad	Cantidad de estaciones	Rescatado Capturado (Años/estación)	Pendientes (Años/estación)
Capturado	17	324	
Prioridad 1	5	-	100
Prioridad 2	20	-	688
Prioridad 3	12	-	284
Prioridad 4	20	-	181
Total pendiente captura	57	-	1253

El personal relacionado con el manejo de datos climatológicos en el SNET expresó su necesidad, ya presente por varios años, de poder contar con el manejo de la información por medio de una base de datos para poder elaborar sus estudios e informes de una manera más simple y poderosa y que les permita manejar toda esa información de manera flexible.

Hay necesidad de efectuar respaldo de la información generada diariamente de manera que se pudiera manejar más fácilmente.

Se han tenido algunos problemas con los equipos del CPM que se utilizan para la elaboración de pronósticos, a pesar de ser equipo reciente (1 año). Se solicita que se pudiera tener un mantenimiento preventivo. Estos equipos son Pentium IV, con 80 GB en disco duro.

CPM está interesado en la representación sobre mapas de lluvia de pronosticado vs. real. Superposición de información de modelos / lluvia / imágenes satelitales en forma estática y con animación. Dibujado de trayectoria de huracanes o de otros eventos sobre imágenes satelitales.

Despliegado de la información a partir de la base de datos en tablas, cuadros comparativos, gráficas y mapas de manera que lo puedan hacer directamente los usuarios.

Cálculo de precipitaciones areales y sus manejos sobre cartografía.

2. Necesidades detectadas en Hidrología

Mejora de los equipos dedicados a la captura y almacenamiento de los datos, que son de los más rezagados en la institución.

Se han estado haciendo trabajos de recuperación de datos de caudales en estaciones donde durante más de diez años no se realizaron mediciones por las razones antes expuestas. Mostraron interés de posiblemente utilizar alguna herramienta alterna para generar esa información para comprobar la calidad de la recuperación de datos.

Digitalizar los datos existentes en bandas de limnógrafo pendientes.

Carga de toda la información existente en Excel a base de datos y elaboración de cálculos por estación, por grupos de estaciones y resúmenes para diferentes periodos de manera más automatizada para facilitar el análisis y poder generar los productos más fácilmente.

Representación de la información generada en mapas, preferente con sistemas de información geográfica, en cuadros resúmenes para diferentes periodos y en gráficas, a partir de la base de datos para facilitar la elaboración de muchos de los productos que tienen que generar y la posibilidad de complementarlos con elementos que ahora no hacen por el tiempo que les implica hacerlo, como comparativos contra situaciones especiales en determinados periodos.

3. Necesidades en relación a los sistemas de comunicaciones

Las telecomunicaciones son administradas globalmente por el MARN, quien deberá proveer las mejoras necesarias para atender las necesidades del SNET en casos de emergencia.

El sistema actual es totalmente inapropiado para el objetivo principal del proyecto. Se requiere un sistema de comunicaciones eficientes, automáticas, y en tiempo casi real que evite los sistemas obsoletos como la emisión de radiofonía.

Se estima que es necesario dotar a todas las oficinas y observatorios sinópticos con capacidad para comunicación Internet. La transmisión de partes por voz y la transcripción a papel de los mismos en varias ocasiones es una fuente de errores difícilmente detectables. Los medios actuales (teléfono y radio) deberían quedar como medios de respaldo.

Las AWS y AHS con telemetría envían a NESDIS. En el caso de las AWS transmiten a 100 baudios, por lo que en cualquier momento dejará de ser operativa esta telemetría, ya que la velocidad mínima de transmisión exigida son 300 baudios. Las estaciones meteorológicas telemétricas carecen del programa de codificación adecuado para transformar los datos recolectados en los partes METAR o SINOP y conseguir de esta forma un servicio de 24 horas de fácil difusión.

El sistema de envío de avisos y alertas deberá ser seguro, y alcanzar a todos los actores implicados en el sistema de alertas, particularmente la Protección Civil. Actualmente cada gerencia es la encargada de emitir dichos avisos, a través de la Dirección General del SNET, con su directa participación en la comunicación con comunidades y observadores y sería necesario habilitar un canal de comunicaciones seguro para caso de emergencias, bien mediante líneas físicas dedicadas o enlaces microondas que permitiera un flujo seguro y con toda la información necesaria entre el CPM y Protección Civil.

La determinación precisa de los requerimientos de telecomunicaciones requiere una consultoría especializada que en cada uno de los países evalúe las facilidades disponibles y se ajuste el costo de instalación y de operación anual a la disponibilidad de recursos y a las necesidades específicas.

4. Base de datos BDMH- El Salvador.

Se diseñará y desarrollará una herramienta de Base de Datos Hidrometeorológica por la Organización Meteorológica Mundial, con el apoyo de la Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET), la que se instalará en el SNET y se constituirá en el punto central de la nueva Base Nacional de Datos Hidrometeorológicos de El Salvador. En este proyecto solo se consideran actividades de asistencia técnica relacionadas a la instalación, conversión e ingreso de los datos ya digitalizados con que cuenta el SNET, mientras que el diseño y desarrollo informático serán realizados con cargo a los fondos del Programa Iberoamericano, que con fondos de España es instrumentado por la OMM.

Una vez puesta en operación, debe realizarse un trabajo de conversión de formatos y de ingreso de datos en la nueva Base, de manera de que contenga toda la información meteorológica e hidrológica y las herramientas necesarias para su manejo. A esa base de datos se le denominará BDHM – El Salvador, de la cual se hará más adelante una descripción de sus características principales.

4.1 Tareas a realizar para la integración de la base de datos central

A continuación se destacan algunas de los procesos necesarios para integrar la información en esa base de datos:

- Integrar toda la información en una sola base de datos BDMH-El Salvador. La base de datos debe tener un formato que permita su expansión para albergar más variables y de manera uniforme. La base de datos deberá disponer de funciones de presentación de datos en forma gráfica (mapas y tablas) y en

formas tabulares, permitiendo la importación y exportación de datos de manera general.

- De los datos que ya se dispone su versión en computadora, hacer programas de conversión a la base de datos. Actualmente ya se cuenta con mucha información organizada en hojas de Excel, por lo que utilizando programación Visual Basic (macros) de esas hojas y con conexión directa a la base de datos por medio de ODBC se puede hacer por grupos de hojas, ya que existe muchas hojas de idéntica integración (por estaciones y grupos).
- Conversión de los datos de las estaciones automáticas. Esto ya se hace hacia la base de datos PostgreSQL, se haría modificaciones a procesos existentes. Sería conveniente poder contar con carga a partir de datos obtenidos directamente de NESDIS cuando por alguna razón la recepción local se interrumpa.
- En caso de acordarse recepción de datos de otras instituciones, establecimiento de programas automáticos de carga de los datos entrantes.
- Conversión de los datos de estaciones sinópticas y aeronáuticas de mensajes SYNOP y METAR. Alternativa para codificación de mensajes de la base de datos a SYNOP y METAR cuando el personal que genera los datos no esté disponible.
- Hacer interfaces para traslado de datos para su utilización en otras áreas de aplicación.
- Utilizar en lo posible todas las funciones de captura de datos existentes y con programas de carga de datos integrar de manera regular la nueva información que se vaya capturando.
- En cuanto se disponga de equipamiento de cómputo en los lugares donde se mida la información, que se haga la captura de los datos directamente en ellos y transmitan diariamente los datos. Capacitar al personal que haría la captura y establecimiento de tareas automáticas o semi-automáticas para la centralización de la información.
- Elaboración de procedimientos automáticos o semi-automáticos para la transmisión, recepción y consolidación de la información en la base de datos nacional.
- Elaboración de programas de cómputo para manejo de datos de estaciones automáticas que contemplen las funciones de verificación de datos, estado de recepción de datos, generación de informes de alertas, cálculos de datos detallados a datos diarios, conversión de datos a formatos de intercambio internacional de estaciones sinópticas y aeronáuticas, programas de envíos automáticos de datos de estaciones sinópticas y aeronáuticas (SYNOP y METAR).
- Conseguir la información hidrométrica, climatológica, de aguas subterráneas y de calidad de agua generada por otras instituciones o empresas y establecer mecanismos de captura para la integración de la base de datos nacional.
- Utilizando la jerarquización de las estaciones ya determinada en el SNET hacer la captura de los datos faltantes.
- Desarrollo de una herramienta general de manejo, presentación de los datos en mapas y gráficas, informes y análisis general de la información disponible en la base de datos. Debe incluir también la digitalización de datos, edición y verificación de la información cargada, intercambio de datos con los sistemas relacionados, mecanismos de actualización de base de datos de respaldo. A todo el conjunto de las herramientas informáticas para el manejo de la base de datos le designamos BDMH-El Salvador.

