

Diagnóstico del estado actual del conocimiento y propuesta de una estrategia para la creación de capacidades sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador.

Líneas Prioritarias de Acción para la Definición y Ejecución de una Estrategia de Adaptación al Cambio Climático en El Salvador.

Indice.

Resumen ejecutivo.	3
Introducción.	8
Diagnóstico del estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador.	10
Parte I. Marco conceptual sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	10
Capítulo 1. El cambio climático.	11
Capítulo 2. Vulnerabilidad y los impactos potenciales del cambio climático.	18
Capítulo 3. Las posibles medidas de adaptación al cambio climático.	25
Parte II. Estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el ámbito regional y nacional.	32
Capítulo 4. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en América Latina.	33
4.1. Características biofísicas y socioeconómicas de América Latina.	33
4.2. Climatología de América Latina.	34
4.3. Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en sistemas y sectores de América Latina.	35
Capítulo 5. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador.	44
5.1. Características biofísicas y socioeconómicas de El Salvador.	45
5.2. Climatología de El Salvador.	45
5.3. Vulnerabilidad y Adaptación al cambio climático en sistemas y sectores de El Salvador.	48
Capítulo 6. Conclusiones.	75
Capítulo 7. Recomendaciones.	80
Parte III. Propuesta de una estrategia para la creación de capacidades nacionales sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	82
Del diagnóstico a la estrategia.	82
Capítulo 8. Sistema Nacional de Observación del Clima.	85
Capítulo 9. Políticas y medidas de adaptación al cambio climático.	93
Mecanismos de ejecución de la estrategia.	105
Referencias y literatura consultada.	108
Anexos	112
Entrevistas	114

Resumen ejecutivo.

El cambio climático, así como otras alteraciones al medio ambiente: la degradación del suelo, pérdida de biodiversidad y agotamiento del ozono estratosférico, inducidas al menos en parte por la interacción del humano con su medio ambiente, ponen en peligro la consecución de uno de los principales retos de la humanidad, como es proveer a todos por igual de un nivel de vida con suficiente disponibilidad de alimentos, agua y energía de buena calidad, viviendas seguras, y un medio ambiente saludable (aire, agua y suelo limpio), para la presente y futuras generaciones.

El cambio climático es una serie de ajustes con los que el sistema climático responde para restablecer el balance energético, alterado por el incremento de hasta 30% en la concentración de GEI en la atmósfera¹, provocado por la intensificación de las emisiones de GEI provenientes de diversas actividades humanas. Las manifestaciones de los ajustes en el sistema climático son: calentamiento de la superficie terrestre, variaciones en los regímenes de las precipitaciones, cambios en la circulación atmosférica y oceánica, incremento del nivel medio del mar, entre otros. Las observaciones instrumentales del sistema climático (desde 1850) representadas en series de tiempo de la principales variables climáticas, muestran estas manifestaciones (tendencias, variaciones, cambios).

La temperatura del aire superficial en el siglo XX es evidentemente mayor que la temperatura de cualquier otro siglo durante los últimos miles de años; la tendencia global desde finales del siglo XIX a sido a incrementarse en 0.4° a 0.8° C; el calentamiento ha sido mayor sobre los continentes y entre los 40° y 70° de latitud Norte; las dos últimas décadas fueron las más calientes de todo el siglo. La mayoría de los modelos climáticos proyectan que la temperatura del aire superficial puede incrementarse en 1.5° a 6° C para el 2100. Estos cambios de temperatura proyectados podrían ser mayores que las fluctuaciones naturales recientes y podrían presentar una velocidad de cambio mayor que la observada durante los últimos 10,000 años. Los cambios de temperatura se espera que sean mayores en: latitudes altas que el promedio global; sobre los continentes que sobre los océanos; en el hemisferio Norte que en el Sur. Sin embargo, la fiabilidad de las predicciones en la escala regional es todavía baja².

El cambio climático, siendo un fenómeno de largo período y de gran escala, podría estar interactuando con la variabilidad climática natural sobre períodos de días hasta décadas (ENOS³, ECE⁴, etc.). Desde 1976-77 se ha observado un incremento en la frecuencia e intensidad del evento ENOS⁵, lo cual ha sido acompañado de inundaciones y sequías en regiones del trópico y subtrópico. La mayoría de modelos climáticos proyectan que esta tendencia continuará en el siglo XXI. La frecuencia de algunos ECE como las inundaciones, sequías, pérdida de humedad del suelo, incendios, brotes de epidemias, podría incrementarse en algunas regiones. Con relación a otros ECE como las tormentas, ciclones y tornados, aunque todavía es incierto si habrá un incremento en la frecuencia e intensidad, podrían desplazarse de sus trayectorias típicas a lugares menos preparados y más vulnerables, siendo éste el caso del Mitch en América Central para 1998.

Asociado con los cambios en la temperatura, las proyecciones para el 2100 sugieren un incremento en el nivel del mar de 15 a 95 cm⁶, originado principalmente por la expansión térmica de los océanos y la fusión de los glaciares. Las proyecciones recientes de los más avanzados modelos tienden a ser ligeramente menores. Sin embargo, cuando las concentraciones atmosféricas de los GEI se estabilicen, la temperatura del aire continuara aumentando en un 30-50% por varias décadas, el nivel del mar continuara elevándose por algunos cientos de años y los casquetes polares continuaran ajustándose por algunos miles de años⁷.

¹ INDOEX: Indian Ocean Experiment. Keeling curve: record of atmospheric carbon dioxide.

² Presentation of Robert T. Watson. Chair. IPCC. At the Sixth CP to the UNFCCC. November, 2000.

³ ENOS: El Niño/Oscilación del Sur.

⁴ ECE: Eventos Climáticos Extremos.

⁵ Presentation of Robert T. Watson. Chair. IPCC. At the Sixth CP to the UNFCCC. November, 2000.

⁶ IPCC WGI, 1996: Second Assessment Report.

⁷ Presentation of Robert T. Watson. Chair. IPCC. At the Sixth CP to the UNFCCC. November, 2000.

La vulnerabilidad de los sistemas/sectores al cambio climático se define por los efectos adversos que generan daños irreversibles. Es función de la velocidad y magnitud del fenómeno, de la sensibilidad y capacidad de adaptación del sistema/sector. Por lo tanto un sistema/sector altamente vulnerable es aquél cuya sensibilidad es alta ante pequeños cambios en el clima, y que su capacidad de adaptación es limitada.

El IPCC ha evaluado⁸ y continúa evaluando⁹ los impactos potenciales del cambio climático sobre los sistemas naturales y sectores socioeconómicos para diferentes regiones tanto en la escala regional como global. No es posible obtener predicciones cuantitativas de los impactos, por las incertezas de las proyecciones del cambio climático en la escala regional.

El rango de opciones para la adaptación de sistemas/sectores como la agricultura, recursos hídricos está incrementándose por los avances tecnológicos, que reducen la vulnerabilidad al cambio climático. Sin embargo, algunas regiones del mundo como los países en desarrollo, tienen un acceso limitado a los avances tecnológicos y una adecuada información. Además la relación costo-efectividad de una estrategia de adaptación dependerá de los procedimientos reglamentarios, legales, institucionales, gerenciales, educacionales y culturales tanto en el ámbito nacional, como en el regional e internacional.

Una de las recomendaciones que hace el IPCC¹⁰ es integrar la variabilidad climática y el cambio climático en el proceso de toma de decisiones para el uso de los recursos naturales y el desarrollo sustentable. La inapropiada selección de políticas, procedimientos y tecnologías ha hecho que muchos de los sistemas/sectores sean vulnerables a la variabilidad climática natural. Si disminuimos la vulnerabilidad de los sistemas naturales y sectores socioeconómicos a la variabilidad climática natural, por medio de un sistema de información que oriente la definición, ejecución y selección de políticas, procedimientos y tecnologías, hará que en muchos casos, se reduzca la vulnerabilidad al cambio climático.

Las proyecciones de los efectos adversos del incremento del nivel del mar sobre la zona costero-marina incluyen a los asentamientos humanos, turismo, recursos hídricos, pesquerías, infraestructura, tierras agrícolas, y humedales, produciendo pérdidas económicas y el desplazamiento de asentamientos humanos completos.

Las proyecciones de la productividad agrícola sugieren un decremento en muchos países de latitudes tropicales y subtropicales. La situación de la seguridad alimentaria, y la productividad agrícola en los trópicos y subtrópicos donde algunos cultivos están cerca de su umbral de temperatura máxima y la humedad relativa del suelo es baja, predominando la agricultura extensiva, sugiere que el grado de sensibilidad de estos sistemas/sectores es alto, aún ante pequeños cambios en el clima, especialmente en África y América Latina, donde se proyectan disminuciones en la productividad agrícola de hasta 30% para el siglo XXI.

Las proyecciones de los impactos potenciales del cambio climático en la salud humana sugieren que tanto los efectos directos como los indirectos son generalmente adversos. Muchos de estos efectos se originan en los impactos sobre la seguridad alimentaria y recursos hídricos. Los efectos directos potenciales incluyen en incremento de la mortalidad y morbilidad por la mayor frecuencia de eventos climáticos de temperaturas extremas. Los efectos indirectos potenciales incluyen la ampliación del rango geográfico y estacional de vectores transmisores de enfermedades.¹¹

La evaluación del grado de vulnerabilidad y capacidad de adaptación ante el cambio climático de los sistemas/sectores, requiere como punto de partida, la descripción en el momento actual (líneas de referencia) y la proyección en el futuro (escenarios), de las características biofísicas y socioeconómicas de los mismos¹².

⁸ IPCC WGII, 1996: Second Assessment Report. IPCC WGII, 1998: The regional impacts of Climate Change.

⁹ IPCC: Third Assessment Report, a ser publicado en el 2001.

¹⁰ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of Climate Change.

¹¹ Presentation of Robert T. Watson. Chair. IPCC. At the Sixth CP to the UNFCCC. November, 2000.

¹² Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2000: Primera comunicación Nacional de Cambio Climático.

En El Salvador una de las variables biofísicas estudiadas es el grado de degradación ambiental que se refleja en la cobertura de la vegetación primaria (bosques densos y salados) que para el año 1995 fue de 3.85%, mientras que la proyección del escenario tendencial para el año 2025 será de 0.75%. Una de las variables socioeconómicas estudiada es la densidad demográfica que para el año 1995 fue de 273 habitantes/km², y la proyección del escenario tendencial para el año 2025 será de 469 habitantes/km^{2,13}.

Otro de los insumos necesarios para la evaluación de la vulnerabilidad y adaptación de los sistemas/sectores es la climatología¹⁴. De acuerdo al análisis de las anomalías de temperatura media superficial del aire, con respecto a la media de del período 1961-1990, se habría dado un incremento de 0.04° C/año, que representaría un incremento de 1.2° C durante la totalidad del período. A partir del análisis de la función de croscorelación entre las series de tiempo de las anomalías de temperatura de la superficie del mar (ATSM) en diferentes regiones del Pacífico ecuatorial conocidas como Niño 1-2, Niño 3 y Niño 3-4, y la serie de las precipitaciones mensuales en El Salvador, el resultado más significativo es que los valores máximos (-0.2) se obtienen con un desfase de 1 a 2 meses. Este resultado sugiere que entre la ocurrencia del ENOS y las anomalías extremas en el régimen de precipitación del país, el período transcurrido es de 1 a 2 meses. El signo negativo sugiere que cuando la ATSM es positiva (El Niño) la anomalía de precipitación será negativa (menos precipitación), caso opuesto con la ocurrencia de La Niña. Para aprovechar la información existente del bien estudiado fenómeno ENOS, sería provechoso en un futuro estudiar la relación entre la ATSM y los desplazamientos latitudinales de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), con los regímenes de precipitación en El Salvador, como se ha hecho en otras latitudes, con el fin de generar conocimiento sobre los mecanismos mediante los cuales, las variaciones en las interacciones oceano-atmosfera de la franja ecuatorial (10° S, 10° N) modifican la climatología de latitudes tropicales (10°-30° S, 10°-30° N) y extratropicales.

Otros de los elementos indispensables para la evaluación de la vulnerabilidad y adaptación de los sistemas/sectores son las proyecciones que generan los escenarios de cambio climático¹⁵. En El Salvador, las proyecciones para el período de 30 años centrado en el 2050, con el escenario de emisión medio (IS92a) y sensibilidad climática media ($\Delta T_{2x} = 2.5^\circ \text{ C}$), de la variación anual de la precipitación, indican una disminución de la precipitación en los meses de julio, agosto y septiembre, sugiriendo una intensificación de la condición climática conocida como canícula. Por otra parte la variación anual de la temperatura, indica que durante todo los meses del año la temperatura se incrementara (entre 1.2° y 2.3° C), sin variar significativamente la estructura de la variación. Con relación al incremento del nivel medio del mar lo que se obtiene es un valor global medio. Para generar proyecciones como las que se obtienen de la temperatura y la precipitación, se requiere que los Modelos de Circulación General (MCG) incluyan en forma explícita las predicciones de la elevación del nivel del mar, así como incluir en la climatología observaciones del nivel del mar.

Las evaluaciones que se han realizado en El Salvador en los sectores: agropecuario en la zona costera, seguridad alimentaria, ecosistema forestal y sector cafetal, recursos hídricos y recursos agrícolas, han sentado las bases para continuar con el esfuerzo de generar información científica del grado de vulnerabilidad, impactos potenciales y posibles medidas de adaptación, que facilite la definición y ejecución de una efectiva estrategia nacional de adaptación al cambio climático en El Salvador.

¹³ Umaña, 1998: Escenarios socioeconómicos para la evaluación de los impactos del cambio climático en El Salvador.

¹⁴ Centella A., et al., 1998: Escenarios climáticos de referencia para la República de El Salvador.

¹⁵ Centella A., et al., 1998: Escenarios de Cambio Climático para la evaluación de impactos en El Salvador.

El diagnóstico del estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador, proyecta una imagen de un país con un alto grado de vulnerabilidad ante la variabilidad climática natural y con una capacidad de adaptación limitada ante el cambio climático. Si tomamos en cuenta que la climatología de El Salvador está influenciada por la ocurrencia de eventos ENOS, tal y como se sugiere en el análisis presentado en el estudio de la climatología de El Salvador para el período 1960-1990; el IPCC sugiere que dicho evento podría incrementar su magnitud, frecuencia y duración en el siglo XXI; asociado al ENOS se registran inundaciones y sequías en su área de influencia (latitudes tropicales y subtropicales).

La propuesta de una estrategia para la creación de capacidades nacionales sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, tiene como fin facilitar la integración de las políticas y medidas de adaptación a los planes, programas y proyectos de manejo de los recursos naturales y el medio ambiente, y de desarrollo nacional o local, y define los lineamientos básicos para alcanzar el propósito de prepararse ante el reto ambiental más grande del nuevo siglo: el cambio climático.

En función de las debilidades identificadas en el diagnóstico, se proponen dos áreas temáticas:

- *Sistema Nacional de Observación del Clima.* Para mejorar nuestra comprensión del sistema climático, las interacciones entre sus componentes, los procesos físicos, químicos, biológicos y geológicos que dentro de él se desarrollan, se recomienda avanzar en la creación del Sistema Nacional de Observación Clima.
- *Políticas y Medidas de Adaptación al Cambio Climático.* Para reducir el grado de vulnerabilidad y aumentar la capacidad adaptativa de los sectores socioeconómicos y sistemas biofísicos del país, con el fin de minimizar las pérdidas en vidas humanas, infraestructura, bienes y capitales en general, se recomiendan una serie de políticas y medidas de adaptación al cambio climático.

Dentro de las áreas temáticas, la estrategia incluye ocho líneas de acción:

Sistema Nacional de Observación del Clima.

- Modernización del Servicio Nacional Meteorológico e Hidrológico;
- Creación del Sistema Nacional de Observación del Clima.

Políticas y Medidas de Adaptación al Cambio Climático.

- Conservación, recuperación y gestión del medio ambiente y recursos naturales;
- Desarrollo de un marco para política de adaptación al cambio climático;
- Manejo de riesgos asociados a impactos potenciales;
- Desarrollo y adopción de políticas de adaptación;
- Desarrollo y transferencia de tecnologías para la adaptación al cambio climático;
- Ejecución de programas de creación de capacidades en vulnerabilidad y adaptación.

Para la ejecución de la estrategia se plantea una serie de mecanismos entre los que podemos mencionar la Comisión Nacional de Cambio Climático, iniciativa que responde a los compromisos adquiridos por el gobierno de El Salvador ante la CMCC¹⁶, así como otras propuestas que surgen de la sociedad civil como: el anteproyecto de Ley de Prevención y Mitigación de Desastres y de Protección Civil; el Sistema Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres, y de Protección Civil; y programas de reconstrucción y transformación de la región centroamericana ante eventos naturales extremos (atmosféricos, geológicos).

¹⁶ CMCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Las dos acciones propuestas para la línea de acción, desarrollo de un marco para política de adaptación al cambio climático, evaluaciones de la vulnerabilidad y capacidad adaptativa presente y futura, esquematizan la estructura de un nuevo enfoque contenido en una propuesta de Marco para Política de Adaptación (APF por sus siglas en inglés)¹⁷.

El principal énfasis del APF es definir propuestas para política de adaptación al cambio climático, a diferencia de las evaluaciones que utilizan las metodologías anteriores, y que ponen hincapié en los impactos potenciales del cambio climático. Bajo este nuevo enfoque los estudios podrán ser diseñados de tal forma que partan de la evaluación de las medidas de adaptación (autónomas o planificadas), contrario a los estudios anteriores que parten de los escenarios de cambio climático.

Bajo este criterio el APF plantea iniciar por el estudio de los registros recientes sobre los eventos climáticos extremos y la variabilidad climática, para evaluar las experiencias de las instituciones (gubernamentales, no gubernamentales, gremiales, etc.) en atender los efectos negativos (vulnerabilidad y adaptación). Otro aspecto importante del APF es que reconoce que la adaptación es un proceso continuo, es decir que las propuestas para política de adaptación, deben partir de las políticas y medidas de adaptación actuales, y con base a las experiencias en la ejecución de éstas, proponer nuevas políticas y medidas de adaptación.

Finalmente las dos fases de la presente consultoría: diagnóstico y estrategia, son parte del esfuerzo que se está realizando en la Unidad de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales para participar en proyectos que retomen los resultados de la aplicación de la primera generación de metodologías desarrolladas por el IPCC, UNEP-IES, US-CSP, y tengan de marco de referencia la propuesta del APF desarrollada por el NCSP.

¹⁷ NCSP/GEF, 2001: An Adaptation Policy Framework. Capacity Building for Stage II Adaptation.

Introducción.

El presente estudio se enmarca dentro del proyecto EA Fase II¹⁸ que está ejecutándose dentro del área de Cambio Climático en el MARN, para consolidar los grupos de expertos y los arreglos institucionales, e identificar necesidades de creación de capacidades nacionales para: desarrollar acciones en materia de vulnerabilidad y adaptación; establecer el sistema nacional de inventarios de gases de efecto invernadero; facilitar la transferencia de tecnologías de mitigación y adaptación; fortalecimiento del sistema nacional de seguimiento del clima; promover la educación y conciencia pública; y diseñar las grandes líneas para una Estrategia Nacional de Cambio Climático.

El proyecto EA Fase II está ejecutándose en aquellos países en desarrollo, que como El Salvador, ya han presentado su Primera Comunicación Nacional, y están preparando la información necesaria para solicitar el apoyo financiero ante el GEF para la elaboración de la Segunda Comunicación Nacional. Paralelamente a este esfuerzo, dentro del marco del proceso de la Convención, se han gestionado ante el GEF cuatro proyectos para la región de América Central encaminados también, a la creación de capacidades nacionales y regionales para: definición y ejecución de una estrategia de adaptación a los impactos adversos del cambio climático; participación en las redes de observaciones sistemáticas para cubrir las múltiples necesidades de la Convención; proveer a los países de la región con información relevante sobre los impactos del clima presente y futuro y las respuestas adaptativas espontáneas o planificadas; y el fortalecimiento de los sistemas nacionales para la elaboración y mejoramiento permanente de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

El Salvador al ratificar la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMCC) adquirió compromisos, siendo una de sus responsabilidades implementar las decisiones que emanen del órgano supremo de la CMCC, la Conferencia de las Partes (CP). El propósito del presente estudio se enmarca dentro del artículo 4.1 (b) de la Convención, el cual establece para todas las partes que tienen el compromiso de establecer medidas para facilitar la adaptación apropiada al cambio climático. Asimismo se enmarca en la decisión 11 de la CP-1 realizada en Berlín 1995¹⁹, que en el numeral 1(d) señala que: "Concerniente a la adaptación a los efectos adversos del cambio climático, requerirá estrategias de corto, mediano y largo plazo las cuales deberían ser costo-efectivas, que tomen en cuenta las importantes implicaciones socioeconómicas, y deberían ser implementadas por etapas en los países en desarrollo."

El presente estudio tiene como propósito facilitar la toma de decisiones sobre la dirección del trabajo a futuro, investigaciones y actividades sobre la vulnerabilidad y adaptación en El Salvador. Para alcanzar dicho propósito, en la fase del diagnóstico, se planteó como objetivo diseñar un marco conceptual sobre el tema, que describe los conceptos de la ciencia del cambio climático; estudios realizados y metodologías utilizadas en la evaluación de impactos potenciales; condiciones necesarias para la aplicación de estrategias de adaptación y metodologías utilizadas en su evaluación.

Otro de los objetivos del diagnóstico es realizar un análisis del tema en el ámbito regional y nacional, describiendo las características biofísicas y socioeconómicas, climatología y resultados de evaluaciones de impactos potenciales y sus posibles medidas de adaptación al cambio climático en sistemas y sectores, de la región de América Latina y El Salvador.

En la fase de la estrategia se planteó como objetivo proponer acciones para mejorar el estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación, sobre todo en las debilidades identificadas a la luz de las conclusiones del diagnóstico, tanto en el tema del Sistema de Observación del Clima, como en el de políticas y medidas de adaptación al cambio climático.

¹⁸ Enabling Activities for the preparation of the First National Communication on Climate Change, Phase II.

¹⁹ Initial guidance on policies, programme priorities and eligibility criteria to the operating entity or entities of the financial mechanism.

Las acciones en el primer tema pretenden avanzar en la creación del Sistema Nacional de Observación del Clima vía modernización del Servicio Nacional Meteorológico e Hidrológico. Un grupo de acciones en el segundo tema pretenden reducir el grado de vulnerabilidad en los sectores socioeconómicos y sistemas biofísicos, mediante la incorporación de políticas y medidas de adaptación al cambio climático en la Política Nacional de conservación, recuperación y gestión del medio ambiente y recursos naturales.

Otro grupo de acciones busca aumentar la capacidad adaptativa de los sectores/sistemas, a través del desarrollo y transferencia de tecnologías para la adaptación al cambio climático, incluidos los programas y proyectos de creación de capacidades sobre vulnerabilidad y adaptación, que mejoren la gestión de los riesgos asociados a los impactos potenciales y faciliten la adopción de las políticas y medidas de adaptación al cambio climático en los planes y programas de desarrollo.

La investigación, tanto en la fase de diagnóstico como estrategia, ha sido elaborada sobre la base de documentos publicados por organismos especializados²⁰ y de los resultados de las investigaciones realizadas en el marco del proyecto: "Apoyo a la creación de capacidades nacionales para la elaboración de la Primera Comunicación Nacional". Para la estrategia además se realizó una serie de entrevistas con algunos representantes de instituciones relacionadas con los temas de vulnerabilidad y adaptación al clima y sus cambios, incluyendo al cambio climático, que son presentadas en un anexo.

El Diagnóstico del Estado Actual del Conocimiento y Propuesta de una Estrategia para la Creación de Capacidades, sobre Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en El Salvador, identifica necesidades de creación de capacidades nacionales para proceder al desarrollo de políticas y medidas de adaptación al cambio climático, en concordancia con la etapa II de mediano plazo contenida en la D11/CP1²¹. Es recomendable que los futuros estudios que se realicen en el país (componentes de proyectos), utilicen el enfoque innovador del abordaje metodológico contenido en el APF, tal y como ya está siendo aprovechado en los proyectos enmarcados en la convención que están en la etapa de ejecución en el área centroamericana, financiados por el GEF.

²⁰ IPCC, UNEP-IES, US-CSP, NCSP.

²¹ D11/CP1: Decisión 11 de la Primera Conferencia de las Partes.

Diagnóstico del estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador.

Parte I. Marco conceptual sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

El marco conceptual ha sido abordado en tres capítulos de la siguiente manera: Capítulo 1. El cambio climático, donde es descrito el cambio climático, sus manifestaciones y el grado de sensibilidad del sistema climático a las actividades antropogénicas a partir de las observaciones del clima; Capítulo 2. Los impactos potenciales del cambio climático, donde es descrita la vulnerabilidad al cambio climático de la mayoría de sistemas naturales y socioeconómicos y el abordaje metodológico para evaluar los impactos potenciales del cambio climático; Capítulo 3. Las posibles medidas de adaptación al cambio climático, donde es descrito el concepto de adaptación y desadaptación, metodología para evaluación de posibles medidas de adaptación y de que depende la viabilidad de su aplicación.

La descripción del marco conceptual se hizo con base a las evaluaciones y formulaciones realizadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, IPCC²² que fue establecido conjuntamente por la Organización Mundial de Meteorología, OMM y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA, en 1988, con el propósito de: i) evaluar la información científica disponible sobre cambio climático, ii) evaluar los impactos medioambientales y socioeconómicos del cambio climático y iii) formular estrategias de respuesta al cambio climático. El IPCC es reconocido como la fuente acreditada en materia de información científica y técnica por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMCC).

El IPCC está conformado por tres grupos de trabajo, el Grupo de Trabajo I está encargado de evaluar la información existente sobre la ciencia del cambio climático, a saber:

- Los avances en el conocimiento científico del clima pasado y presente, la variabilidad climática, la predictibilidad del clima y del cambio climático incluyendo la retroalimentación de los impactos climáticos.
- Los progresos en la Modelación y proyección del clima global y regional y del cambio en el nivel del mar.
- Las observaciones del clima, incluyendo los climas pasados y evaluaciones de tendencias y anomalías.
- Los vacíos e incertezas en el conocimiento actual de la ciencia del cambio climático.

El Grupo de Trabajo II está encargado de revisar el conocimiento actual sobre los impactos potenciales del cambio climático sobre sistemas físicos y ecológicos, salud humana y sectores socioeconómicos. Asimismo, revisa la información disponible sobre la factibilidad técnica y económica de las posibles medidas de adaptación y mitigación.

El grupo de trabajo III es responsable de evaluar: los escenarios de emisiones y la literatura socioeconómica relacionada al cambio climático.

El IPCC ha realizado dos reportes de evaluación sobre el cambio climático en el ámbito global (FAR, SAR), a partir de las contribuciones de los grupos de trabajo y actualmente se está realizando un tercer reporte (TAR). Además se han realizado reportes técnicos sobre temas específicos: escenarios de emisiones; el sistema/sector uso del suelo/cambio del uso del suelo/forestal; aspectos metodológicos para la transferencia tecnológica²³.

²² IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change.

²³ EPA, 2000: An annotated summary of climate change related resources.

Capítulo 1. El cambio climático.

De las observaciones del sistema climático y su variabilidad, surgen varias hipótesis que vinculan el incremento en la concentración de GEI²⁴ en la atmósfera con la detección del cambio climático y la sensibilidad del clima a las actividades antropogénicas²⁵:

Las conclusiones de las observaciones dependen críticamente de la disponibilidad de series de tiempo consistentes, largas y con valores precisos. La información existente de muchas de las variables climáticas importantes no es lo suficientemente buena para documentar, detectar y atribuir el cambio climático y alcanzar conclusiones rigurosas; tal es el caso de las tendencias globales de variables con variaciones regionales significativas, como la precipitación²⁶.

- ¿Qué es el cambio climático?
- ¿Está el clima calentándose?
- ¿Está el clima haciéndose más húmedo?
- ¿Está cambiando la circulación oceano-atmósfera?
- ¿Está el clima haciéndose más variable o extremo?
- ¿Está el nivel del mar elevándose?
- ¿Existe una relación directa entre el calentamiento de finales del siglo XX a las actividades antropogénicas?

La comunidad científica internacional se ha hecho estas preguntas sobre el cambio climático y sus manifestaciones. Las respuestas que a continuación son presentadas, por un lado pretenden explicar algunos conceptos y por otro argumentar sobre la validez o no de las hipótesis de trabajo.

¿Qué es el cambio climático?

El sistema climático está formado por cuatro componentes: atmósfera, hidrosfera, biosfera y geósfera y las interacciones entre estos componentes. Estas interacciones son responsables de la mayoría de cambios observados en el clima, en las diferentes escalas temporales y espaciales.

La tierra absorbe la energía del sol, principalmente en la superficie (geósfera, biosfera e hidrosfera). Una parte de esta energía es redistribuida por la circulación atmosférica y oceánica y otra parte es irradiada al espacio por ondas infrarrojas. En promedio, para la tierra como un todo, la energía solar entrante está en balance con la radiación saliente emitida desde la superficie y la que es irradiada desde las nubes.

El IPCC define como forzamiento radiativo, cualquier cambio en la disponibilidad de energía en el sistema climático. El cambio puede originarse por factores que alteren la radiación recibida del sol o emitida al espacio, o que alteren la redistribución de la energía dentro de la atmósfera y entre está la tierra y el océano, afectando el clima.

²⁴ GEI: Gases de Efecto Invernadero.

²⁵ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 141.

²⁶ Karl et al., 1995: Critical issues for long-term climate monitoring.

Los modelos climáticos que toman en cuenta: los incrementos observados en las concentraciones atmosféricas de los GEI y aerosoles sulfatados; el decrecimiento observado del ozono en el nivel inferior de la estratosfera; los cambios naturales en la actividad volcánica y solar, simulan bastante bien los cambios observados en la temperatura media anual global del aire superficial. Este resultado y el estado del conocimiento científico sobre el efecto invernadero, sugiere que las actividades humanas están relacionadas con los cambios observados en el clima de la tierra. De hecho, el incremento de temperatura observado desde 1970, no puede ser explicado solamente por los cambios en la actividad solar y las emisiones de los volcanes²⁷.