- Complementar equipo de cómputo y de telecomunicaciones.
- Capacitación en todas la áreas relativas al manejo de la nueva base de datos, el uso y tratamiento de datos recibidos vía satélite, procesamiento de imágenes, herramientas computacionales para tratamiento de datos estadísticos, paquetes de información geográfica.

4.2. Actividades de conversión de datos para la puesta en operación de la Base de Datos en El Salvador.

1. Carga de datos agroclimatológicos a partir de hojas de Excel.
2. Carga de datos hidrométricos a partir de hojas de Excel.
3. Carga de datos SYNOP, existentes actualmente en PostgreSQL, y si se consiguen de años anteriores de NESDIS.
4. Carga de datos de estaciones automáticas a partir de la base de datos PostgreSQL y de una función especial para consulta de NESDIS.
5. Formato de captura especial de datos de estaciones convencionales.
6. Formato de captura especial de libreta de registro de estaciones convencionales.
7. Captura de datos de pronósticos.
8. Cálculo de aforos a partir de datos medidos.
9. Carga de datos de otras instituciones que aportan información al SNET.
10. Mapas comparativos de pronóstico vs. real de variables operadas en el Centro de Pronóstico Meteorológico (CPM).

El tiempo para el desarrollo de estas tareas se estima en 4 semanas.

4.3. Necesidades de equipamiento informático

Las necesidades de equipo de cómputo se pueden ver desde dos puntos de vista. Una, el refuerzo del equipamiento para la situación actual de operación en el SNET y otra lo que se requiere para la instalación y operación de la Base de Datos BDMH-El Salvador.

El refuerzo del equipamiento para la situación actual de operación del SNET requiere lo siguiente:

Área	Equipo	Características
Hidrología CPH	4 computadoras personales 3 Computadoras especiales para el CPH, Modelos NWSRFS, PCBASE2 y HBV 4 Laptop para Monitoreo Nocturno	2.3Ghz, 2GB RAM, 300 GB disco duro 2.3Ghz Quad-Core, 4 GB RAM, 500 GB SATA-II disco duro, tarjeta gráficos 1.8 Ghz, 1 GB RAM, 120 GB disco duro.
Hidrología	12 Computadoras personales	2.3Ghz, 2GB RAM, 300 GB disco duro

Área	Equipo	Características
	3 Computadores especiales para las bases de datos y Sistema de Balance Hídrico 3 Laptop para Manejo de Información en campo, presentaciones y monitoreo nocturno	2.3Ghz Quad-Core, 4 GB RAM, 500 GB SATA-II disco duro, tarjeta gráficos 1.8 Ghz, 1 GB RAM, 120 GB disco duro
Meteorología CPM	4 computadoras personales 3 Computadoras especiales para el CPH, Modelos NWSRFS, PCBASE2 y HBV 4 Laptop para Monitoreo Nocturno	2.3Ghz, 2GB RAM, 300 GB disco duro 2.3Ghz Quad-Core, 4 GB RAM, 500 GB SATA-II disco duro, tarjeta gráficos 1.8 Ghz, 1 GB RAM, 120 GB disco duro
Climatología	12 Computadoras personales 3 Computadores especiales para las bases de datos y Estudios 3 Laptop para Manejo de Información en campo, presentaciones y monitoreo nocturno	2.3Ghz, 2GB RAM, 300 GB disco duro 2.3Ghz Quad-Core, 4 GB RAM, 500 GB SATA-II disco duro, tarjeta gráficos 1.8 Ghz, 1 GB RAM, 120 GB disco duro

Como alternativas a la recepción de datos por teléfono, se puede hacer que por medio de Internet, se haga la captura directamente a la base de datos para el CPM.

Respecto a la integración diaria de la información generada en las estaciones convencionales, entre las posibles alternativas para su captura están:

- Captura de datos a la base de datos:
 - Conexión directa por ODBC por intranet nacional.
 - Captura de datos por Internet directo a la base de datos.
 - Envío por e-mail y carga de datos en el servidor central por medio de tareas programadas (sobre todo para la recepción de datos de otras instituciones).

El equipamiento mínimo deseable, para el servidor central de la BDMH-El Salvador es:

Equipo	Núm. equipos	Observaciones
Servidor de Base de Datos	2	Un servidor principal y uno de Respaldo. 2 CPUs Dual Core (4 CPUs total), 2.6 Ghz, 4 GB en RAM, 500 GB en disco duro (SATA-II o SCSI). Para las labores de inicio del proyecto se puede utilizar el servidor actual del SNET.
Digitalización de datos (captura diaria)	4	Se pueden utilizar también equipos actualmente disponibles en el SNET haciendo la captura por método IntraWeb. Para un mejor desempeño, utilizar máquinas como las indicadas en el siguiente párrafo.
Operación y administración de la BDMH-EISalvador	8	Velocidad de proceso 2 Ghz, 1GB en RAM, 300 GB en disco duro, pantalla 1280x1024. Probablemente se puedan utilizar algunos equipos existentes. El uso de sistema con otras computadoras existentes tendrá un desempeño limitado de utilización. Para algunos informes se puede acceder a la BDMH-EISalvador por medio de formularios Excel sin tener residente el módulo de usuario local. Otras computadoras podrán acceder al sistema por medio de funciones IntraWeb.
Impresoras láser blanco y negro	4	36 ppm.
Impresoras láser o de inyección de tinta de color	2	12 ppm.
Impresora de formato ancho de color	1	Para impresión de mapas grandes.
Tableta digitalizadora para registro de bandas de estaciones sinópticas	2	Tabletas grandes para manejo de bandas.

Tabla 6: Propuesta de equipamiento de cómputo para oficinas centrales del SNET para manejo de la BDMH-EI Salvador

4.4 Recursos Humanos

4.4.1 Número y perfil

La cantidad de personal para operar la base de datos BDMH-EISalvador, se busca que en su mayor parte sea personal que ya tiene en sus actividades diarias la obtención de la información, la emisión de informes relacionados con ella y de usuarios que la utilizan con fines analíticos y de proyecto.

Tanto en Hidrología como en Climatología se cuenta con equipos de personas dedicadas al manejo de la información generada en las estaciones y llevan la información a hojas de Excel. Utilizando la información en base de datos se espera que se pueda hacer el trabajo de manera más fácil y se puedan obtener mejores productos. Este equipo de trabajo se puede encargar de verificar los estados de recepción de la información de las estaciones automáticas y generar una serie de informes relativos al estado de la información meteorológica e hidrométrica.

Adicionalmente, es recomendable que se disponga de personal que dé soporte a los demás usuarios en la operación de la información en informes diarios, requerimientos de información, operación del sistema BDMH-EI Salvador, intercambio de información entre SNET y otras instituciones, mantenimiento de la base de datos y respaldo de datos.

La selección de la base de datos no se determina ahora. Se cuenta ya con PostgreSQL, la cual es una base de datos de libre difusión que se utiliza para las publicaciones en Internet. Se puede utilizar esta misma base de datos para la BDMH-EISalvador. Hay otra alternativa en bases de datos sin costo y varias más que requieren de pagos de licencias, una de las cuales MS-SQL-Server ya se cuenta con una licencia. En cualquier caso, los volúmenes manejados por el SNET no representan situaciones críticas de manejo para ninguna de esas bases de datos.

Para toda labor crítica relacionada con la operación de la BDMH-EISalvador, debe haber además de la(s) persona(s) encargada(s), alguna persona que al menos de manera parcial la pueda suplir durante situaciones especiales o de vacaciones.

Función	Núm. personas	Observaciones
Administrador de la BDMH-EISalvador	1	Mantenimiento por integridad de la base de datos, respaldos, puesta en marcha de servidor alterno, soporte a usuarios en materia de operación de los equipos y algo de la operación de la BDMH-EISalvador. Soporte al Enlace principal en las Provincias. Ingeniero en Sistemas Computacionales o afín.
Encargado de datos de la BDMH-EISalvador	1	Coordina al grupo de personas que captura, consolida y opera la información. Profesional en área de Ingeniería, Hidrometría, Meteorología o Climatología. Manejo computacional fluido de herramientas informáticas.
Operadores de la BDMH-EISalvador, estaciones	4	Concentración de información, suplir captura de información no recibida por

Función	Núm. personas	Observaciones
manuales		vías regulares, verificación de información, consolidación y cálculos diarios, emisión de informes diarios y especiales. Técnicos o profesionistas capacitados en la materia. Se considera que esto ya existe en el SNET
Operadores de la BDMH-EI Salvador, estaciones automáticas	2	Análisis de estado de transmisiones de datos, revisión y de depuración de datos, emisión de requerimientos de revisión de equipos en campo por fallas, consolidación y cálculos de datos de detalle a datos diarios, emisión de informes diarios y especiales. Técnicos o profesionistas capacitados en la materia. Se considera que esto ya existe en el SNET
Programadores	2	Personal informático que pueda absorber la tecnología y esté en posibilidades de manejo a fondo de la información, nuevos informes e interfases para los usuarios y apoyo computacional a los usuarios durante la operación diaria.

Tabla 7: Personal requerido para el manejo central de la BDMH-EI Salvador

4.4.2 Formación y entrenamiento

Desde el principio del desarrollo del proyecto, es necesario la designación de personal que trabaje como contraparte de los consultores o empresas que elaboren las partes desarrolladas externamente para que haya una transferencia de tecnología adecuada y suficiente para la plena operación de la BDMH-EI Salvador y posteriormente se le pueda dar el mantenimiento y ajustes necesarios normalmente requeridos con la evolución de los sistemas de información. Esas mismas personas se encargarán posteriormente de la operación de la BDMH-EI Salvador.

Curso	Objetivo	Comentarios
Base de datos Avanzado	Administración de la base de datos.	Administrador de la BDMH-EI Salvador y personal de respaldo a esa función.
Base de datos Intermedio	Operación de la base de datos. Programación dentro de lenguajes.	Contraparte de consultores o contratistas en el desarrollo de la BDMH-EI Salvador
Base de datos Básico	Elaboración de informes vía ODBC y utilización de la base de datos vía ODBC en otros paquetes tales como GIS	Personas que ayudarán o ajustarán los informes para que otros usuarios los puedan operar de manera simplificada.
Operación básica	Capturar, exportar datos,	Utilización básica de la

Curso	Objetivo	Comentarios
BDMH-EI Salvador módulo usuario	elaborar informes, gráficas y mapas. Inserción de productos en otros informes.	BDMH-EI Salvador.
Operación avanzada BDMH-EI Salvador módulo usuario	Análisis de información, exportación e importación a paquetes de análisis hidráulico, climatológico o meteorológico.	Preparación de datos para otros paquetes y exportación de información ya generada en ellos para su incorporación a la BDMH-EI Salvador.
Operación avanzada BDMH-EI Salvador administración	Funciones de definición y mantenimiento de tablas accesorias y de metadatos del sistema. Seguridad y respaldo de información.	Definición de mapas, variables, estaciones, grupos de estaciones, metadatos, orígenes de datos, usuarios, cuencas, regiones, provincias, municipios, carga de cartografía vectorizada, tablas de transformación de variables.
Operación avanzada BDMH-EI Salvador programación	Operación funcional de la base de datos, desarrollo de productos utilizando lenguajes de programación y mantenimiento del sistema.	Dominio interno de la base de datos, criterios de cálculo, duplicación de la base de datos con fines de simulación en proyectos especiales.
Operación BDMH-EI Salvador	Ver otros sistemas similares funcionando en otros países para el intercambio de experiencias. Visitas de 1 o 2 semanas.	Abre horizontes del personal para un mejor aprovechamiento de la herramienta con otras visiones.

Tabla 8: Cursos de capacitación para la operación de la BDMH-EI Salvador

Otros cursos se deben definir por áreas para aplicaciones específicas, que aunque detectadas y mencionadas brevemente anteriormente, son aplicaciones específicas para los sistemas de alerta.

4.5 Adquisición de equipamiento y actividades de capacitación.

Se requiere la adquisición de equipos de cómputo para los servidores en Meteorología e Hidrología, que sirvan para sus funciones de manejo especiales y de respaldo para la base de datos central.

Las computadoras necesarias para la operación se dedicarán a las operaciones de captura de datos y administración de la Base de Datos; y otras dedicadas por especialidad totalmente (Meteorología, Climatología, Hidrología) para la producción de información y reportes a partir de la Base de Datos.

El diseño de la base de datos será el diseño general ya mencionado y deberán hacerse todas las precisiones necesarias con los usuarios, para los ajustes que se requieran.

El diseño y desarrollo de la base de datos se realizará por parte de la OMM y AEMET durante el primer año del Proyecto CLIBER sin costo para los países. Como parte del Proyecto se instalará una versión operativa del sistema BDMH-El Salvador, cuya instalación y conversión e ingreso de los datos a la nueva base BDMH-El Salvador se realizará con asistencia técnica a cargo del Proyecto y por medio del personal del SNET. Durante los siguientes años, se revisará el Plan y podrían hacerse desarrollos complementarios, principalmente encaminados a la generación de productos, mejoramiento del control de la calidad y manejo GIS de la base de datos.

También se hará un rediseño de la página Web que contemple acciones de página dinámica, con acceso a la base de datos, funciones para actualización automática de la página Web de los elementos generados por Pronósticos, funciones para atención al público en modo Intranet. En los siguientes años se revisará el Plan para analizar el posible desarrollo de nuevas funciones Web.

Se considera necesaria la contratación de personal adicional para que tengan la responsabilidad de recibir y administrar el sistema.

8.5.3 Líneas generales del proyecto de la base de datos

Se muestra en la figura 10 el diagrama general de integración y operación de la BDMH-El Salvador.