Cualquier cambio en el clima inducido por, el incremento de la concentración de GEI en la atmósfera generado por las emisiones de actividades humanas, estará sobrepuesto²⁸ a las variaciones climáticas naturales que ocurren sobre la totalidad del rango temporal y espacial. El sistema climático responde al incremento del 30% en la concentración del GEI en la atmósfera ajustándose (adaptación autónoma), incrementando la temperatura del aire superficial en el último siglo entre 0.4° y 0.8° C, como respuesta al incremento de energía retenida en la troposfera por el efecto invernadero.

La variabilidad climática puede ser el resultado de interacciones de corto período y pequeña extensión entre los componentes del sistema climático como las erupciones volcánicas, que expulsan a la atmósfera gran cantidad de material particulado microscópico (aerosoles), cuyo principal efecto es reflejar de nuevo al espacio la energía entrante del sol generando un efecto de enfriamiento de corto período (del orden de días) y de corto alcance (del orden de cientos de km). Las variaciones en el clima también pueden deberse a interacciones de largo período y gran extensión, como el fenómeno de EL Niño/Oscilación del Sur (ENOS), que modifica la circulación atmosférica y oceánica en latitudes tropicales, alterando la redistribución de energía en el sistema climático.

La frecuencia de algunos ECE²⁹ como las inundaciones, sequías, pérdida de humedad del suelo, incendios, brotes de epidemias, podría incrementarse en algunas regiones. Con relación a otros ECE como las tormentas, ciclones y tornados, aunque todavía es incierto si habrá un incremento en la frecuencia e intensidad, podrían desplazarse de sus trayectorias típicas a lugares menos preparados y más vulnerables³⁰.

¿Está el clima calentándose?

La temperatura del aire superficial se ha incrementado en 0.4-0.8° C desde finales del siglo XIX, con el mayor calentamiento sobre los continentes entre los 40° N y 70° N. Una tendencia general pero no global, de reducción del rango de temperatura diurna ha sido confirmada. En general, las temperaturas mínimas se han incrementado más rápido que las temperaturas máximas³¹.

De acuerdo al IPCC, en 1992-93, se observaron temperaturas superficiales y troposféricas relativamente menores y temperaturas en la baja estratosfera relativamente mayores, luego de la erupción del Monte Pinatubo. Las temperaturas altas volvieron a aparecer en 1994, con una temperatura superficial global para el año de cerca de 0.27° C por arriba del promedio de 1961-1990, siendo uno de los más cálidos desde 1860³².

²⁷ Presentation of Robert T. Watson. Chair. IPCC. At the Sixth CP to the UNFCCC. November, 2000.

²⁸ En el análisis de serie de tiempo la atribución de causas de un fenómeno se describe como una superposición de señales de diferentes frecuencias o períodos.

²⁹ ECE: Evento Climático Extremo.

³⁰ Presentation of Robert T. Watson. Chair. IPCC. At the Sixth CP to the UNFCCC. November, 2000.

³¹ Presentation of Robert T. Watson. Chair. IPCC. At the Sixth CP to the UNFCCC. November, 2000.

³² IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 141. Figure 3.1.

Las variaciones de período largo en las temperaturas troposféricas, medidas con radiosondas, han sido similares a aquéllas registradas en la superficie desde 1950. Una primera inspección de las series de tiempo de las temperaturas troposféricas medidas por radiosondas y unidades acústicas de microondas muestran una ligera tendencia al enfriamiento desde 1979, al contrario de la temperatura superficial que se ha calentado ligeramente en el mismo período.

Sin embargo, si los efectos transitorios de la actividad volcánica y de los eventos ENOS³³ (los cuales pueden sesgar las tendencias calculadas con intervalos cortos de registro), son removidos de las series de tiempo, se obtienen tendencias positivas (aumento de la temperatura) en las mediciones de temperatura de la troposfera en concordancia con la temperatura del aire superficial.

Las mediciones indirectas de temperatura, como las temperaturas en perforaciones, la cobertura del hielo, el perfil de temperatura oceánica, concuerdan sustancialmente con los indicadores directos del calentamiento global. En los 22 años de mediciones satelitales disponibles, la extensión del hielo marino no muestra una tendencia clara, aunque el hielo marino del hemisferio Norte ha estado por debajo del promedio histórico desde principios de los 90. Las temperaturas subsuperficiales en el océano son consistentes con la distribución geográfica del cambio en la temperatura superficial³⁴.

El conjunto de evidencias aquí presentadas sugiere que la hipótesis del calentamiento global en el sistema climático es verdadera.

¿Está el clima haciéndose más húmedo?

La precipitación se ha incrementado sobre la tierra en latitudes altas del hemisferio Norte, especialmente durante el otoño. Una disminución de la precipitación se ha observado desde 1960 sobre los subtrópicos y trópicos desde Africa hasta Indonesia. Muchos de los cambios en la precipitación sobre la tierra son consistentes con los cambios en los caudales de los ríos, niveles de agua en los lagos y humedad en el suelo³⁵.

En las décadas recientes, hay evidencias que sugieren un incremento de la precipitación sobre el océano Pacífico ecuatorial alrededor del meridiano de 180° W, acompañada de disminuciones en la precipitación al Norte y Sur del Ecuador. Finalmente la información disponible, sugiere que la tendencia global de la precipitación sobre la tierra durante el siglo XX, ha sido a incrementarse en el 1%, aunque desde 1980 se reporta una disminución³⁶.

La evaporación potencial ha disminuido desde 1951 sobre la mayor parte de la ex Unión Soviética y posiblemente también sobre los Estados Unidos de Norteamérica. La evaporación se ha incrementado sobre la mayoría de los océanos tropicales. Hay evidencias que sugieren un incremento del vapor de agua atmosférico en los trópicos, al menos desde 1973.

En general, la cantidad de nubes se han incrementado tanto sobre la tierra (al menos desde finales de los 70) como sobre los océanos, sobre los cuales se ha reportado un incremento en las nubes convectivas de niveles intermedio y alto³⁷.

El conjunto de evidencias aquí presentadas sugieren que la hipótesis de un incremento de la humedad relativa en el sistema climático es verdadera.

³³ ENOS: El Niño/Oscilación del Sur.

³⁴ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 151.

³⁵ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 151.

³⁶ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 151.

³⁷ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 163.

¿Está cambiando la circulación oceano-atmosfera?

En información instrumental histórica y paleoclimática, existen evidencias de que los eventos ENOS han variado en período, frecuencia, extensión e intensidad del impacto, desconociéndose la causa de estas variaciones. En 1990 el IPCC, señaló las condiciones anómalas en el evento ENOS y la circulación atmosférica alrededor de 1976-1977, las cuales continúan hasta la fecha, pues han habido relativamente más episodios El Niño, con solo pocas incursiones del evento frío del fenómeno (episodios La Niña).

Este comportamiento de los eventos ENOS y especialmente desde 1989, es inusual en el contexto de los registros de los últimos 120 años. Al menos algunas de las fluctuaciones recientes en precipitación en los trópicos y subtrópicos parecen estar relacionados con este comportamiento anómalo del fenómeno ENOS³⁸.

Los avances científicos establecieron que las variaciones en la circulación atmosférica sobre el Pacífico Norte desde 1976 hasta 1988 y las del Atlántico Norte desde 1989, están asociadas a las anomalías en la circulación atmosférica regional³⁹.

Aun hay problemas con la toma de mediciones sistemáticas de los cambios y variaciones en la circulación atmosférica, debido a las incertezas acerca de la consistencia entre las técnicas de análisis, observaciones y teorías meteorológicas, en períodos largos. Esas incertezas restringen el grado de confiabilidad con que pueden ser examinadas los cambios y variaciones en un cierto número de variables climáticas⁴⁰.

El conjunto de evidencias aquí presentadas sugiere que la hipótesis de un cambio en la circulación oceano-atmosfera en el sistema climático es verdadera.

¿Está el clima haciéndose más variable o extremo?

Según los registros, no ha habido una tendencia consistente en la variabilidad interanual de temperatura en las recientes décadas. En algunas áreas la variabilidad en escalas de tiempo cortas ha decrecido. Pocas regiones han sido examinadas por evidencias de cambios en la variabilidad interanual de la precipitación. Las áreas examinadas no exhiben un patrón consistente. La tendencia en las anomalías positivas de la precipitación (mayor al promedio), no es consistente globalmente, sin embargo en algunas áreas (Japón, Estados Unidos, la región tropical de Australia) existen evidencias del incremento en la intensidad y frecuencia de los ECE.

En las últimas décadas ha habido una clara tendencia a la reducción de las heladas, en áreas distantes unas de otras. Aun en áreas donde la temperatura media se ha incrementado, no se han observado cambios significativos en la distribución de ondas de calor.

En el Atlántico Norte, la única región de generación de centros de baja presión con suficiente información consistente, hay bases para creer que la actividad ciclónica ha decrecido. En algunos otros sitios, las tendencias aparentes en la actividad ciclónica más parece deberse a la inconsistencia en los análisis y sistemas de observación. En algunas regiones (Estados Unidos, la costa Este de Australia) existen evidencias que sugieren un incremento en las tormentas. Sin embargo, algunos otros registros confiables como los de la Bahía Alemana, no muestran ninguna tendencia al incremento de las tormentas⁴¹.

³⁸ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 167-168.

³⁹ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 167-168.

⁴⁰ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 167-168.

⁴¹ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 173.

Con base en las observaciones disponibles, durante el siglo XX y en la escala global, no hay evidencias que los ECE, o la variabilidad climática, se hayan incrementado. En cambio, en la escala regional, existen evidencias de cambios en algunos indicadores de eventos extremos y variabilidad climática, los cuales se manifiestan en ambas direcciones (incremento y decremento)⁴².

El conjunto de evidencias aquí presentadas sugieren que la hipótesis de un incremento de la variabilidad y ocurrencia de eventos extremos en el sistema climático es verdadera.

¿Está el nivel del mar elevándose?

El incremento del nivel del mar es posiblemente una de las manifestaciones más importantes del cambio climático global, debido a los impactos potenciales sociales y medioambientales⁴³. Con base en el análisis de registros de mareógrafos, sobre los últimos 100 años, el nivel del mar se ha elevado en el ámbito global, en unos 10 a 25 cm. Dichas mediciones incluyen los movimientos verticales de la tierra, siendo una de las principales fuentes de incerteza.

Desde 1990 el IPCC, ha mejorado los métodos para filtrado de los efectos de los movimientos verticales de la tierra de período largo, reduciendo así la incerteza en las estimaciones de las tendencias en los registros de los mareógrafos, confirmando que el volumen del agua se ha ido incrementando generando un aumento en la elevación de la superficie del mar.

En la escala global, el origen principal de movimientos verticales se deriva del continuo reajuste de la corteza terrestre desde finales de la última edad de hielo. Este efecto conocido como PGR⁴⁴ es la única contribución geológica coherente al cambio global del nivel del mar, de la cual se tiene un conocimiento detallado⁴⁵.

El incremento en el nivel del mar ha sido correlacionado al incremento simultaneo en la temperatura global sobre los últimos 100 años. En esta escala espacial (global) y temporal (100 años), el calentamiento y consiguiente expansión térmica de los océanos podría en un futuro inducir cerca de 2 a 7 cm de aumento en el nivel del mar, mientras que el derretimiento de los glaciares y casquetes polares podrían originar cerca de 2 a 5 cm de incremento. Ambos supuestos son con base a las salidas de los modelos de difusión vertical y modelos de circulación general (MCG) acoplados, así como observaciones de la temperatura subsuperficial oceánica y el retroceso de los glaciares⁴⁶.

La expansión térmica en el océano, originada por el calentamiento global, conlleva una disminución de la densidad del agua de mar, que considerando la masa constante, implica un aumento del volumen y por ende un incremento del nivel del mar, ha sido examinado por el IPCC usando una variedad de modelos: unidimensionales, de difusión ascendente de energía⁴⁷, bidimensionales, que relacionan la componente vertical de velocidad con los coeficientes de difusión vertical⁴⁸ y tridimensionales, que introducen calor dentro del océano por advección a lo largo de las superficies de densidad constante (isopícnas)⁴⁹.

⁴² IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 173.

⁴³ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 365.

⁴⁴ PGR: post-glacial rebound.

⁴⁵ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 365.

⁴⁶ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 363.

⁴⁷ Wigley and Raper, 1987: Thermal expansion of sea level associated with global warming.

⁴⁸ Harvey, L.D.D., 1992: A two dimensional ocean model for long term climatic simulations: Stability and coupling to atmosphere and sea ice model.

⁴⁹ Church, et al., 1991: A model of sea level rise caused by ocean thermal expansion.

También se han utilizado los MCG oceánica, basados en el método dinámico de geostrofia, forzados con cambios de temperatura superficial que responden a un incremento de la concentración de CO₂ en la atmósfera⁵⁰ y los modelos acoplados de circulación general oceanica-atmosferica, los cuales, proporcionan las mejores simulaciones. En los experimentos con estos modelos los procesos de retroalimentación entre los dos componentes del sistema son variables en el tiempo⁵¹.

El conjunto de evidencias aquí presentadas sugiere que la hipótesis de un incremento en la elevación del mar en el sistema climático es verdadera.

¿Esta asociado el calentamiento de finales del siglo XX exclusivamente a las actividades antropogénicas?

Se tiene evidencias que ocurrieron cambios climáticos de gran magnitud en períodos relativamente cortos, durante la última era de glaciación y en la transición hacia el actual período del holoceno. Algunos de estos cambios pueden haber ocurrido en escalas de tiempo de unas pocas décadas, al menos en el Atlántico Norte donde están mejor documentadas.

Estos cambios afectaron la circulación oceánica y atmosférica, la temperatura y el ciclo hidrológico. Hay indicios que cambios rápidos similares pueden también haber ocurrido durante el ultimo período interglacial (el emiano). El calentamiento en el siglo XX debe ser estudiado a la luz de las evidencias que indican que los cambios climáticos rápidos pueden ocurrir naturalmente. Sin embargo, las temperaturas durante los últimos 10,000 años han sido más bien poco variables⁵².

Si la serie de tiempo de la temperatura en el siglo XX⁵³ es analizada tomando en cuenta la información paleoclimática, surgen dos posibles interpretaciones. Por una parte, podría interpretarse como que el cambio de temperatura de largo período ha tenido un incremento gradual desde el siglo XVI, con una discontinuidad en el siglo XIX, el cual fue de condiciones frías.

Alternativamente, uno podría interpretar que las temperaturas han fluctuado alrededor del promedio sobre el período 1860 a 1959, con discontinuidades de intervalos fríos en los siglos XVI, XVII y XIX y el calentamiento sin precedente (desde 1400) desde el inicio del siglo XX. Independientemente del punto de vista que se considere, las temperaturas del aire superficial de la segunda mitad del siglo XX, han sido las más cálidas al menos en los últimos 600 años. De hecho en algunas regiones las temperaturas del siglo XX han sido las más cálidas desde algunos miles de años⁵⁴.