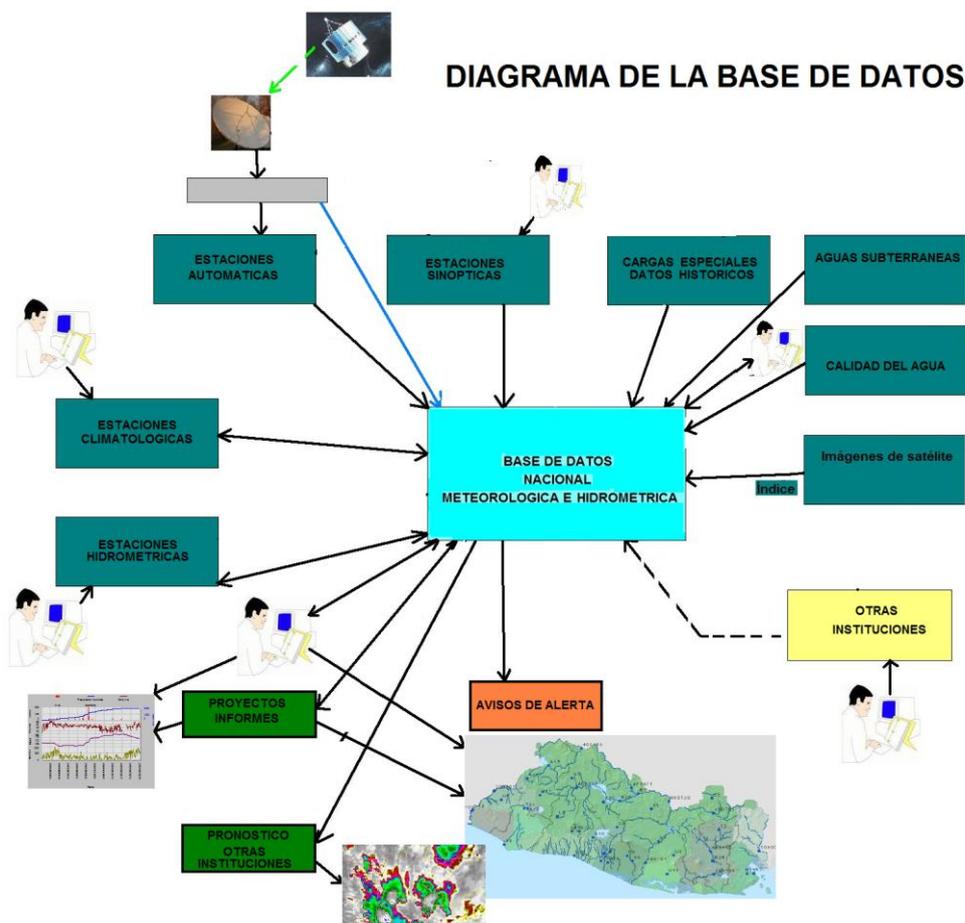


Figura 10: Diagrama general de integración y operación de la BDMH-El Salvador

Es necesaria la generación de una base de datos en el SNET (BDMH-El Salvador) como una necesidad primordial para el fortalecimiento de la institución y la atención de diversas instituciones y de la población, especialmente para la generación de avisos de alerta para la protección civil, en cuyo caso constituye un elemento troncal

Basado en esa necesidad central, se derivan las tareas para integrar la base de datos.

Son necesarias muchas actividades para coordinar lo necesario hasta llegar al usuario final, la gente, que se ve afectada por los fenómenos meteorológicos.

Para el desarrollo del proyecto de la base de datos BDMH-El Salvador, hay que integrar toda la información disponible en una ubicación central, instrumentar los mecanismos para que la información se concentre diariamente cuando es manual y se depure adecuadamente cuando proviene de estaciones automáticas, y se proporcione el mantenimiento a los equipos (lo cual se recomienda sea por medio de contratos externos debido a las limitaciones en la contratación de personal y recursos para equipamiento de repuesto y transportación).

Es necesario equipar adecuadamente las telecomunicaciones para que den tanto los servicios para el manejo de los datos como para la difusión de esa importante información, sobre todo en situaciones de emergencia.

Se busca que la base de datos meteorológicos e hidrométricos nacional de la República de El Salvador BDMH-El Salvador sea una base de datos que contemple los datos medidos por el SNET y por otras instituciones que aporten sus datos.

Deberá contener los mecanismos de almacenamiento de datos y metadatos de las estaciones, variables, mapas e imágenes que la conforman en una integración que permita su utilización de manera eficiente su utilización en ambiente de red local, red intranet nacional y su utilización en productos Internet tanto en modo estático como dinámico de acuerdo a las políticas de utilización que se vayan definiendo.

Para permitir conservar en el mínimo de costo el desarrollo y la operación se deberán utilizar lenguajes y paquetes de programación y de base de datos de los que no haya que pagar derechos por copia y/o utilización anual, de manera que así se pueda difundir fácilmente su uso a más.

Los lenguajes a utilizar pueden ser Delphi, C++ o Visual Basic. Paquetes complementarios pueden ser bibliotecas de manejos de gráficas.

Para la presentación básica de información georeferenciada e isolíneas, el SNET ya utiliza MapServer, MapWindows e ILWIS sin costo y otras como ArcView y ArcGIS que requieren pago de licencias. Es recomendable tener una licencia institucional de un sistema de información geográfica de manera que puedan utilizarse todas las copias necesarias dentro del SNET.

El manejo de la información se hará por medio de cuatro mecanismos:

- Módulo de operación y administración. Este será el módulo de más alto desempeño y permitirá el manejo más amplio de la información.
- Módulo de operación en IntraWeb. Funciones de captura. Generación dinámica de tablas, gráficas y mapas. Documentación general y relacionada a la BDMH-El Salvador. Partes estáticas con datos globales e históricos.
- Módulo o funciones para Internet. El personal del SNET ya ha hecho muchos desarrollos para su página basados en PHP y sistemas de información geográfica, sería conveniente sigan con esos desarrollos direccionando las aplicaciones a la nueva base de datos conforme se tengan o se hagan programas de conversión para traspaso de información a la base de datos de publicación en Internet.
- Funciones de emisión de informes. Hechas a la medida para diversas oficinas y propósitos, muchas de las cuáles se deberá buscar que puedan hacerse a través de Excel o herramientas similares a fin de que los usuarios finales las puedan ajustar.

Para el desarrollo de un proyecto a varios años, en los cuales se enfrentan tanto los desarrolladores como los usuarios a un grupo cambiante de funciones de ambiente así como de evolución en la concepción del manejo de la información (principalmente por los usuarios), es mejor definir estrategias de desarrollo y permitir que durante el desarrollo se vayan ajustando a fin de lograr las mejores metas alcanzables de acuerdo a los recursos de que se vaya disponiendo. Entre las situaciones que hay que enfrentar durante el desarrollo del proceso están la disponibilidad y capacitación del personal, el equipo de cómputo y telecomunicaciones disponible, la evolución de los sistemas de cómputo y telecomunicaciones, las interrelaciones con otras dependencias o instituciones, políticas de operación y manejo de la información de manera pública, acuerdos de aportación de la información y de los volúmenes recibidos de ella.

Características de la base de datos BDMH-El Salvador.

Se enuncian a continuación algunas líneas generales para la integración de la BDMH-El Salvador. Serán por tablas y funciones de manejo de acuerdo al ámbito operativo.

Tablas en la base de datos.

- **Tablas de datos por variable.**

Hay que definir diferentes tablas por variable para que la base de datos pueda crecer fácilmente sin problemas en el congestionamiento cuando se lleguen a volúmenes altos de información. Es bueno orientar la formación de las tablas de datos de manera que se faciliten las labores de programación y que se puedan hacer manejos complejos de datos aprovechando las características del motor de la base de datos y así poder integrar consultas fácilmente en informes o paquetes de aplicaciones que conectados vía ODBC requieran la información de la base de datos.

En los elementos mínimos propuestos para cada tabla, van subrayados los campos que definen la clave de cada registro. Definir una tabla para cada variable para cada una de las siguientes partes (**Nota:** Dado que la cantidad de estaciones en El Salvador son pocas, se podría dar la integración de que las tablas de datos por variable fueran una para cada tipo de datos, agregando un campo para identificar la variable):

1. Datos de detalle. Son aquellos datos con periodicidad inferior a un día. Estos se generan por diversas mediciones durante el día en estaciones manuales (o convencionales) y por las estaciones automáticas. Elementos en cada registro de la tabla: estación, fecha-hora, dato crudo, dato corregido o transformado, origen de datos, código de datos.
2. Datos diarios. Debe haber dos tipos de tabla, una para variables cuyo dato diario es un solo valor (dd) como precipitación y evaporación y otro para variables que diariamente se conservan datos del valor medio, el máximo y el mínimo (de – datos con extremos). Elementos de la tabla tipo “dd”: estación, fecha, dato, origen, código de datos, valor acumulado, número de día, cantidad de estaciones. Elementos de la tabla tipo “de”: estación, fecha, dato, origen, código de datos, valor mínimo, fecha-hora mínimo, código valor máximo, valor mínimo, fecha-hora mínimo, código valor mínimo, valor acumulado, número de día, cantidad de estaciones.
3. Datos mensuales. Datos calculados a partir de datos diarios o capturados directamente cuando sean los únicos datos disponibles en registros históricos. Elementos en cada registro de la tabla: estación, fecha, valor mensual, código de datos, valor máximo, fecha-hora máximo, código valor máximo, valor mínimo, fecha-hora mínimo, código valor mínimo, días con datos, valor acumulado, cantidad de estaciones.
4. Datos anuales. Datos calculados a partir de datos diarios o de datos mensuales. Elementos en cada registro de la tabla: estación, fecha, valor anual, código de datos, días con datos, valor máximo, mes del máximo, veces del máximo, mes máximo, valor mínimo, mes del mínimo, veces del mínimo, cantidad de estaciones.
5. Otras periodicidades. Puede ser semanal o decádico (decenal). Elementos en cada registro de la tabla: estación, fecha, número de semana o decena, valor, valor máximo, valor mínimo, código de datos, valor acumulado, cantidad de estaciones.
6. Normales (o promedios) diarios. Valores de referencia de acuerdo a normas internacionales o valores promedio para trabajo local. Elementos en cada

- registro de la tabla: estación, fecha, año inicial, año final, valor, valor acumulado, valor máximo, valor mínimo, código de datos, cantidad de estaciones.
7. Normales (o promedios) mensuales. Valores de referencia de acuerdo a normas internacionales o valores promedio para trabajo local. Elementos en cada registro de la tabla: estación, mes, año inicial, año final, valor, valor acumulado, valor máximo, valor mínimo, código de datos, cantidad de estaciones.
 8. Normales (o promedios) anuales. Valores de referencia de acuerdo a normas internacionales o valores promedio para trabajo local. Elementos en cada registro de la tabla: estación, año, año inicial, año final, valor, valor acumulado, valor máximo, valor mínimo, código de datos, cantidad de estaciones.
 9. Normales (o promedios) semanales o decádicos / decenales. Valores de referencia de acuerdo a normas internacionales o valores promedio para trabajo local. Elementos en cada registro de la tabla: estación, periodo, año inicial, año final, valor, valor acumulado, valor máximo, valor mínimo, código de datos, cantidad de estaciones.

Los datos de calidad del agua, aguas subterráneas y sedimentos, que no tienen una medición periódica, deberán de tener los ajustes necesarios a las tablas de datos de detalle, incluyendo más metadatos.

La clave de estación de 20 posiciones para permitir que no queden tan encriptadas las claves de las estaciones y fácilmente personas poco afines a la BDMH-EISalvador puedan identificarlas, se pueden seguir además criterios parciales de identificación de la estación tales como Provincia y/o Municipio por medio de abreviaturas de dos posiciones. Cada dato de fecha o fecha-hora en formato completo para referenciación uniforme a cualquier tipo de tabla. Los valores en formato de punto flotante de doble precisión. Los códigos de datos se utilizarán para identificar características de captura, revisión y manejo especial de los datos disponible. Origen de datos identificará la fuente de donde se tomaron los datos y/o la persona que efectuó la captura o digitalización de los datos. Los registros servirán para guardar datos calculados por grupos de estaciones y cantidad de estaciones identificará cuantos estaciones dieron origen al dato del grupo de estaciones. El número de día servirá para acelerar cálculos de datos acumulados cuando haya que hacer procesos acumulativos diarios y no volver crítico el tiempo de actualización de los datos.

- ***Tablas generales de referencia, apoyo de cálculos y manejo de alertas.***

Las tablas generales de referencia son aquellas que identifican de manera general a los elementos en la base de datos y que típicamente se definen una vez y tienen poca actualización. En ellas se guardan a veces también información de metadatos generales.

Las tablas sugeridas son: estaciones, grupos de estaciones, departamentos, municipios, orígenes de datos, códigos de datos, tablas de transformación de variables, alertas a computadoras, bitácora de alertas, configuración de alertas, alertas a correos electrónicos, cuencas, subcuencas, mapas, estaciones en mapas por ubicación directa (croquis), grupos de mapas, mapas por posición geográfica 2 puntos o cuadriláteros, mapas por polígonos para sombreados por zonas, municipios, provincias o regiones, definiciones para consultas en intraweb o internet, definiciones para envíos por ftp o correo electrónico, unidades, conversión de unidades, usuarios, tipos de usuarios, variables de automáticas, valores de variables automáticas, variables transformadas,

Otras tablas pueden ser frecuencias de datos, disponibilidad de datos, bitácora de procesos, recepción de datos, bitácora de disponibilidad de telecomunicaciones, valores aceptables,

En caso de consultas dinámicas en intranet o Internet que requieran tiempo considerable de proceso podrá haber tablas de bitácoras de procesos para acelerar las funciones de respuesta, tales como bitácora de isolíneas o de mapas o de algunos tipos de gráficas, contadores Web, bitácora de procesos Web.

- **Tablas de metadatos.**

Incluir las tablas necesarias para manejo de información no numérica que se requiera manejar en lo relativo a las estaciones, grupos de estaciones o cualesquiera otras cosas que se consideren permitientes contener, incluidos grandes elementos de redacción con que se quiera apoyar la información en intraweb o Internet. No se aconseja que variables que se reportan en forma no numérica se incluyan en estas tablas sino que se incluyan en tablas numéricas de variables por medio de codificaciones que transformen esos reportes en lenguaje llano en forma equivalente numérica.

Metadatos de estaciones o de instrumentación y equipamiento (visitas, labores de mantenimiento, equipamiento de estaciones, ...), características de estaciones (algunas de pueden ubicar en la tabla general de estaciones como coordenadas geográficas, niveles o volúmenes críticos).

Funciones de manejo de la información.

Los modos de manejo mencionados en los incisos siguientes son:

- Usuario local. Es el modo en el sistema central de utilización y administración de la BDMH-EISalvador o de funciones especiales para utilización directa con la conexión a la base de datos por medio ODBC. Si las telecomunicaciones son eficientes se podrá utilizar en forma en modo Intranet nacional del SNET. El usuario requiere tener instalado el sistema y/o las funciones especiales. Dependiendo de los niveles asociados a su clave tendrá acceso a las funciones.
- Modo intraweb. El usuario requiere conexión por la Intranet del SNET a la página Web interna. En algunos casos requiere de clave de acceso para poder utilizar las funciones.
- Modo Internet. Como el modo intraweb, solo que las funciones están disponibles a través de la página Web del SNET.

Funciones de digitalización o captura de datos y de carga de datos.

- Captura de datos diarios por estación, varias variables para un periodo. Modo usuario local y modo intraweb. Posiblemente también modo Internet. La captura deberá tomar en cuenta los criterios de valores aceptables, razones de cambio y máximos y mínimos históricos en la vecindad de la fecha que se capture con aviso a la persona que esté digitalizando los datos.
- Captura de datos diarios de una variable, un grupo de estaciones, para un periodo. Modo usuario local y modo intraweb. Posiblemente también modo Internet. La captura deberá tomar en cuenta los criterios de valores aceptables, razones de cambio y máximos y mínimos históricos en la vecindad de la fecha que se capture con aviso a la persona que esté digitalizando los datos.

- Captura de datos de detalle por estación, varias variables, varias horas para un día. Modo usuario local y modo intraweb. Posiblemente también modo Internet.
- Captura de datos mensuales por estación, varias variables. Modo usuario local y modo intraweb. Para poder capturar datos históricos solo disponibles mensualmente.
- Carga de datos en formatos separados por comas o tabuladores provenientes de otras fuentes.
- Digitalización de bandas de aparatos de medición.

Funciones de administración de datos.

- Para cada una de las tablas generales de referencia un manejo de captura, modificación y eliminación de datos.
- Manejo de las tablas de metadatos de manera similar.
- La definición de variables deberá poder crear las tablas de datos para la variable, lo cual es especialmente necesario cuando se definen nuevas variables en el sistema.
- Definición de tablas de transformación / fórmulas de cálculo de variables derivadas a partir de variables medidas (por ejemplo caudal en río a partir de la cota o nivel medido, y volumen almacenado, área de presa a partir del nivel del agua y la evaporación neta en el vaso a partir del área de la presa y la evaporación). En esa función o en otra del sistema la posibilidad de graficar las tablas introducidas para verificación visual de los datos.

Elaboración de cálculos y revisión de datos.