Por otra parte las concentraciones en la atmósfera de los GEI se ha incrementado por efecto de las actividades humanas, principalmente debido a la quema de combustibles fósiles, deforestación y practicas agrícolas, desde los comienzos de la era preindustrial en 1750. El dióxido de carbono se ha incrementado en 30%, el metano en 50% y el oxido nitroso en 15%. Las concentraciones actuales son las mayores en los últimos 420,000 años.

El conocimiento actual del Efecto Invernadero, sugiere que las actividades humanas son una de las causas que generan los cambios observados en el clima. De hecho, los cambios observados en el clima, sobre todo desde 1970, no pueden ser explicados solamente por los cambios en la actividad solar y las emisiones de las erupciones de los volcanes y pueden ser simulados bastante bien por los modelos climáticos que consideran los cambios en las concentraciones atmosféricas de GEI por efecto de las actividades humanas.

⁵⁰ Mikolajewics, et al., 1990: Ocean response to greenhouse warming.

⁵¹ Mitchell, et al., 1995: On surface temperature, greenhouse gases and aerosols: models and observations.

⁵² PCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 179.

⁵³ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 141. Fig. 3.1.

⁵⁴ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 179.

Esto se trajo de 5.3.1. Desde la época preindustrial en la segunda mitad del siglo XVIII, las emisiones de GEI de origen antropogénico han aumentado probablemente al mismo ritmo del crecimiento poblacional, que demanda más bienes y servicios. En la segunda mitad del siglo XX las manifestaciones de un cambio climático asociado probablemente con este incremento en las emisiones, ha pasado a ser uno de los principales retos que tiene la humanidad para garantizar el desarrollo humano en armonía con el medio ambiente.

Capítulo 2. Vulnerabilidad y los impactos potenciales del cambio climático.

Vulnerabilidad al cambio climático.

En el último siglo, se han hecho grandes avances en el estado del conocimiento del sistema climático, del cambio climático y la variabilidad climática, así como de sus impactos potenciales, el grado de vulnerabilidad de los sistemas naturales y socioeconómicos y las posibles estrategias de adaptación. A pesar de lo anterior, aun existen muchas fuentes de incerteza, que se traducen en interrogantes para el siglo XXI, ya que falta avanzar en las proyecciones de los escenarios de cambio climático en el ámbito regional; las proyecciones del clima futuro en ausencia del cambio climático; el grado de variabilidad climática; de la frecuencia e intensidad de los ECE. Las respuestas a estas como otras interrogantes darán importantes elementos a los estudios evaluativos de la vulnerabilidad de los sistemas naturales y socioeconómicos⁵⁵.

Los sistemas vitales para el desarrollo humano y su bienestar son: la salud humana, los sistemas naturales terrestres y acuáticos (el suelo, los bosques, los ríos, la zona costera, etc.) y los sistemas socioeconómicos (agricultura, silvicultura, pesquerías, gestión de recursos hídricos, etc.).

Todos estos sistemas vitales son sensibles en menor o mayor grado al clima. Así mientras muchas regiones parecen ser más vulnerables a los impactos adversos del clima, algunos de los cuales son irreversibles, otros impactos del clima parecen ser benéficos. De igual forma, la variedad de manifestaciones del clima, impactarán de forma diferenciada en los distintos segmentos de la sociedad, que responderán con medidas adaptativas (autónomas o planeadas), propias para cada sector de la sociedad.

El grado de vulnerabilidad aumenta en la medida que la capacidad de adaptación disminuye. La vulnerabilidad de la salud humana y de los sectores socioeconómicos y en menor medida los sistemas naturales, depende de condiciones económicas e infraestructura institucional. Esto implica que los sistemas/sectores son más vulnerables en países en desarrollo donde las condiciones económicas e institucionales son menos favorables. Con relación al grado de vulnerabilidad, el IPCC propone como ejemplos los siguientes. Las personas que viven en tierras áridas o semiáridas, en áreas costeras bajas, en áreas colindantes con cauces, o pequeñas islas, son particularmente vulnerables al clima y sus cambios. Algunas regiones se han vuelto más vulnerables a ECE tales como tormentas, inundaciones y sequías, como resultado de un incremento en la densidad poblacional en áreas sensibles como las riveras de los ríos y planicies costeras. Las actividades humanas que fragmentan a los ecosistemas naturales o semigestionados, han aumentado su grado de vulnerabilidad, dado que la fragmentación limita la adaptación natural (ajuste) y la efectividad potencial de las medidas de adaptación en estos sistemas, tales como la conservación de corredores migratorios. Los impactos potenciales de la variabilidad climática de corto período sobre sistemas naturales y socioeconómicos, resultaran de cambios en la intensidad, estacionalidad y distribución geográfica de ECE. En la mayoría de estos ejemplos, la vulnerabilidad puede ser reducida reforzando la capacidad de adaptación⁵⁶.

El cambio climático inducido por el hombre agrega una nueva presión importante. Lo anterior es particularmente verdadero en aquellos sistemas naturales y socioeconómicos afectados ya por la contaminación, incremento en la demanda de recursos y practicas de manejo no sostenibles. Los sistemas más vulnerables son aquellos con el mayor grado de sensibilidad al cambio climático y menor capacidad de adaptabilidad.

⁵⁵ IPCC WGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. 23 p.

⁵⁶ IPCC WGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. 24 p.

La mayoría de sistemas son sensibles al cambio climático. Los sistemas naturales, socioeconómicos y la salud humana son todos sensibles tanto a la magnitud como a la velocidad del cambio climático. De acuerdo a los estudios del IPCC algunos de los impactos potenciales del cambio climático son: la composición y distribución geográfica de la mayoría de ecosistemas podrían modificarse, tal como ocurre con las especies individuales, respondiendo a los cambios en el clima; podrían haber reducciones en la biodiversidad y en los bienes y servicios que los ecosistemas proveen a la sociedad, tales como: fuente de alimento, medicinas, recreación, turismo y servicios ecológicos (reciclado de nutrientes, asimilación de desechos, control de escorrentía y erosión de suelo); podrían ser liberadas grandes cantidades de carbono a la atmósfera, durante períodos de alta mortalidad en la silvicultura o en la transición de un tipo de bosque a otro; algunas regiones, especialmente en los trópicos y subtrópicos, podrían ser afectadas severamente en el sector de la seguridad alimentaria, aun cuando se sugiere que el impacto potencial del cambio climático sobre la producción de alimentos en el ámbito global, podría ser moderado; algunos países podrían ser afectados en su desarrollo sostenible debido a: la pérdida de hábitat humano por el incremento del nivel del mar, reducción en calidad y cantidad de agua, falta de organización ante ECE, e incremento de enfermedades humanas (particularmente las enfermedades de transmisión vectorial, como la malaria).

Impactos potenciales del cambio climático.

Existen tres enfoques para realizar el estudio de evaluación de los efectos potenciales del cambio climático, a saber: a) el enfoque de impactos, sigue el principio de causa y efecto, en donde la manifestación de un evento climático sobre el sistema o sector objeto de estudio tiene un impacto, b) el de interacciones, supone que el clima es solo uno de los sistemas entre un conjunto que actúan sobre el sistema o sector objeto de estudio y c) el método integrado, tiene como objetivo englobar de manera jerarquizada las interacciones entre los sistemas o sectores, incluidas las que surgen de los procesos de retroalimentación entre ellos.

En el abordaje metodológico para evaluar los impactos potenciales del cambio climático, se deben considerar las siguientes etapas.^{57,58}

- Definición del problema.
 - Propósito y metas de la evaluación.
 - Alcance de la evaluación.
- Selección de métodos y herramientas. (Se podría incluir en forma sucinta, como se ha tratado los impactos).
- Construcción de líneas de referencia y escenarios.
 - Climatología y escenarios de cambio climático.
 - Estado de referencia del sistema/sector.
 - Variables socioeconómicas.
 - Variables biofísicas.
- Evaluación de impactos.
- Evaluación de la adaptación.

EL IPCC recomienda una serie de atributos que una evaluación de impactos debería contemplar: la comparabilidad de los resultados; la integridad del análisis, considerando las interacciones entre los sistemas/sectores; la actualización periódica de la evaluación⁵⁹.

⁵⁷ Carter, T.R., et al., 1994: IPCC Technical Guidelines for assessing Climate change Impacts and Adaptations.

⁵⁸ Benioff, R., et al., 1996: Vulnerability and Adaptation Assessments: An International Guidebook. U.S. Country Studies Program.

⁵⁹ Feenstra, J., et al., 1998: Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies, version 2.0. UNEP Country Studies Program.

La evaluación de los impactos potenciales del clima y sus variaciones (variabilidad climática y cambio climático), incluye el análisis de las cuatro combinaciones posibles entre: la climatología, los escenarios climáticos, la línea de referencia y los escenarios de las condiciones socioeconómicas y biofísicas. El IPCC⁶⁰ recomienda iniciar analizando los impactos de la climatología sobre el sistema/sector considerando la línea de referencia biofísica. Luego, los escenarios climáticos con la línea de referencia biofísica. Posteriormente, la climatología con la línea de referencia y los escenarios socioeconómicos. Finalmente, analizar los impactos sobre el sistema/sector de los escenarios climáticos considerando los escenarios socioeconómicos⁶¹.

Climatología y escenarios de cambio climático.

A pesar de que el conocimiento actual sobre como las emisiones de GEI están alterando la climatología y modificaran el clima futuro tiene varias interrogantes o fuentes de incerteza, ya existen herramientas que permiten proyectar las condiciones climatológicas para el presente siglo XXI. Una son los escenarios de cambio climático que pueden definirse como: "una representación del clima futuro que es internamente consistente, que ha sido construida empleando métodos basados en principios científicos y que puede ser utilizada para comprender las respuestas de los sistemas medio ambientales y sociales ante el futuro cambio climático"⁶².

La línea de referencia climatológica (climatología), debe satisfacer al menos las siguientes condiciones: ser representativa de las condiciones climáticas actuales del área de estudio; incluir en lo posible, un número significativo de anomalías climatológicas, que permitan evaluar la incidencia de la variabilidad climática utilizando registros de buena calidad, distribuidos homogéneamente, de fácil manejo y comparabilidad posible. Las variables climáticas que normalmente se incluyen son temperatura y precipitación, pero el IPCC recomienda que también se analicen registros de la elevación del mar.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda el período de 1961-1990 como base para construir el escenario de referencia climatológico, que cumple las condiciones mencionadas: representa el clima recién pasado; es lo suficientemente largo para incluir varios ECE; las mediciones más recientes son por lo general de buena calidad, provienen de redes de estaciones distribuidas homogéneamente y están disponibles para su procesamiento. En esa línea habrá que avanzar en la construcción de la climatología del período 1971-2000, a fin de actualizar la climatología.

Los escenarios de cambio climático pueden ser generados al menos de cuatro formas: los MCG, sintéticos, análogos y los modelos de circulación simple (MCS)⁶³.

Los estudios de evaluación de impactos en el ámbito global, han usado escenarios basados en los MCG, los cuales son representaciones matemáticas de los principales procesos que ocurren en la atmósfera, océano, casquetes polares y superficie de la tierra, basadas en relaciones empíricas y leyes físicas. Los MCG estiman los cambios en algunas variables meteorológicas sobre retículas de 200 km x 600 km de resolución.

Hay dos tipos de corridas o experimentos que pueden realizarse con los MCG: los experimentos de equilibrio, donde se simula el clima actual (1 x CO₂) y el clima futuro (generalmente 2 x CO₂) sin considerar los estados transitorios entre uno y otro; los experimentos transitorios, donde se simula el clima actual y el clima futuro que responda a un incremento constante en las concentraciones de los GEI, a partir de la concentración inicial (1 x CO₂).

⁶⁰ IPCC WGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses.

⁶¹ Feenstra, J., et al., 1998: Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies, version 2.0. UNEP Country Studies Program.

⁶² Vinner and Hulme, 1992: Climate change scenarios for impact studies in the U.K.

⁶³ Carter, T.R., et al., 1994: IPCC Technical Guidelines for assessing Climate change Impacts and Adaptations.

En los estudios de evaluación de impactos que generan los escenarios de cambio climático basados en las salidas de los MCG, se combinan los cambios promedios de las variables meteorológicas entre las simulaciones del clima futuro ($2 \times \text{CO}_2$) y el clima presente ($1 \times \text{CO}_2$) con la climatología promedio que se obtiene de las observaciones (generalmente 30 años).

La principal ventaja en usar los MCG para generar los escenarios de cambio climático es que son la única herramienta que estima los cambios en el clima para un gran número variables climáticas en forma físicamente consistente, debido al incremento en la concentración de GEI. La principal desventaja de utilizar MCG es que aunque representen fielmente el clima global, sus simulaciones del clima regional son a menudo inexactas.

Los escenarios sintéticos, están basados en una combinación de incrementos en algunas variables meteorológicas tales como temperatura y precipitación, basados en mediciones diarias. La principal ventaja de estos escenarios es su facilidad para ser usados y su transparencia para los responsables de política. La principal desventaja es que pueden no son físicamente consistentes, sino arbitrarios.

Los escenarios análogos, pueden ser temporales, cuando son generados a partir de condiciones climáticas del pasado. Los análogos espaciales, son generados a partir de condiciones climáticas de otra localidad, bajo el supuesto de ser similares a las condiciones climáticas que se prevén con cambio climático.

La principal ventaja de los temporales es que la información tiene una resolución espacial y temporal más fina que las salidas de los MCG. Los espaciales, pueden ser usados para examinar la forma en que los sistemas sociales y naturales se han adaptado a las condiciones climáticas. La principal desventaja de los temporales es que los cambios en el pasado no han sido causados por el incremento en las concentraciones de GEI y de los espaciales, el clima futuro en la zona de estudio no necesariamente será similar al clima presente en otra localidad, por ejemplo por las diferencias geográficas entre las regiones.

Los MCS son un acoplamiento de modelos, que generan estimaciones del cambio global medio en la temperatura y en el nivel del mar, que con las simulaciones de la distribución del cambio relativo de la temperatura y precipitación generados por varios MCG, permiten construir los escenarios de cambio climático.

Los MCS incluyen un modelo de ciclos de GEI que a partir de los escenarios de emisiones, genera las concentraciones en la atmósfera. Luego, un modelo de transferencia radiativa genera los potenciales de forzamiento radiativo. Estos potenciales de forzamiento radiativo, son las entradas de un modelo climático de balance energético simple basado en los mecanismos de difusión vertical, que genera como salida las estimaciones del cambio en la temperatura anual media global. Finalmente, un modelo de expansión térmica y un modelo de fusión de hielo generan las estimaciones del cambio global medio en el nivel del mar.

Para la construcción de los escenarios de cambio climático utilizando MCS, se desarrollan varias etapas: a) calcular la distribución del cambio climático restando la simulación del clima futuro (promedio sobre 30 años) menos la simulación del clima presente (promedio sobre 30 años, generalmente 1961-1990), obtenidas ambas de un MCG; b) calcular la distribución standard del cambio climático dividiendo la distribución del cambio climático entre el calentamiento global medio del MCG para el período de 30 años sobre el cual se simuló el clima futuro; c) Calcular los escenarios de cambio climático multiplicando la distribución standard por el calentamiento global medio del MCS para el año alrededor del cual está centrado el período de 30 años sobre el cual se simuló el clima futuro⁶⁴.

⁶⁴ Hulme et al., 2000: The use of Simple Climate Models for Preparing Vulnerability and Adaptation Assessments for National Communications.

La principal ventaja de los MCS es su bajo requerimiento de recursos (costo, tiempo, sistema de computo, nivel del experto analista). Su principal desventaja es que aun combinando sus resultados con las simulaciones de los MCG, su baja resolución no permite representar las variaciones regionales del clima.

Estado de referencia del sistema/sector.

La evaluación de los impactos potenciales del clima y sus variaciones (variabilidad climática y cambio climático), incluye el análisis de las cuatro combinaciones posibles entre: la climatología, los escenarios climáticos, la línea de referencia y los escenarios de las condiciones socioeconómicas y biofísicas. El IPCC⁶⁵ recomienda iniciar analizando los impactos de la climatología sobre el sistema/sector considerando la línea de referencia biofísica. Luego, los escenarios climáticos con la línea de referencia biofísica. Posteriormente, la climatología con la línea de referencia y los escenarios socioeconómicos. Finalmente, analizar los impactos sobre el sistema/sector de los escenarios climáticos considerando los escenarios socioeconómicos⁶⁶.

Variables biofísicas: La línea de referencia biofísica describe el estado actual de las variables biofísicas no climáticas que afectan la sensibilidad del sistema/sector, tales como la concentración atmosférica de CO₂, el pH del suelo, la planimetría de la línea de costa y tierras aledañas; mediciones de contaminación para estimar el grado de deterioro de un ecosistema; el nivel y/o la salinidad del manto freático en la zona costera, etc.

Variables socioeconómicas: La línea de referencia socioeconómica, describe el estado actual de las variables sociales y económicas que determinan la sensibilidad del sistema/sector, tales como poblacionales (magnitud, distribuciones, tasa de crecimiento, etc.), sociales (educación, vivienda, salud, etc.), económicos (producto interno bruto, tasa de crecimiento, balanza de pago, población económicamente activa, etc.), territoriales (coberturas, densidad demográfica, etc.), institucionales (presupuestos de las instituciones relevantes).

Los escenarios biofísicos son parte del estado futuro de referencia del sistema/sector. En la escala global, los escenarios de concentraciones atmosféricas de los GEI, son ejemplos de escenarios biofísicos. Como se describe líneas arriba, el primer modelo de los MSC genera a partir de los escenarios de emisiones las concentraciones atmosféricas. Los escenarios de emisiones de GEI son generados bajo ciertas hipótesis: tasas de crecimiento poblacional, tasas de crecimiento económico, tasas de consumo energético por fuentes y contienen los valores de emisiones de los GEI (CO₂, CH₄, N₂O) y las emisiones de aerosoles de sulfato (SO₂), hasta el 2100 horizonte de tiempo utilizado en los escenarios de cambio climático. En la escala nacional se podrían obtener escenarios de uso actual, potencial y conveniente del suelo con paquetes de Sistemas de Información Geográfica (SIG)⁶⁷.

Los escenarios socioeconómicos son descripciones coherentes, internamente consistentes y plausibles de un posible estado futuro del sistema/sector. Dependiendo del alcance de los escenarios socioeconómicos (nacional, regional o global), estos se pueden construir con información característica de cada escala. Así por ejemplo para la escala global bancos de información que proveen de una variedad de escenarios para diferentes variables socioeconómicas, períodos y coberturas geográficas⁶⁸.

⁶⁵ IPCC WGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses.

⁶⁶ Feenstra, J., et al., 1998: Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies, version 2.0. UNEP Country Studies Program.

⁶⁷ IDRISI, ARCINFO, IRWIS, MAPINFO, GRASS.

⁶⁸ IPCC, BM, FAO.

Evaluación de impactos.

Los impactos potenciales del cambio climático, se definen como diferencias entre dos estados: las condiciones biofísicas y socioeconómicas que se prevé existirán a lo largo del período de análisis en ausencia del cambio climático y las que se prevé existirán con cambio climático. Los impactos potenciales son específicos a cada sistema/sector, por lo que se presentan aquéllos que son considerados vitales para el desarrollo y bienestar humano.

Recursos hídricos. Los componentes principales del ciclo hidrológico son precipitación, evaporación y transpiración. Los cambios en las variables climáticas: radiación solar, vientos, temperatura, humedad y nubosidad, afectaran la evaporación y transpiración. Los cambios en la evapotranspiración y precipitación afectaran la cantidad y distribución espacial y temporal, de la escorrentía superficial. Cambios en la escorrentía combinados con el incremento del nivel del mar, afectara los caudales del agua superficial y los niveles del agua subsuperficial.

El sistema de gestión del agua (abastecimiento), es tanto para el agua superficial como subsuperficial. Aunque ambas dependen del balance de agua en la cuenca hidrográfica, utilizan diferente infraestructura. El cambio climático puede afectar la disponibilidad de agua superficial vía la reducción o aumento de la variabilidad de los flujos de entrada en los reservorios de almacenamiento. Otro impacto podría ser aumentar las pérdidas por evaporación en los reservorios en regiones áridas y semiáridas. La disponibilidad de agua subsuperficial será afectada por incrementos y decrementos en la filtración del suelo debido a cambios en la cantidad y distribución de la precipitación y los caudales de agua superficial.

Zonas costeras. Los efectos biofísicos del posible incremento del nivel mar son: aumento de la probabilidad de inundaciones; mayor erosión; intrusiones de agua de mar; efectos biológicos. Los impactos potenciales socioeconómicos del incremento del nivel del mar pueden ser categorizados como sigue: pérdidas económicas, ecológicas y culturales por la pérdida de tierra, infraestructura y hábitat costeros; mayor riesgo de pérdidas de vidas humanas, terrenos e infraestructura.

Agricultura. Los tipos de impactos potenciales en la agricultura son: cambios en la ubicación de las áreas de óptimo crecimiento para ciertos cultivos, resultando en el desplazamiento de las zonas de cultivo; cambios en los rendimientos de los cultivos; cambios en el tipo, ubicación, e intensidad de plagas y enfermedades. Como consecuencia de uno o varios de los impactos mencionados, pueden haber: cambios en la tasa de crecimiento de los cultivos y por lo tanto en el manejo y uso del suelo; cambios en la producción, ingresos y generación de empleos rurales; cambios en la contribución al PIB y a la entrada de divisas por las exportaciones agrícolas.

Salud Humana. Los efectos directos del cambio climático sobre la salud humana son: incremento de la mortalidad y morbilidad asociada al aumento de la temperatura ambiental; incremento de la contaminación aérea resultando en un aumento de las enfermedades respiratorias; incremento de la frecuencia de inundaciones, tormentas y desastres naturales; pérdida de tierras habitables; contaminación de depósitos de agua; daños a la infraestructura del sistema de salud pública. Los efectos indirectos son: cambios en la distribución y estacionalidad en la transmisión de enfermedades transmitidas vectorialmente; incremento de bloom de algas tóxicas y de enfermedades transmitidas por el agua; disminución de la producción agrícola y escasez de alimentos; disminución de poblaciones de peces debido a la pérdida de humedales costeros.

Bosques. Un cambio en el clima puede esperarse que nos lleve a: cambios en la ubicación de las áreas de óptimo crecimiento para ciertas especies, resultando en desplazamientos en la composición por especies de los bosques y cambios en su tamaño; cambios en la productividad de los bosques; cambios en el tipo, ubicación, o intensidad de plagas, enfermedades e incendios; cambios en la cantidad de carbono almacenado por los bosques; alteraciones en el funcionamiento de los ecosistemas; cambios en la biodiversidad; deforestación como resultado de la competencia por el uso del suelo con la agricultura.

Pesquerías. Los recursos pesqueros son de tres tipos: marinos, costeros-estuarinos y de agua dulce y pueden ser afectados de forma diferenciada por el cambio climático. Por ejemplo las pesquerías de alta mar pueden ser más afectadas por los cambios en la magnitud, duración y localización de las zonas de surgencias, así como de las principales corrientes marinas. Estos cambios pueden afectar directamente la distribución de los bancos de peces por los desplazamientos del hábitat para larvas, juveniles y adultos. Pueden también manifestarse efectos secundarios como los asociados con la reducción de recursos alimenticios, alterando la cadena trófica y por ende la estructura de la comunidad. Las pesquerías costeras y estuarinas pueden ser afectadas por la pérdida de áreas de reproducción, resultando en la disminución del reclutamiento dentro de la población reduciendo el tamaño del banco de peces. Las pesquerías de agua dulce pueden ser afectadas por cambios en la temperatura del agua que modifica la calidad del medio ambiente y los cambios en la precipitación pueden reducir la disponibilidad de hábitat.

Se podría redactar una conclusión de capítulo... hacer mención a que la primera etapa de la evaluación debe ser estudiar la vulnerabilidad y adaptación del sistema/sector ante el clima actual (climatología) y la utilización de un marco de referencia analítico para indicadores socioeconómicos.

Capítulo 3. Las posibles medidas de adaptación al cambio climático.

La adaptación se refiere a todas aquellas respuestas que pueden ser usadas para reducir la vulnerabilidad al cambio climático. La vulnerabilidad es la sensibilidad a un daño potencial y comprende los factores como la capacidad de un sistema de absorber los impactos y recuperarse. La adaptación puede también referirse a acciones diseñadas para tomar ventaja de nuevas oportunidades que pueden surgir como resultado del cambio climático.

En la evaluación de los impactos al cambio climático, es imperativo tomar en cuenta la adaptación. Las plantas, los animales y los humanos cambiarán su comportamiento en respuesta al cambio climático. Las plantas, los animales o ecosistemas pueden migrar a nuevas localidades. Los humanos pueden cambiar su comportamiento para adaptarse a un clima diferente (olas de calor/frío, cambios en los cultivos) o si es necesario migrar. Una completa evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático, necesita tomar en cuenta aquellas adaptaciones que se esperan ocurrirán. Sin la evaluación de tales adaptaciones, las investigaciones sobre los impactos podrían sobrestimar los efectos potenciales negativos del cambio climático. Una razón más para evaluar la adaptación es para informar a los responsables de política acerca de que se puede hacer para reducir los riesgos del cambio climático.

Esta claro de que el clima está cambiando y continuará cambiando aun más, antes de que se logre el objetivo principal de la convención de “lograr la estabilización de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático”.⁶⁹ La adaptación es por tanto de creciente importancia y recibe más atención tanto por la comunidad científica como en el proceso de negociaciones de la Convención.

Un concepto de interés es la desadaptación, el cual se refiere a aquellas acciones que tienden a aumentar la vulnerabilidad al cambio climático. Es posible tomar decisiones de desarrollo o inversión sin considerar los impactos potenciales del clima o del cambio climático. Esas decisiones son llamadas desadaptativas. El concepto de desadaptación es aplicado no solo al cambio climático, sino también al sistema climático “normal”. Por lo tanto un primer paso para adaptarse al cambio climático puede ser impedir que continúen los procesos o prácticas desadaptativas. Por ejemplo, se incrementa la vulnerabilidad al cambio climático futuro cuando se construye infraestructura en zonas de alto riesgo, tales como áreas costeras expuestas a inundaciones y tormentas, o áreas de inundaciones, como las riveras de los ríos.

El conocimiento del clima futuro y presente no es por sí mismo suficiente base para una respuesta adaptativa. Es necesario más información sobre los posibles impactos de estos cambios. Esto requiere un conocimiento de la relación entre el clima (incluyendo muchos parámetros climáticos específicos) y actividades socioeconómicas.

El grado de comprensión de la adaptación al cambio climático puede incrementarse con la investigación de la adaptación al clima presente así como al clima futuro. Adaptarse al clima presente no es lo mismo que adaptarse al cambio climático futuro, pero teniendo en cuenta las diferencias, se puede aprender más acerca de las opciones de adaptación. Los estudios de adaptación al clima actual sugieren que las actividades humanas no están tan bien adaptadas al clima, como deberían de estar. Las pérdidas millonarias ocasionadas por grandes desastres naturales están asociadas en parte con eventos atmosféricos extremos. Ha sido demostrado que estas pérdidas no son solo debidas a los eventos, sino que también a la falta de una adaptación humana apropiada (ajuste) y en algunos casos esas pérdidas son incrementadas por la desadaptación⁷⁰.

⁶⁹ Secretaría del cambio climático. Octubre, 1999: Convención sobre el Cambio Climático. 30 p. Artículo 2. p. 6.

⁷⁰ Burton et al., 1993: The Environment as hazard.

Por lo tanto, en el contexto del desarrollo sostenible una estrategia de adaptación a los impactos potenciales del cambio climático, puede ser mejorar la adaptación al clima existente y su variabilidad, incluyendo los eventos extremos. Es un paso preparatorio que reforzará la capacidad actual para atender las futuras eventualidades.

La adaptación ocurre tanto en los sistemas naturales como socioeconómicos. Todas las especies de animales y plantas están adaptadas y adaptándose al clima y se puede esperar que respondan en forma adaptativa al cambio climático futuro en la medida que el tiempo lo permita. Las especies de mayor movimiento pueden ser capaces de migrar lo suficientemente rápido, mientras que las de menor movilidad pueden estar en peligro de severos impactos, hasta llegar a la extinción. En algunos casos la migración será imposible como en las islas o montañas demasiado elevadas, donde el nivel de migración está determinado por la altura de la montaña. En la adaptación de ecosistemas naturales se deben fomentar o aplicar políticas y prácticas que ayuden a las especies en su adaptación, como el diseño y protección de los corredores biológicos.

Por analogía, relaciones similares ocurren en los sistemas socioeconómicos. Todos los sectores socioeconómicos (agricultura, silvicultura, recursos hídricos) están en cierta medida adaptados al clima y cambiarán para ajustarse a las nuevas condiciones del cambio climático, esto incluye a los agricultores, proveedores de insumos agrícolas, consumidores de productos agrícolas, responsables de política agrícola, en pocas palabras, para todos los actores del sistema agrícola. Lo mismo se puede decir de los otros sectores socioeconómicos, cada uno se adapta en su totalidad o en sus partes y en asociación con otros sectores.

La adaptación en sectores socioeconómicos es generalmente considerada más fácil de aplicar cuando el ciclo de producción de la actividad es corto. Por ejemplo, hay cultivos de granos cuyo ciclo es anual, mientras que los cultivos de árboles requieren de un mayor tiempo, ya que los bosques tienen ciclos de vida de décadas o cientos de años. En proyectos con fuertes inversiones y períodos de recuperación prolongados (como presas, proyectos de irrigación, defensa costeras, puentes y sistemas de desagüe para tormentas) las medidas de adaptación deben ser tomadas en cuenta en las etapas de diseño del proyecto, para evitar medidas costosas requeridas en su readaptación a nuevas condiciones climáticas. La adaptación de largo período es un proceso que involucra a los ecosistemas naturales y sistemas socioeconómicos como un todo. La adaptación es el proceso de cambio o evolución exitosa. Los estudios de adaptación para el clima futuro necesitan considerar otros cambios. Por lo anterior los escenarios del clima futuro deberán ser complementados con escenarios socioeconómicos, aunque se reconoce que esto incrementará significativamente las fuentes de incerteza en las proyecciones.