Los cálculos deberán poder ejecutarse para una o varias estaciones y uno o varios grupos de estaciones, para un periodo definido por fechas inicial y final, con opción de reemplazo o de solo agregar faltantes.

- Cálculo de datos de detalle a datos diarios con cálculo de variables derivadas. Deberá permitirse que el usuario defina la hora de aplicación o límite de cálculo de datos diarios a partir de los datos de detalle. Se definirán todos los métodos necesarios según las diversas formas de que se disponga para la medición. Entre las posibles opciones están: Acumulado, Promedio, Promedio o último, promedio entre extremos, frecuencias de valores, tablas o fórmulas para variables derivadas.
- Cálculos de datos diarios acumulados y de variables derivadas. Los criterios de acumulación de los datos diarios dependen de las variables entre los más comunes están el acumulado y el promedio.
- Cálculo de datos mensuales, anuales y semanales o decádicos / decenales. Los criterios de acumulación de los datos dependen de las variables entre los más comunes están el acumulado y el promedio.
- Cálculo de valores normales y/o promedios diarios, mensuales, anuales y semanales o decádicos / decenales.
- Verificación de datos por medios gráficos y por procesos en lote.
- Similares cálculos para datos diarios, mensuales, anuales y semanales o decádicos / decenales para grupos de estaciones. Casos especiales como

precipitaciones por área serán materia de un módulo adicional a la BDMH-EISalvador.

- Cálculo de precipitaciones areales tomando en cuenta polígonos sectorizados de las zonas a calcular.

Funciones de presentación de datos en gráficas.

Se sugiere la utilización de una biblioteca de graficación de manera que se permita que las gráficas puedan tener acercamientos, anotaciones, ajustes por el usuario y exportación de la gráfica a formato gráfico para que se puedan incluir en otros documentos cuando sea necesario.

- Presentación en gráficas de barra (con opción a acumulativa) o de línea para cada uno de los niveles de agregación de los datos: detalle, diario, mensual, anual y semanal o decádicos / decenales. Con exportación de la tabla de datos de la consulta a archivos de texto y Excel. Por estación y variable para un periodo definible. Deberá poder manejar los datos de un grupo de estaciones como si fuera una estación más.
- Presentación comparativa de hasta 4 variables en una gráfica (con opción acumulativa para una de ellas), para cada uno de los niveles de agregación de los datos. Para una estación para un periodo definible. Con exportación de la tabla de datos de la consulta a archivos de texto y Excel.
- Presentación comparativa de hasta 4 estaciones en una gráfica (con opción acumulativa) para cada uno de los niveles de agregación de los datos. Para una variable y un periodo definibles. Con exportación de la tabla de datos de la consulta a archivos de texto y Excel.
- Consulta general a una tabla o una consulta compuesta que manera que se graficar genéricamente información en la BDMH-EISalvador.

Funciones de presentación de datos en mapas.

Cuando se dispone de un sistema de información geográfica, gran parte del manejo se puede hacer directamente en esa herramienta. Si se dispone de representación sobre mapas directamente en los módulos ejecutables de los usuarios no se logran las prestaciones alcanzadas por un GIS:

En el SNET ya se dispone de excelente cartografía desarrollada por el IGCN, de la cual han generado varias versiones de mapas sombreados DEM.

Se requieren diversas formas de presentar la información dependiendo de la naturaleza de los datos:

- a) Croquis o ubicación directa sobre mapas. Esto es necesario cuando la ubicación de la estaciones es muy cercana o se quiere representar el funcionamiento de una cuenca o algo similar.
- b) Por coordenadas geográficas, para GIS.
- c) Por coordenadas geográficas, mapas digitalizados por polígonos que identifiquen el municipio, provincia, zona o algún otro elemento que se quiera representar como el valor de una variable medida en una estación o el promedio de un grupo de estaciones y para el cálculo de valores por área (precipitaciones areales).

La representación sobre mapas de manera general en otros sistemas cartográficos se puede hacer externamente a la BDMH-EISalvador por medio de herramientas GIS y en

caso de que se quiera representación interna será materia de una etapa de desarrollo posterior.

Otras funciones de manejo de datos.

Algunas otras funciones de manejo de datos pueden ser consideradas también como funciones de administración de datos, tales como disponibilidad de datos, frecuencias de valores, valores aceptables (calculados en base a datos históricos), consulta general a la base de datos y operación general a la base de datos.

El archivo histórico requiere una atención especial, el cual está ubicado en un lugar con condiciones muy precarias de seguridad ante amenazas ambientales (humedad), ratas, amenaza de incendio, etc. Todo este material está en papel. Se requiere que los costos de los procesos de digitalización de la información incluyan funciones de fotografiado y archivado en condiciones idóneas de la información para conservarlo.

8.5.4 Conclusiones y Recomendaciones relacionadas con la base de datos.

Se tiene información de estaciones convencionales en hojas de cálculo Excel, organizadas por directorios y años para los datos de climatología, hidrología, calidad del agua.

Se tienen registros manuales de las estaciones sinópticas. Se recomienda hacer trámites para rescatar la mayor cantidad posible de esa información en NESDIS para incorporar toda esa información a la base de datos.

Se tienen otros registros en bandas, que sería recomendable digitalizar lo que faltase.

Se tienen registros en papel de datos de estaciones convencionales que no se tienen disponibles en forma magnética. Se propone que se continúe la recuperación de los registros faltantes y completar en lo posible todas las series de datos.

Existen otras estaciones climatológicas operadas por otras instituciones de las cuales se recomienda el establecimiento de acuerdos que permitan que se concentre la información diariamente y se consolide una base de datos nacional de la República de El Salvador.

Es necesario el establecimiento de una base de datos Meteorológica e Hidrométrica nacional (BDMH-EISalvador) que atienda las necesidades de información y sobre todo sea una base eficiente para la toma de decisiones en la dirección de prevención de desastres y mitigación de los efectos. El manejo integrado de esa información permite la referencia fácil y eficiente de datos oficiales.

Para lograr la integración de esa base de datos se requiere equipo de cómputo, de telecomunicaciones, desarrollo de programas de manejo de la información, integración de información histórica no digitalizada todavía, aportación de información por parte de otras dependencias, capacitación del personal que la debe operar, desarrollo de productos específicos que ayuden a otros programas de cobertura interinstitucional y de productos a entregar a usuarios principales del SNET.

La puesta en operación es una labor que lleva años. Al principio a nivel básico se pone en operación en el primer año, pero una labor muy importante del encargado general de los datos en la BDMH-EISalvador es el apoyar por sí o a través de las consultorías a los usuarios finales que generan, introducen y califican datos y los envían a la BDMH-EISalvador, ya que se presentan multitud de circunstancias que hay que ir

atendiendo diariamente hasta que los usuarios dominan las herramientas y pueden solucionar los problemas y hacer que los datos lleguen como es debido, en tiempo y calidad adecuadas

Es necesario un curso inicial de puesta en operación con disponibilidad, ya para ese momento, de los equipos, al menos en lo básico, para que reciban una capacitación adecuada y hacer que las personas que reciben la capacitación se concentren en esas actividades durante ese periodo. Después cada año es recomendable cursos adicionales en donde además de recibir capacitación en las funciones desarrolladas en ese periodo, sirve también para intercambio de manejo y retroalimentación a los consultores que desarrollen el proyecto.

Para la puesta en operación de una base de datos nacional Meteorológica, Climatológica e Hidrométrica (BDMH-El Salvador) que sea eficiente para la definición de situaciones de alerta, es necesario el concurso de la información generada por otras instituciones, por lo que serían necesarios algunos acuerdos para ver la forma y tiempo en que se podría implementar ese suministro de información, que incluye tanto los datos históricos (en cuyo caso habría necesidad de contratos extraordinarios de digitalización de la información), conversión de datos, y las formas de transmisión de la información que podrían tener diferentes matices dependiendo de los recursos disponibles: teléfono, fax, archivos por conexión directa, archivos por correo electrónico o FTP o incluso captura directa a través de la intranet (si se les diera acceso en algún punto) o por el Internet.