En teoría, cualquier ser viviente puede adaptarse. Hay dos propósitos para las investigaciones de impactos y adaptación. Una es proveer de opciones, información y conocimiento que facilite la adaptación exitosa, el otro es proporcionar el grado de vulnerabilidad, es decir los impactos residuales luego de haber aplicado las medidas de adaptación.

Una importante distinción es hecha entre la adaptación que puede ser esperada por si misma, a menudo llamada autónoma o adaptación espontánea y la adaptación que requiere una intervención o preparación consciente, la cual es referida como una adaptación planeada, estrategia o política de adaptación. Esta distinción puede ser aplicada a diferentes niveles de toma de decisión. Por ejemplo, para la perspectiva de un ministro de agricultura, adaptación autónoma puede referirse a aquellas acciones que los agricultores ejecutan sin la intervención del gobierno, tales como la decisión de plantar un diferente cultivo o variedad o cambiar el período de siembra. Sin embargo, desde la perspectiva del agricultor, tal acción no es espontánea sino que es el resultado de un proceso de planeación.

La adaptación puede ocurrir antes, durante y después de cualquier estímulo externo o amenaza. Por lo tanto, es posible tomar medidas adaptativas en forma anticipada al cambio climático. Tales medidas adaptativas son llamadas anticipadoras o adaptación preventiva.

El cambio climático puede manifestarse como un cambio en la frecuencia o intensidad de los eventos extremos. Por ejemplo sequías severas, inundaciones, o tornados pueden estar asociados con el cambio climático. Algunas medidas son ejecutadas por adelantado para reducir los impactos o daños, incluyendo las previsiones para depósitos de agua adicionales o el uso más racional de los depósitos existentes (en el caso de sequías) y medidas de protección para evitar daños en las propiedades por efecto de las inundaciones y tornados, reduciendo el grado de vulnerabilidad. Por lo tanto, la preparación para los desastres es un componente importante para los planes de acción ante el cambio climático.

Las medidas de adaptación tomadas en anticipación al cambio climático deberán estar armonizadas con las adaptaciones ante los ECE. Además como el cambio climático en el futuro tendrá también como elemento eventos extremos, tiene sentido mejorar las adaptaciones a eventos similares que ahora ocurren. En efecto, al mejorar la respuesta a ECE en el presente (reducción de la vulnerabilidad, aumento de la capacidad de recuperación y reforzamiento de la capacidad de adaptación) proporciona una oportunidad para aprender a mejorar las respuestas al cambio climático futuro. El hecho de que muchas regiones ahora informen aumento en los daños ocasionados por los eventos climáticos (extremos o no) demuestra que la adaptación actual no es tan efectiva como debería ser y que se están aplicando medidas desadaptativas.

La adaptación también puede tomar lugar después del evento. Las tareas de auxilio a las víctimas y medidas para la rehabilitación y reconstrucción de propiedades dañadas y comunidades son parte del proceso de adaptación. Estas tareas y medidas deben ser aplicadas con el criterio de hacer menos vulnerables a los asentamientos humanos. Una política de reconstrucción posterior al evento climático extremo, puede ser parte de una estrategia progresiva de adaptación. Cuando por el contrario la medida aplicada aumenta la vulnerabilidad del sector, es apropiado hablar de desadaptación.

La capacidad de adaptación es un punto de desacuerdo en las discusiones sobre los impactos al cambio climático. Por una parte hay aseveraciones de que la capacidad humana de adaptación es tan grande que mucho se puede hacer para reducir el impacto al cambio climático con la adopción de medidas de adaptación. En diferentes regiones climáticas del mundo, las personas se han adaptado a condiciones climáticas mucho más extremas. Dado que los humanos han sido capaces de sobrevivir y prosperar en ese amplio rango de ambientes climáticos, se asegura algunas veces que el cambio climático no representará un problema mayor, aunque se reconoce que la adaptación podría ser costosa y que los costos en gran medida son desconocidos y no se han podido estimar.

Por otra parte, se argumenta que la adaptación en los sistemas socioeconómicos toma tiempo y puede ser extremadamente costosa. Podría ser necesario realizar considerables gastos para reducir la vulnerabilidad al cambio climático, aunque esos costos no han sido incluidos en la mayoría de investigaciones hasta la fecha. más aun, el hecho de que las comunidades humanas se han adaptado a la vida en una gran variedad de condiciones climáticas no significa que esas adaptaciones y las medidas que ellas involucran puedan realmente ser transferidas de una región a otra región rápidamente. La armonía de la agricultura, silvicultura, manejo de recursos hídricos y de otros sectores con las condiciones climáticas ha sido desarrollada en varias décadas y hasta siglos, en un lento y evolutivo proceso que a menudo involucra el método de la prueba y error. A menos que el ritmo proyectado para el cambio climático pueda ser disminuido, puede que no haya suficiente tiempo para que muchas de las medidas de adaptación propuestas puedan ser ejecutadas.

Probablemente de la variable socioeconómica que más depende la capacidad adaptativa es la riqueza. Las naciones y comunidades más ricas, así como los individuos más ricos dentro de las naciones, tienen los recursos y la disposición de buscar y pagar por las opciones de adaptación para reducir la vulnerabilidad y recuperarse de los impactos adversos. Pero la capacidad de adaptación no solo depende de la riqueza. De hecho hay algunas circunstancias donde la riqueza fomenta decisiones que son desadaptativas en el largo período, pero que pueden ser beneficiosas en el corto plazo. Por ejemplo, el desarrollo de complejos recreacionales en zonas de alto riesgo como área costeras expuestas o en sitios expuestos al riesgo de avalancha, puede aumentar el grado de vulnerabilidad y las posibilidades de daños. La capacidad adaptativa adicional que es teóricamente posible con una mayor riqueza deberá también ser armonizada con el conocimiento científico y la conciencia pública.

Otros factores que pueden aumentar la capacidad adaptativa incluyen acceso a la información y especialmente a la tecnología y capacidades tecnológicas. El fortalecimiento de las instituciones del gobierno y del sector privado, es también importante. Otro factor es la distribución relativa de la salud, educación y riqueza. En la medida que una sociedad o comunidad incluye un mayor número de pobres, discapacitados, personas de la tercera edad, niños, analfabetos y alto índice de morbilidad, más vulnerables serán al cambio climático y tendrán menor capacidad adaptativa. Los países también difieren ampliamente en la medida en que sus economías dependen de actividades sensibles al cambio climático tales como agricultura, silvicultura, pesquerías, o que esté pobremente dotado con recursos hídricos. En general, cuanto mayor es el grado de dependencia de actividades sensibles al clima, mayor es la vulnerabilidad al cambio climático; por el contrario, entre mayor porción de la economía está en el sector de la manufactura y de servicios menor es el grado de vulnerabilidad.

Finalmente, un factor intangible, es el grado de flexibilidad en una sociedad. La adaptación al cambio climático requiere cambios en el cómo y cuando los recursos naturales son gestionados. La facilidad con que pueden ser hechos los cambios en la gestión de los recursos naturales, es un factor importante en la capacidad de la sociedad para adaptarse al cambio climático.

La adopción de las medidas de adaptación requiere la evaluación de la posibilidad que las diferentes prácticas y tecnologías eviten los impactos adversos del cambio climático, previniéndolos o minimizándolos, permitiendo una rápida y eficiente recuperación de sus efectos, o tomando ventaja de los impactos positivos.

Los métodos descritos a continuación, proveen un rango de opciones que han sido aplicadas a la evaluación de medidas de adaptación al cambio climático. Algunas de las opciones confían en gran medida en el juicio de expertos y tienen pocas necesidades de mediciones, mientras que otras involucran análisis cuantitativo y requieren de más recursos.

En general, para estimar tanto los costos de ejecución de las medidas como los beneficios potenciales (en términos cualitativos y cuantitativos) es necesario la utilización de métodos científicos apropiados. Los beneficios pueden ser pensados como los impactos del cambio climático (o daños) evitados, o la ventaja que se tome de los efectos positivos. Por lo tanto, tal evaluación confía bastante en las técnicas sectoriales para evaluación de impactos potenciales del cambio climático. Los métodos de evaluación necesitan ser aplicados en una forma interactiva, en la cual son estimados los impactos potenciales totales y luego, al identificar las opciones de adaptación, son estimados los impactos potenciales habiendo aplicado las medidas de adaptación. Esta información puede ser usada para estimar los daños evitados por la adaptación. Por ejemplo, modelos que estiman la cosecha de los cultivos en función del clima, son utilizados comúnmente para identificar cambios en los rendimientos de las cosechas bajo diferentes condiciones de temperatura, disponibilidad de humedad y otros factores climáticos. Cuando una disminución significativa en el rendimiento es sugerida por el modelo, es posible correr el mismo escenario climático con diferentes opciones de manejo o substituyendo los cultivos. Se ha encontrado en muchos estudios que la adaptación a nivel del agricultor (cambiando los cultivos o las variedades a cultivar) pueden reducir significativamente los impactos del cambio de clima proyectado sobre las cosechas de los cultivos y en algunos casos pueden llevar a un incremento en las cosechas sobre los valores presentes⁷¹. Tales ejercicios de modelación son útiles identificando las posibilidades técnicas para la adaptación y los daños potenciales evitados. Ellos por si solos no dan información sobre la forma que tales opciones de adaptación serán usadas o adoptadas, o sobre los beneficios relativos de varias opciones de adaptación. Tampoco muestran cuales obstáculos pueden existir para su adopción. Por lo tanto, para propósitos ulteriores, estos resultados necesitan ser evaluados a la luz de otras técnicas.

⁷¹ Rosenzweig and Iglesias, 1994: Implications of Climate Change for International Agriculture: Crop Modeling Study.

Los costos de implementar las medidas de adaptación e intentar clasificar o costear los beneficios involucra un número de consideraciones importantes, sin embargo, las herramientas aplicables son generalmente aquellas que son usadas para evaluar otros proyectos o políticas. Además, muchas fuentes proveen guías para realizar análisis de costo-beneficio en el contexto del análisis del proyecto⁷². Otras fuentes proveen una guía detallada sobre la evaluación de los impactos ambientales incorporados en un análisis costo-beneficio⁷³.

Las investigaciones empíricas de la adaptación a la variabilidad climática actual o a eventos climáticos en el pasado, proveen conocimiento del proceso de adaptación y de las condiciones necesarias para su exitosa aplicación. La predicción por analogía estudia los eventos que han tenido efectos similares en el pasado a los impactos de eventos futuros asociados con el cambio climático. El supuesto es que se pueden aprender lecciones de las experiencias pasadas y aplicarlas a situaciones futuras⁷⁴.

Las consideraciones a tomar en cuenta para el diseño de estudios para la evaluación de la adaptación a cambios climáticos futuros, haciendo analogía con la variabilidad climática actual o del pasado serían las siguientes:

- Identificar los cambios climáticos, que parecen tener un impacto significativo sobre el país o la región, estos pueden ser el incremento del nivel del mar (asociado con inundaciones costeras, vientos fuertes, e intrusiones de agua salada), o cambios en el régimen de la temperatura/precipitación (asociado con un incremento en la frecuencia e intensidad de sequías o tormentas).
- Revisar las experiencias recientes en la gestión de respuestas a eventos climáticos/hidrometeorológicos que sean similares a los cambios que se obtienen con los escenarios de cambio climático. Cuando en el ámbito nacional no ha habido experiencias en gestión de respuestas a cambios o eventos climáticos, se pueden revisar ejemplos en lugares similares.
- Para los eventos climáticos escogidos, examinar los registros de mediciones para obtener una vista actualizada de las tendencias en ocurrencia, incluyendo cualquier cambio en magnitud, frecuencia, duración, o localización. Es importante evaluar la similitud entre los eventos seleccionados y a los eventos esperados bajo el cambio climático.
- Realizar un estudio y análisis de las acciones tomadas, indicando cuales son apropiadas con base a los tipos de adaptación. El objetivo de conjuntar información sobre acciones de adaptación es para permitir un análisis de su eficacia para reducir los impactos. Tal análisis podría ser dirigido a las respuestas actuales de adaptación que han sido aplicadas y también a otras posibles acciones las cuales han sido propuestas pero no usadas. El detalle de tales estudios depende de las circunstancias locales.

Un método formal donde se aplica el juicio de expertos para clasificar las medidas de adaptación, se centra en las medidas adaptativas preventivas (opciones que pueden ser implementadas en anticipación al cambio climático). En este método, cada medida es evaluada contra seis criterios sugeridos, sin embargo, se pueden usar otros criterios⁷⁵. Este método puede ser usado para desarrollar una evaluación preliminar de varias medidas de adaptación o para identificar medidas para una posterior investigación. Además, dichos métodos son a menudo ventajosos para involucrar a los responsables de política y actores claves y pueden ser usados para construir consenso.

⁷² Squire and Van der Tak, 1995: Economic Analysis of Projects.

⁷³ ADB, 1996: Economic Evaluation of Environmental Impact.

⁷⁴ Glantz, 1988: Societal Responses to Regional Climate Change: Forecasting by Analogy.

⁷⁵ Benioff and Warren, 1996: Steps in preparing Climate Change Action Plans: A Handbook.

El método *TEAM*⁷⁶ fue desarrollado por DFI⁷⁷ en 1996 para la agencia de protección del medio ambiente de Estados Unidos de Norteamérica (EPA) como un paquete de programas para asistir a los responsables de decisiones en evaluación de estrategias de adaptación al cambio climático. *TEAM* usa un método de multi-criterios para ayudar a los planificadores a reconocer un amplio rango de criterios de decisión y define prioridades entre los objetivos. Este método no necesariamente identifica una opción "óptima", sino más bien el analista debe esquematizar una conclusión observando el "problema en su conjunto". La ventaja de *TEAM* es que provee un formato interactivo para ayudar a estructurar y definir las decisiones bajo consideración.

Los programas del *TEAM* incluyen módulos sobre recursos costeros, recursos hídricos y agricultura, así como un componente genérico. El programa pregunta al usuario por información a través de una guía de preguntas y respuestas en secuencia y entonces usa una presentación gráfica de resultados asistida por un menú para la evaluación de las opciones de adaptación. El usuario selecciona "estrategias" específicas u opciones de adaptación y criterios y asigna un valor relativo (excelente, bueno, regular y pobre) para como cada estrategia se ajusta a cada criterio. Además de una calificación cualitativa, el usuario tiene la opción de proporcionar valores absolutos para cada una de las estrategias (estimaciones de costos).

El método de *ADM*⁷⁸ usa una matriz de decisión para analizar el costo-efectividad (impacto) de las opciones de adaptación comparando costos medidos en dólares contra los beneficios medidos en medidas comunes, pero no necesariamente en unidades monetarias. Este método es útil cuando muchos de los aspectos importantes de una decisión no pueden ser costeados fácilmente⁷⁹.

A diferencia del análisis de costo-efectividad (impacto) y del método de multi-criterios, el análisis de costo-beneficio puede ser usado para determinar cuando una respuesta individual de adaptación está económicamente justificada (¿son sus beneficios mayores a sus costos?). Las otras evaluaciones pueden ser usadas para categorizar las respuestas pero no para determinar cuándo ellas deberán ser tomadas.

Un análisis de costo-beneficio involucra esencialmente dos pasos: identificar y clasificar costos y beneficios a ser incluidos en el análisis y convertirlos a unidades monetarias en la medida que sea posible. Ningún análisis económico es capaz de contabilizar cada uno de los costos y beneficios, pero incluir los más importantes, es clave para la validez de un análisis.

Una identificación metodológica y análisis de comprobación es útil para asegurar que todos los tipos potencialmente importantes de costos y beneficios han sido considerados. Pueden ser identificadas usando listados de impactos potenciales del cambio climático y posibles medidas de adaptación, categorías de costos o beneficios aplicables. El proceso de identificación y comprobación provee los fundamentos para una evaluación económica de las medidas de adaptación. La evaluación económica consiste en la cuantificación y valorización de los costos y beneficios. Cuantificación conlleva medición de los costos y beneficios en términos de sus efectos físicos sobre el sistema de mercado y de no-mercado. Valorización conlleva convertir la magnitud de cada uno de los costos o beneficios de las unidades físicas a las unidades monetarias⁸⁰.

El análisis de costo-efectividad (impacto) es una variación del análisis de costo-beneficio, en donde tanto los beneficios o los costos son fijados. Este método es aplicable cuando es difícil cuantificar y valorizar los beneficios. En tales casos, puede ser posible comparar las medidas de adaptación determinando la diferencia de sus costos para alcanzar un nivel fijo de efectividad (impacto).

⁷⁶ *TEAM*: Tool for Environmental Assessment and Management.

⁷⁷ DFI: Decision Focus Inc.

⁷⁸ *ADM*: Adaptation Decision Matrix.

⁷⁹ Benioff and Warren, 1996: Steps in preparing Climate Change Action Plans: A Handbook.

⁸⁰ Smith et al., 1997: An overview of Methods for assessing benefits and costs of Adaptation Measures.

El análisis de las medidas de adaptación al cambio climático involucra un número de desafíos analíticos, que incluyen incertezas científicas, incertezas económicas, limitaciones en la información y la necesidad de evaluar aspectos que pueden no ser concebidos realmente en términos monetarios. Los siguientes métodos pueden ser usados, en conjunción con un análisis cuantitativo de las medidas de adaptación, para acometer las incertezas y riesgos⁸¹: análisis de sensibilidad, uso de escenarios, análisis de decisión bajo incerteza y análisis de decisión bajo riesgo.

Otro método que confía en el juicio de expertos y permite la consideración de criterios múltiples es el análisis de ejecución. más que evaluar los beneficios relativos de diferentes medidas de adaptación, este método se centra en la identificación de la medida de menor costo (en términos de dinero, tiempo, capital político, etc.). Este método es útil cuando se puede suponer que los beneficios de diferentes medidas de adaptación son comparables. En la aplicación de este método, el analista identifica cualquier barrera en la ejecución y evalúa que tan difícil o fácil será superar estas barreras. Una matriz puede ser usada para identificar las barreras, las acciones para sobrepasarlas, el tiempo y recursos financieros requeridos y el grado de dificultad (un resumen de los otros criterios) en sobrepasarlas. Los resultados del análisis de las barreras pueden ser usados para ajustar las calificaciones de las medidas desarrolladas por un análisis de costo-beneficio, un análisis de ADM, o un análisis TEAM de atributos múltiples. Sin embargo, si las barreras son solo una cuestión de costos, el costo estimado de sobrepasar las barreras puede ser introducido directamente dentro de la evaluación de las opciones de adaptación.

En el artículo 2 de la CMCC se señala que el objetivo ultimo de la Convención es: "...permitir que los sistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no sea vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible". Los compromisos de la CMCC, quedan indicados en el artículo 4, tanto en su literal (b) y (e). En particular sobre la adaptación al cambio climático, al final del inciso (b) se menciona que: "...y medidas para facilitar la adaptación adecuada al cambio climático". Por otra parte en el inciso (e) textualmente menciona: "Cooperar en los preparativos para la adaptación a los impactos del cambio climático; desarrollar y elaborar planes apropiados e integrados para la gestión de las zonas costeras, los recursos hídricos y la agricultura y para la protección y rehabilitación de las zonas, particularmente de Africa, afectadas por la sequía y la desertificación, así como por las inundaciones".

Siguiendo esa línea la Decisión 11 de la Primera reunión de la Conferencia de las Partes, en su numeral 1 literal (d) textualmente menciona que: "La adaptación a los efectos adversos del cambio climático, requerirá de estrategias de corto, mediano y largo plazo, las cuales deberán ser costo-efectivas, tomando en cuenta las implicaciones socioeconómicas y deberán ser ejecutadas por etapas en los países en desarrollo".

Se podría mencionar la inclusión explícita de la adaptación a la variabilidad climática y ECE y estudiar aquellas actividades humanas desadaptativas.

⁸¹ Hurd et al., 1997: White Paper: Analysis of Uncertain Regulatory Benefits and Costs: Assessing the Conceptual and Empirical Issues.

Parte II. Estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el ámbito regional y nacional.

En la primera parte de este estudio quedó descrita la manera en que el sistema climático se ha visto alterado debido al desbalance energético provocado por el mayor ritmo con que la energía solar entra a la atmósfera de la tierra, con respecto al ritmo con que sale hacia el espacio. En respuesta a este desbalance se ha observado una serie de ajustes en las interacciones entre los componentes del sistema climático, produciéndose un cambio climático, manifestándose en las diferentes variables climáticas a escala global, los cuales son adaptaciones autónomas a los impactos potenciales del desbalance energético atmosférico sobre el sistema climático.

Estas manifestaciones impactan a otros sistemas naturales y a sectores socioeconómicos y los impactos potenciales dependen de la sensibilidad de los sistemas y sectores, la cual puede ser cuantificada por su capacidad de carga. En respuesta los sistemas o sectores pueden acomodarse, ya sea por un ajuste natural o mediante una estrategia de adaptación. La capacidad de adaptación de los sistemas o sectores depende de su vulnerabilidad, la cual puede ser evaluada por los impactos adversos que pueden resultar del cambio climático.

Tanto en América Latina, como El Salvador en particular tiene una serie de características biofísicas y socioeconómicas y una climatología que determinan su grado de vulnerabilidad y capacidad de adaptación al cambio climático. La riqueza natural es alta en términos de biodiversidad, no así la riqueza monetaria considerada una medida de la capacidad de adaptación.

Los asentamientos humanos urbanos y costeros tienen un crecimiento acelerado aumentando el hacinamiento, con sistemas de salud y educación deficientes, incrementando el grado de vulnerabilidad. La mayor parte de la masa continental está concentrada alrededor del Ecuador, donde las manifestaciones de los ECE⁸² son notorias (ENOS). Dentro de esa misma franja latitudinal se localizan dos áreas de generación de centros de baja presión como parte de la variabilidad climática natural de la región.

El propósito de esta parte del estudio es presentar el estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación en América Latina y en el caso de El Salvador, a fin de determinar si existen vacíos en las áreas del conocimiento relacionado con la sensibilidad, impactos potenciales, posibles opciones de adaptación, vulnerabilidad, creación de capacidades nacionales. El alcance del diagnóstico es nacional: los capítulos 4. y 5. están dedicados a la región de América Latina y a El Salvador respectivamente. Cada capítulo está subdividido en tres secciones: características biofísicas y socioeconómicas, climatología, vulnerabilidad y adaptación por sistemas y sectores. El capítulo 6. de conclusiones, presenta el análisis crítico de los alcances, metodologías y resultados de los estudios sectoriales sobre vulnerabilidad y adaptación realizados en El Salvador. En el capítulo 7. de recomendaciones, a la luz de las conclusiones se identifican los requerimientos para superar las debilidades y necesidades identificadas en las conclusiones.

⁸² ECE: Eventos Climáticos Extremos.

Capítulo 4. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en América Latina.

La región de América Latina incluye todos los países desde México hasta Chile y Argentina, así como aquéllos que se localizan en el mar adyacente del Caribe. Las mayores riquezas de la región son: su alto grado de diversidad en ecosistemas, tradiciones culturales y el clima. La producción de bienes y servicios en la región está basada en el uso extensivo de sistemas naturales. La presión sobre el recurso suelo y su uso determina en gran medida los cambios en los ecosistemas.

Las interacciones entre el clima, los sistemas naturales y sectores socioeconómicos son complejas haciendo difícil establecer patrones de vulnerabilidad al cambio climático. Los sectores sobre los cuales los impactos potenciales del cambio climático podrían ser importantes son los sistemas naturales tales como: bosques, pastizales, humedales, o sectores socioeconómicos como la gestión de recursos hídricos, zonas costeras, agricultura, salud humana y asentamientos. La importancia relativa que se atribuye a cada uno de estos impactos potenciales, varía de país a país⁸³.

4.1. Características biofísicas y socioeconómicas de América Latina.

La región latinoamericana se extiende desde latitudes subtropicales del hemisferio Norte hasta latitudes subpolares del hemisferio Sur. La mayor parte de la tierra firme está comprendida entre latitudes tropicales (30° S – 30° N)⁸⁴.

La geomorfología de la región es rica en diversidad; desiertos, valles, cordilleras, valles, planicies y altiplanos, sabanas, glaciales, fiordos, son los principales rasgos de la tierra firme. Asociados a estos accidentes geomorfológicos se definen microclimas que a su vez determinan en gran medida el uso del suelo. La biogeografía de la región presenta un alto índice de variabilidad: bosques, pampas, humedales son algunos de los principales ecosistemas.

Por ejemplo, el humedal de agua dulce más importante es la región conocida como el Pantanal (Brasil) e Iberá (Argentina), donde nace el sistema fluvial conocido como Río de la Plata, que con todos sus afluentes (río Paraguay, Paraná y Uruguay) tiene una descarga de 79,400 m³/s, que junto con el río Orinoco (70,000 m³/s) y Amazonas (180,000 m³/s) se convierten en el sistema de agua superficial más grande del mundo representando el 35% de la descarga de agua dulce en el ámbito mundial, sobre una área de 12 millones de km².⁸⁵

La extensión total de la región es 19.9 millones de km² con una población total de 446.2 millones de habitantes. La distribución, desarrollo social y económico presenta también un alto índice de variabilidad. Por ejemplo, en promedio el 73.6% de la población vive hacinada en las áreas urbanas. Uruguay con su 94.6% de población urbana es el país con mayor concentración de población en pequeñas áreas⁸⁶.

Las megaciudades son una dura realidad con un sinnúmero de problemas ecológicos que permiten cuantificar las capacidades de carga de los ecosistemas (sensibilidad) y las políticas y medidas de control que se han ejecutado para evitar al menos que aumente la degradación del ambiente (adaptabilidad). Los indicadores de calidad de vida en salud, educación, vivienda, empleo, nos permiten dilucidar sobre su grado de riqueza o pobreza material y por ende su grado de vulnerabilidad (sensibilidad y capacidad de adaptación) ante los impactos potenciales del cambio climático.

⁸³ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 189.

⁸⁴ World Bank Environment Department Geographic Information System (GIS) Unit.

⁸⁵ Commission on Development and Environment for Amazonia (CDEA), 1982.

⁸⁶ UN Population Division, Annual Populations (1994 Revision).

La contribución que hace la región a las emisiones globales de GEI es baja (4%), siendo México, Brasil, Argentina, Venezuela, Colombia y Chile en orden de aportación los más significativos (México en 1990, emitía el 59% del total de la región). Es importante resaltar que para la región las dos fuentes más significativas de GEI son el sector energía, seguido del cambio de uso de suelo. En México se estima que la deforestación de los bosques tropicales y templados genera un 19% de las emisiones totales de dicho país⁸⁷.

4.2. Climatología de América Latina.

La climatología actual de la región de América Latina es también rica en diversidad, la cual se determina por las características de la circulación atmosférica y oceánica en latitudes tropicales y por el sinnúmero de accidentes orográficos. Con relación al campo de presión atmosférica, la presencia del cinturón ecuatorial de baja presión entre las latitudes 10° S – 10° N, las celdas cuasipermanentes de alta presión sobre el Atlántico Norte, Sur y Pacífico Sudeste y el cinturón de baja presión centrado en latitud 30° S. En las latitudes tropicales y subtropicales Norte se observan periódicamente frentes fríos que descienden de latitudes templadas Norte.

En la época de tormentas tropicales (junio - noviembre), se desprenden giros ciclónicos de áreas bien definidas, del cinturón ecuatorial: en las Antillas menores frente a las costas de Venezuela y en el Istmo de Tehuantepec, frente a las costas del Sur de México. La zona de convergencia intertropical (ITCZ) al interactuar con tierra firme particularmente con los andes, genera una circulación monzónica de masas de aire húmedas y frías que sustituyen masas de aire secas y frías del altiplano andino.

La circulación oceánica en el Pacífico se caracteriza por corrientes frías, ricas en nutrientes, que corren paralelas a la costa hacia el Ecuador, en el Norte, la Corriente de California y en el Sur, la Corriente de Humboldt. Ambas corrientes no solo determinan dos de las áreas de pesquerías más importantes en el ámbito mundial, sino que generan una serie de microclimas a lo largo de la costa Oeste del subcontinente de América Latina. El estado actual del conocimiento sobre El Niño, es que en su origen interactúan las corrientes oceánicas ecuatoriales, los vientos alisios y las variaciones del campo de presión atmosférica entre Tahiti y Darwin, por lo que su estudio nos ayuda a entender otros fenómenos de escala mundial como el Cambio Climático⁸⁸.

La tendencia de la climatología actual en la región de América Latina ha sido estudiada en las subregiones en donde existe la suficiente cantidad de información confiable. Los resultados más sobresalientes son: calentamiento en la porción Sur de la Patagonia al Este de los Andes, de más de 1° C en el mínimo, máximo y media diaria; incremento en la temperatura del aire superficial en el Hemisferio Sur en el período de 1900-1990 en 0.4° C; enfriamientos por efecto de las emisiones de aerosoles de azufre producto de las erupciones volcánicas; la relación entre la circulación general, los regímenes de precipitación y por ende la disponibilidad del recurso hídrico para sus diferentes usos; incremento en la precipitación anual media de la Pampa Argentina en 35% en la segunda mitad del siglo recién pasado (1950-1990)⁸⁹.

⁸⁷ Massera et al., 1996: Carbon emissions from Mexican forests: current situation long-term scenarios.

⁸⁸ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 195.

⁸⁹ Castañeda and Barros, 1996: Sobre las causas de las tendencias de precipitación en el cono Sur de América del Sur al Este de los Andes.

La variabilidad climática, son todos aquellos cambios significativos y recurrentes de la climatología promedio sobre una región dada. Los ejemplos más estudiados en la región de América Latina son los fenómenos conocidos como El Niño y La Niña y la Oscilación del Sur. Estos eventos extremos del clima producen cambios tales como: mayor humedad relativa en la costa árida del Norte de Perú y Sur de Ecuador; el incremento de la precipitación en la parte central de Chile (latitudes subtropicales) consistente con la significativa correlación negativa entre la diferencia de presión atmosférica (Tahiti menos Darwin) y la precipitación anual; disminución en la precipitación durante la ocurrencia de El Niño sobre todo en la costa del Pacífico Sur.