8.6 Anexos relacionados con los costos del Proyecto.

8.6.1 Planilla de costos totales del Proyecto.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	TOTAL
INVERSION FISICA					
METEOROLOGIA					
6 EMAS		170.000			170.000
REPUESTOS 5 EMAS	125.000				125.000
RENOV. INSTRUM. CONV: 5 EST. AERON., 32 CLIM. COM. Y CONV. DE 9 CLIMAT. EN AGROMET.	300.000				300.000
3 ESTACIONES AUTOMATICAS MARTIMAS COSTERAS REMOTAS		75.000			75.000
17 EMAS CLIMATOLÓGICAS		170.000			170.000
ADQUISICION DE MEDIDORES DE RADIACION	50.000	50.000			100.000
GASTOS DE INSTALACION	50.000	100.000			150.000
RECEPTOR DE IMÁGENES SATELITALES DE ALTA RESOLUCIÓN DE ORBITA POLAR	100.000				100.000
ESTACION DE RADIOSONDEOS CON FUNGIBLES POR 3 AÑOS		240.000	80.000	80.000	400.000
ESTACIÓN DE RECEPCIÓN GOES	50.000				50.000
RED DE RAYOS CON 4 SENSORES		150.000	600.000		750.000
ELEM. PARA SNT	10.000	10.000			20.000
EQUIPOS Y SOFTWARE CENTRO NACIONAL GTS	12.000	13.000			25.000
EQUIPAMIENTO BASICO SUBPROCESO DE PREDICCION	10.000	12.000			22.000
HIDROLOGIA					
REDES HIDROLOGICAS		150.000			150.000
2 RADARES URBANOS PARA CUENCAS PEQUEÑAS			400.000		400.000
EQUIPOS DE COMPUTO BASE DE DATOS	69.600	57.600	48.200		175.400
SUBTOTAL INVERSION FISICA	776.600	1.197.600	1.128.200	80.000	3.182.400
COSTOS RECURRENTE MANTENIMIENTO INVERSION		77.660	189.420	224.240	491.320

ASISTENCIAS TECNICAS		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	TOTAL
LÍNEA DE ACCIÓN 1						
REDES DE OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA TERRESTRE E HIDROLOGÍA	A/T 0.5 MES	9.000				9.000
SISTEMAS DE TELEDETECCIÓN TERRESTRES Y RECEPCIÓN DE SATELITES METEOROLÓGICOS (AEMET)	A/T 0.5 MES		6.000			6.000
OPERACIÓN METEOROLÓGICA	A/T 7 MESES	36.000	36.000	27.000	27.000	126.000
INCLUYEN LOS SIGUIENTES TEMAS:						
PUESTA EN OPERACIÓN RED ACTUAL DE EMAS						
ADQUISICIÓN DE REPUESTOS DE EMAS						
ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO PREVENTIVO						
ESTUDIO DE DISEÑO QUE PERMITA COMPLETAR LA RED DE EMAS						
ADAPTACIÓN DE LA RED DE OBSERVACIÓN DE CEPA						
MANTENIMIENTO, REPOSICIÓN DE REDES DE MEDIDA HIDROLÓGICAS						
ANÁLISIS, REDISEÑO REDES HIDROLÓGICAS						
INVERSIÓN EN REDES HIDROLÓGICAS Y DEMÁS MEDIOS						
ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE LA ESTACIÓN RECEPTORA DE SATELITES DE ORBITA POLAR						
ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE LA ESTACIÓN RECEPTORA GOES						
DESARROLLO DE APLICACIONES Y PRODUCTOS DERIVADOS SATELITALES						
DISEÑO DE LA RED DE DETECCIÓN DE RAYOS						
ADQUISICIÓN DE LA RED DE DETECCIÓN DE RAYOS						
VALIDACIÓN DE DATOS DE LA RED DE DETECCIÓN DE RAYOS						
SUBTOTAL LÍNEA DE ACCIÓN 1		45.000	42.000	27.000	27.000	141.000
LÍNEA DE ACCIÓN 2						
RED DE TELECOMUNICACIONES	A/T 1 MES	21.000				21.000
INCLUYE LOS SIGUIENTES TEMAS:						

PUESTA EN OPERACIÓN DE LA ACTUAL RED DE
COMUNICACIONES DEL EMAS
DISEÑO DE UN SISTEMA NACIONAL DE
COMUNICACIONES

ADQUISICIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE COMPUTADORES,
CELULARES Y LÍNEAS PARA SNT

DISEÑO CENTRO NACIONAL GTS

ADQUISICIÓN EQUIPOS Y SOFTWARE PARA CENTRO
NACIONAL GTS

SUBTOTAL LÍNEA DE ACCIÓN 2

21.000

21.000

LÍNEA DE ACCIÓN 3

OPERACIÓN METEOROLÓGICA

A/T 2 MESES

27.000

9.000

36.000

INCLUYE LOS SIGUIENTES TEMAS:

DESARROLLO DE APLICACIONES PARA EL SISTEMA
INTEGRADO DE VISUALIZACIÓN

DESARROLLO DE TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE LA
PRECIPITACIÓN MEDIANTE SATELITES

DISEÑO DE UN SISTEMA DE PREDICCIÓN HIDROLÓGICA

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
PREDICCIÓN HIDROLÓGICA

ESTABLECIMIENTO DE NIVELES DE ALERTA POR
NIVELES DE AGUA EN LOS RÍO

AMPLIACIÓN ALCANCE DE PREDICCIÓN A PLAZO MEDIO
INSTALACIÓN DEL SIG E INFORMACIÓN ÚTIL PARA LA
HIDROLOGÍA

ESTUDIOS DE VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

USO DE GIS EN ELABORACIÓN DE PRODUCTOS
CLIMATOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS

SUBTOTAL OPERACIÓN METEOROLÓGICA

27.000

9.000

36.000

BASE DE DATOS

CONVERSIÓN DE DATOS DE OTRAS FUENTES
DISPONIBLES, GENER. INFORMES, FUNC. MANEJO

3 MESES

21.000

21.000

21.000

63.000

INSTALACIÓN INICIAL BD Y CURSO CAPACIT.

0.5 MES

11.000

11.000

REDISEÑO PAG. WEB

0.5 MES

11.000

11.000

SUBTOTAL BASE DE DATOS		43.000	21.000	21.000	85.000
SUBTOTAL LÍNEA DE ACCIÓN 3		43.000	48.000	30.000	121.000
LÍNEA DE ACCIÓN 4					
APLICACIONES METEOROLÓGICAS	A/T 2 MESES		27.000	9.000	36.000
TÉCNICAS DIRECTIVAS	A/T 0.5 MES	9.000			9.000
INCLUYE LOS SIGUIENTES TEMAS:					
ANALISIS DE LA DEMANDA DE USUARIOS					
ADAPTACIÓN DE LA PRODUCCIÓN A LA DEMANDA DE USUARIOS					
CAPACITACIONES DE LICENCIAS GIS Y OTROS MEDIOS PARA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS					
SUBTOTAL LÍNEA DE ACCIÓN 4		9.000	27.000	9.000	45.000

RESUMEN COSTOS A/T		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	TOTAL
LÍNEA DE ACCIÓN 1		45.000	42.000	27.000	27.000	141.000
LÍNEA DE ACCIÓN 2		21.000				21.000
LÍNEA DE ACCIÓN 3		43.000	48.000	30.000		121.000
LÍNEA DE ACCIÓN 4		9.000	27.000	9.000		45.000
TOTAL		118.000	117.000	66.000	27.000	328.000

CAPACITACIÓN

LÍNEA DE ACCIÓN 1					
CAPACITACIÓN DEL PERSONAL PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CALIBRACIÓN	CURSO 1.5 MESES		25.000		25.000
CAPACITACIÓN LABORATORIO DE CALIBRACIÓN	CURSO 0.5 MES			9.000	9.000

CAPACITACIÓN EN ADMINISTRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE RECEPCIÓN SATELITALES	CURSO 0.5 MES		9.000			9.000
CAPACITACIÓN EN EXPLOTACIÓN DE PRODUCTOS SATELITALES	CURSO 0.5 MES			9.000		9.000
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE LA RED DE DETECCIÓN DE RAYOS Y CAPACITACIÓN EN LA EXPLOT. DE DATOS DE RAYOS	CURSO 0.5 MES				9.000	9.000
SUBTOTAL LÍNEA DE ACCIÓN 1		25.000	18.000	9.000	9.000	61.000
LÍNEA DE ACCIÓN 2						
CAPACITACIÓN SISTEMA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	CURSO 0.5 MES		9.000			9.000
CAPACITACIÓN PERSONAL TEMAS COMUNICACIONES GTS DENTRO DEL CENTRO NACIONAL GTS	CURSO 0.5 MES		9.000			9.000
SUBTOTAL LÍNEA DE ACCIÓN 2			18.000			18.000
LÍNEA DE ACCIÓN 3						
OPERACIÓN METEOROLÓGICA E HIDROLÓGICA						
CAPACITACIÓN Y AUMENTO DE PLANTILLA DE PRONOSTICADORES Y APOYO TÉCNICO AL CPM Y AL CPH (ASOCIADA A FORMACIÓN METEOROLÓGICA CLASE II DE 12 A 18 MESES EN ESPAÑA)	PAS. 36 MESES	29.250	29.250	29.250	29.250	117.000
CAPACITACIÓN EN MATERIA DE TÉCNICAS CLIMATOLÓGICAS E HIDROLÓGICAS Y PROTOCOLOS	CURSO 0.5 MES			9.000		9.000
ESTUDIOS CLIMATOLÓGICOS PARA FIJACIÓN DE UMBRALES REGIONALIZADOS	PAS. 1 MES	4.000				4.000
DEFINICIÓN DE NIVELES DE ALERTA O ESCALAS DE RIESGO	PAS. 1 MES	4.000				4.000
ESTUDIOS DE CARACERIZACIÓN SINOPTICA	PAS. 1 MES	4.000				4.000
ESTUDIOS DE VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO	PAS. 3 MES	4.000	4.000		4.000	12.000
GENERACIÓN Y VALIDACIÓN DE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO	CURSO 1 MES	9.000			9.000	18.000
SUBTOTAL		54.250	33.250	38.250	42.250	168.000
BASE DE DATOS						

OPERACIÓN BASICA BDMH- EL SALVADOR- MOD. USUARIO	0.75 MES	6.500	6.500	6.500	19.500
CURSO OPERACIÓN A NIVEL USUARIO BDMH- EL SALVADOR	0.75 MES	6.500	6.500	6.500	19.500
SUBTOTAL BASE DE DATOS		13.000	13.000	13.000	39.000

SUBTOTAL LÍNEA DE ACCIÓN 3		67.250	46.250	51.250	42.250	207.000
-----------------------------------	--	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------

LÍNEA DE ACCIÓN 4

DESARROLLO INFORMACIÓN PARA ADAPTACIÓN A CAMBIO CLIMÁTICO (ASOC. A PASANTÍAS)	PAS. 6 MESES	6.500	13.000		19.500	
DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS Y SERVICIOS PARA LOS USUARIOS (LIC. GIS Y OTROS). PASANTIAS	PAS. 2 MESES			4.000	4.000	8.000

SUBTOTAL LÍNEA DE ACCIÓN 4		6.500	13.000	4.000	4.000	27.500
-----------------------------------	--	--------------	---------------	--------------	--------------	---------------

RESUMEN COSTOS CAPACITACIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	TOTAL
LÍNEA DE ACCIÓN 1	25.000	18.000	9.000	9.000	61.000
LÍNEA DE ACCIÓN 2		18.000			18.000
LÍNEA DE ACCIÓN 3	67.250	46.250	51.250	42.250	207.000
LÍNEA DE ACCIÓN 4	6.500	13.000	4.000	4.000	27.500
TOTAL	98.750	95.250	64.250	55.250	313.500

RESUMEN COSTOS TOTALES AT Y CAPACITACIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	TOTAL
LÍNEA DE ACCIÓN 1	70.000	60.000	36.000	36.000	202.000
LÍNEA DE ACCIÓN 2	21.000	18.000			39.000
LÍNEA DE ACCIÓN 3	110.250	94.250	81.250	42.250	328.000
LÍNEA DE ACCIÓN 4	15.500	40.000	13.000	4.000	72.500
TOTAL	216.750	212.250	130.250	82.250	641.500

RESUMEN GENERAL DE COSTOS TOTALES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	TOTAL
INVERSIÓN FÍSICA	776.600	1.197.600	1.128.200	80.000	3.182.400
A/T	118.000	117.000	66.000	27.000	328.000
CAPACITACIÓN	98.750	95.250	64.250	55.250	313.500
SUB TOTAL	993.350	1.409.850	1.258.450	162.250	3.823.900
COSTOS RECURRENTES					
COSTOS RECURRENTES MANTENIMIENTO INVERSION FISICA		77.660	189.420	224.240	491.320
COSTOS DE PERSONAL					
COSTOS INCORP. PERSONAL Y UN. EJECUTORA	16.000	32.000	70.000	90.000	208.000
COSTOS CONTRATOS PERSONAL BD (ADMINISTR., ENC. DATOS, CAPTURISTAS)	48.000	48.000	48.000		144.000
SUB TOTAL	64.000	157.660	307.420	314.240	843.320
TOTAL	1.057.350	1.567.510	1.565.870	476.490	4.667.220

NOTAS: 1. Las Asistencias Técnicas se consideran de 15 días salvo que expresamente se indique otra duración.

2. En relación a los costos correspondientes a las Inversiones Físicas de la Base de Datos, los mismos se incluyen en la planilla del punto 8.6.2.

3. El tiempo de ejecución total de la línea de acción 3, que incluye la creación de la base de datos, es de 3 años, debiendo complementarse con la digitalización de información histórica que permita establecer las normales meteorológicas reglamentarias y estudios climáticos que requieren de un período más o menos prolongado de datos. Para ello, será necesario un contrato por recuperación de datos por un total que se estima en US\$ 120.000, a razón de US\$ 40.000 por año, durante tres años, que no se incluye en este presupuesto

8.6.2 Planilla de costos de Inversión Física de la Base de Datos.

Actividad nombre	Cantidad Total	Precio unitario	Coste total	Coste año 1	Coste año 2	Coste año 3
			175.400	69.600	57.600	48.200
Servidores alternos de la base de datos, servidor de nombres y red, firewall institucional, servicios interinstitucionales	2	10,000	20,000	20,000	-	-
Computadoras para digitalización de datos (captura diaria) y transmisión.	4	1.500	6,000	3.000	3.000	
Computadoras para operación y administración de la BDMH-Nicaragua	4	1.500	6,000	3.000	3.000	-
Computadoras para pronóstico meteorológico	4	1.500	6.000	1.500	3.000	1.500
Computadoras para pronóstico climatológico	3	1.500	4.500	1.500	1.500	1.500
Computadoras para Hidrología Operativa	3	1.500	4.500	1.500	1.500	1.500
Computadoras Redes de Observación	3	1.500	4.500	1.500	1.500	1.500

Computadoras Atención de usuarios.						
	2	1.500	3.000	1.500	1.500	
Computadoras Notebook						
	8	1.500	12.000	3.000	4.500	4.500
Estación de Trabajo para Gis						
	3	5.000	15.000	5.000	5.000	5.000
Impresoras láser blanco y negro						
	9	400	3.600	1.200	1.200	1.200
Impresoras láser de color						
	8	400	3.200	1.200	1.200	800
Graficador – Plotter, impresora de inyección 24 pulg. color.						
	1	5.000	5.000		5.000	
Fuentes de energía individuales para servidores			24.000	8.000	8.000	8.000
Fuentes de energía individuales para computadoras						
	12	300	3.600	1.200	1.200	1.200
Licencias Software			32.000	9.000	9.000	14.000
Tableta digitalizadora para registro de bandas de estaciones sinópticas						
	3	7,500	22.500	7.500	7.500	7.500