Aunque no es clara la relación entre El Niño como expresión de la variabilidad climática y el calentamiento global de largo período asociado al cambio climático, los impactos potenciales asociados a El Niño han sido usados para ayudar a definir escenarios climáticos que podrían ser útiles como análogos del cambio climático y para estudios de posibles respuestas adaptativas de los países y sectores afectados⁹⁰.

4.3. Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en sistemas y sectores de América Latina.

El cambio climático es una de las principales causas de presión sobre ciertos sistemas y actividades, tales como: zonas costeras, agricultura, gestión de recursos hídricos, salud humana y asentamientos humanos; son identificados como vulnerables bajo las proyecciones de los escenarios de cambio climático. Además, el cambio climático puede empeorar algunos problemas existentes, como la desertificación y escasez de agua en ciertas regiones y dar origen a nuevos problemas, tales como la expansión del rango geográfico y altitudinal de algunas enfermedades humanas.

El calentamiento de la atmósfera también puede resultar en algunos beneficios, tales como el aumento de la agricultura en latitudes altas y disminución de las enfermedades características del invierno. Los responsables de tomar decisiones políticas necesitan tomar en cuenta la vulnerabilidad y adaptación de los ecosistemas y actividades en sus países y regiones, así como en cualquier lugar del mundo, para diseñar y ejecutar iniciativas de desarrollo sostenible que tomen ventaja de los beneficios del cambio climático y construir estrategias para el intercambio comercial a la luz de la diferenciación de los impactos del cambio climático alrededor del mundo⁹¹.

Zonas costeras.

Las zonas costeras, islas, deltas de ríos en América Latina, como las del resto del mundo, son altamente vulnerables al cambio climático, ya que son especialmente sensibles al incremento del nivel del mar, como también a cambios en los regímenes de lluvia y a la frecuencia e intensidad de tormentas. Algunos de los impactos potenciales del cambio climático son inundaciones, desbordamientos, erosiones e intrusiones de agua salada. El incremento del nivel del mar podrá tener efectos adversos sobre algunos sectores, incluyendo turismo, calidad y cantidad de agua dulce, pesquerías y acuicultura, agricultura, asentamientos humanos, servicios financieros y salud humana⁹².

Los océanos juegan un papel importante en el ciclo hidrológico global. El transporte de la fracción de agua dulce de los océanos por advección, evaporación, precipitación y la fase sólida (hielo), en latitudes y elevaciones altas, es afectado por cambios en el sistema de vientos y corrientes oceánicas, tal y como ocurre con el clima en América Latina. Los cambios en la distribución de precipitación sobre el océano pueden inducir cambios en los regímenes de lluvia sobre la tierra, lo cual a su vez, tendrá un considerable efecto sobre la salinidad de mares marginales⁹³.

⁹⁰ Campos et al., 1996: Adaptation of Hydropower Generation in Costa Rica and Panama to Climate change.

⁹¹ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 198.

⁹² International workshop, 1997: Planning for climate change through integrated coastal management.

⁹³ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 209.

Los recursos bióticos marinos incluyen peces, crustáceos, mamíferos marinos y algas, son fuente de alimento. La captura mundial de pescado en 1990 fue 97 Tm (14 Tm en tierra firme y 83 Tm en altamar)⁹⁴. La captura promedio anual de los países en América Latina durante el período 1985-1987 fue de 13 Tm, o cerca del 17% de la captura global⁹⁵. Aunque esa captura no incluye la pesca realizada por otras naciones en mares de la región, da una clara idea de la importancia económica de los océanos en América Latina.

El krill⁹⁶, es de gran importancia en la cadena trófica e los océanos como alimento de peces, pájaros, ballenas, particularmente las ballenas azules. De enero a abril, manchas de krill aparecen en el océano Antártico y por las corrientes oceánicas predominantes (Humbolt) paralelas a las costas de Sur América, son transportadas en dirección Norte hacia los océanos Pacífico y Atlántico, con el consecuente impacto positivo sobre las pesquerías a lo largo de las costas oriental y occidental del subcontinente. Además, dada su abundancia relativa y cualidades nutritivas, el krill ha sido reconocido por los ecologistas como una fuente potencial de alimento para humanos. Durante el verano del hemisferio Sur, el mar abierto del océano Antártico puede contener hasta 20 kg/m³ de krill⁹⁷.

Los océanos son también reguladores del clima, ya que el efecto combinado de la circulación oceánica y atmosférica en el transporte de energía define condiciones climáticas particulares en la región como en el mundo. Los efectos de las corrientes marinas son más evidentes durante los eventos ENOS, cuando la variabilidad climática tiene implicaciones socioeconómicas graves. Los efectos catastróficos de las tormentas y sus marejadas son bien conocidos, particularmente por su papel en las inundaciones de las zonas costeras y en la erosión y alteración de formaciones costeras⁹⁸.

Es bastante probable que el cambio climático tendrá impactos negativos significativos sobre el uso de los océanos por el hombre, siendo el más importante el impacto sobre los recursos bióticos. Es también bastante probable que incrementos en la precipitación, escorrentías y la depositación atmosférica de las emisiones de contaminantes de actividades humanas en tierra firme, aumentará la contaminación en las aguas costeras, con un impacto adverso sobre las pesquerías, la producción de coral y el turismo⁹⁹.

El calentamiento global puede llevar al desplazamiento hacia los polos del rango de distribución de especies marinas migratorias a lo largo de las costas de Sur América. Este desplazamiento podría inducir un incremento en la sobrevivencia de especies de alto valor comercial y aumentar el rendimiento en las pesquerías. La situación antes descrita ha sido observada como resultado del intenso y prolongado evento ENOS de 1983, el cual puede ser considerado como un posible escenario del clima futuro¹⁰⁰. Sin embargo, los impactos de El Niño no son iguales para distintas regiones del océano Pacífico. De hecho en áreas donde la productividad depende de las surgencias (frente a Baja California, Costa Rica, Ecuador, Perú y Chile), el fenómeno de El Niño induce un decremento en la productividad primaria del océano¹⁰¹.

⁹⁴ FAO, 1992: Yearbook of Fishery Statistics. Catches and Landings 1990.

⁹⁵ World Resources Institute, 1992: World Resources 1992-1193: A Guide to the Global Environment.

⁹⁶ Krill (*Euphausiacea superba*): crustaceo pelagico del suborden *Euphausiacea*.

⁹⁷ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 209.

⁹⁸ IPCCWGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. 282 p.

⁹⁹ IPCCWGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. 282 p.

¹⁰⁰ Wooster and Fluharty, 1985: El Niño North: Niño effects in the Eastern Subarctic Pacific Ocean.

¹⁰¹ IPCCWGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. 282 p.

En latitudes tropicales, la mayoría de organismos migratorios se espera que sean capaces de tolerar el calentamiento climático, pero el destino de las especies sedentarias dependerá en gran medida de los cambios climáticos locales. Por ejemplo, los corales son sensitivos a los cambios de temperatura. Durante los eventos de El Niño de 1983 y 1987 se observó pérdida de pigmentación en comunidades coralinas, cuando las temperaturas del océano fueron mayores a las normales¹⁰². Por lo tanto, bajo las condiciones medioambientales de calentamiento, como resultado del cambio climático, la expectativa es que los corales y otras especies sedentarias serán afectadas.

Las proyecciones del incremento del nivel del mar reportadas por el Grupo de Trabajo I del IPCC (escenario IS92a¹⁰³), indican que el nivel del mar puede incrementarse, en promedio, cerca de 5 mm/año, dentro de un rango de incerteza de 2-9 mm/año. Un punto importante a tener en consideración es que la mejor estimación representa una tasa de incremento del nivel del mar que es cerca de dos a cinco veces la tasa experimentada en los últimos 100 años (1-2.5 mm/año). Los cambios en el nivel del mar en escalas locales o regionales no necesariamente serán las mismas que el cambio promedio global debido a los movimientos verticales que afectan el nivel del mar y a los efectos dinámicos que resultan de la circulación oceánica, distribución de viento y presión atmosférica y de la densidad del agua de mar que causa variaciones en el nivel de la superficie del mar con respecto al geoide¹⁰⁴.

Los efectos biogeofísicos del incremento del nivel del mar variarán en gran medida en las diferentes zonas costeras alrededor del mundo debido a que la línea de costa y los ecosistemas son dinámicos. Esto quiere decir que responden y a su vez modifican a la variedad de procesos externos e internos que los influyen¹⁰⁵.

La pérdida real de tierra como resultado del incremento del nivel del mar en las zonas costeras puede representar una pequeña fracción de los territorios nacionales, sin embargo, puede tener impactos significativos en las áreas donde se localizan grandes asentamientos humanos o instalaciones turísticas, entre otras. Por ejemplo, en un caso de estudio realizado en Uruguay con el supuesto incremento de 1 m del nivel del mar, se concluye que aunque la cantidad de tierra pérdida en las costas uruguayas podrá ser relativamente poca (0.1% del área total del territorio nacional), el capital en riesgo era significativo. La industria turística nacional, la cual crea más de US\$200 millones de ingresos por año y atrae a más de un millón de personas cada verano, será seriamente afectada¹⁰⁶.

La mayoría de recursos bióticos del océano dependen de los hábitats costeros o estuarinos, en algún momento de su ciclo de vida. La producción de peces, moluscos, crustáceos, será afectada si los humedales costeros y otros hábitats que sirven como criaderos naturales se pierden como consecuencia del incremento del nivel del mar¹⁰⁷.

Las aguas costeras están ya bajo presión por una combinación de factores, tales como incremento de la población, destrucción de hábitats, aumento de la contaminación costera e incremento de nutrientes y otros contaminantes en las descargas de los ríos¹⁰⁸. Por consiguiente, los efectos del cambio climático global podrían representar una serie de impactos sobre un contexto ya presionado, es decir, habrán efectos sinérgicos (asociativos).

¹⁰² Glynn, 1989: Coral Mortality and Disturbances to coral reefs in the tropical eastern Pacific.

¹⁰³ IS92a : escenario de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI).

¹⁰⁴ IPCCWGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. 299 p.

¹⁰⁵ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 211.

¹⁰⁶ IPCCWGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. 308 p.

¹⁰⁷ Costa et al., 1994: DO eel grass beds and salt marsh borders act as preferential nurseries and spawning grounds for fish? An example of the Mira estuary in Portugal.

¹⁰⁸ IPCCWGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. 294 p

En América Central, los impactos asociados con el incremento del nivel del mar tendrán sus más grandes efectos sobre la infraestructura, agricultura y recursos naturales a lo largo de la zona costera, con inmediatas repercusiones sobre las condiciones socioeconómicas en los países del istmo. El incremento del nivel del mar exacerbará los procesos de erosión, salinización de acuíferos y aumentará los riesgos de inundación y los impactos de tormentas tropicales a lo largo de la línea de costa¹⁰⁹.

Agricultura.

La región de América Latina tiene cerca del 23% de la tierra potencialmente cultivable del mundo, aunque, en contraste con otras regiones, mantiene un alto porcentaje de ecosistemas naturales. El área total cultivada, 134 millones de hectáreas, excluyendo pastizales, representa menos del 10% del área total de la región. Una estimación preliminar por la Evaluación Global sobre Degradación de Suelos¹¹⁰, sugiere que aproximadamente el 14% de la totalidad de tierras en Sur América es afectada por algún tipo de degradación inducida por el humano, que puede ser por erosión acuática, pérdida de nutrientes, erosión eólica, inundación, salinización, siendo la principal la erosión acuática con 47%.

Los cambios históricos que se han dado en el uso del suelo son factores importantes a considerar en el diseño de estrategias adaptativas dado que han ayudando a mantener o incrementar la producción frente al cambio climático previniendo la erosión del suelo y otras consecuencias medioambientales no deseables¹¹¹.

Durante el siglo pasado, se han realizado estudios en la Pampa Argentina de la dinámica del clima y uso del suelo, con el propósito de cuantificar el impacto del clima sobre el cambio de uso del suelo y discutir estrategias adaptativas¹¹². Estos estudios muestran un alto grado de asociación positivo entre la precipitación y el crecimiento de los cultivos en zonas húmedas. Sin embargo, esta relación declina, en la transición de las zonas húmedas a las semiáridas. En este ambiente marginal, el cambio de uso de suelo presenta una alta correlación con las producciones de los cultivos (que son una función combinada del clima y de la tecnología) y menos correlacionada con los regímenes de precipitación.

En los países de América Latina el sector agricultura ha aportado entre el 10-12% al PIB en los últimos 40 años, habiendo sido secundario con relación a otras actividades humanas (industria y servicios)¹¹³. Sin embargo la agricultura es un sector clave en la economía de la región porque ocupa una importante proporción de la población económicamente activa (30-40%). Más aun, la agricultura ha generado el mayor ingreso por exportaciones en países de la región que no poseen producción de petróleo o de minerales¹¹⁴.

Las variaciones del clima, que conllevan reducción de la estación lluviosa y aumento de la frecuencia de días de sequía y/o de años con menos precipitación, podrá tener consecuencias negativas extremas para la región en el sector agricultura. Un estudio sobre el calentamiento global y el cambio climático en México¹¹⁵, concluye que el aire superficial sobre el país se calentará y perderá humedad. De acuerdo a todos los modelos usados, la evaporación potencial se incrementará; en la mayoría de los casos, la disponibilidad de humedad decrecerá, aun cuando los modelos proyecten un incremento de la precipitación.

¹⁰⁹ Campos et al., 1997: Global Warming and the Impacts of sea level rise for Central America: an Estimation of Vulnerability.

¹¹⁰ GLASOD, 1990: Global Assessment of Soil Degradation, Project UNEP/ISRIC/Intnl Reference and Information Centre.

¹¹¹ Viglizzo et al., 1995: Climate variability and agroecological change in the Central Pampas of Argentina.

¹¹² Viglizzo et al., 1997: Climate and Land Use Change in field-crop ecosystems of Argentina.

¹¹³ Baethgen, 1994: Impact of Climate Change on Barley in Uruguay: Yield Changes and analysis of Nitrogen Management Systems.

¹¹⁴ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 212.

¹¹⁵ Liverman and O'Brien, 1991: Global Warming and Climate Change in México.

En estudios climáticos en América Latina que comprenden proyecciones de GCM y modelos para cultivos como trigo, maíz, cebada, soya, papas y uvas, las cosechas de los cultivos decrecieron con el cambio climático, aun cuando se considero el efecto directo del CO₂ como estimulador del crecimiento. Así se tiene que en Uruguay la producción de cebada sería impactada en -40% a -30% y la de trigo en -30%; Argentina y Uruguay el trigo en -10% a -5%; Brasil el trigo en -50% a -15%, el maíz en -25% a -2%, la soya en -10% a +40%; México el maíz en -61% a -6%; Argentina el maíz en -36% a -17%. En Chile las producciones de trigo decrecen, el maíz se incrementa, las papas se incrementan y las uvas decrecen¹¹⁶.

El Noreste de Brasil se considera una área altamente vulnerable al cambio climático, la cual es fuertemente influenciada por el ENOS. Períodos de varios años sin lluvia son frecuentes y se caracterizan por hambrunas y migraciones masivas a las áreas metropolitanas¹¹⁷. En un modelo global de agricultura, los impactos del cambio climático sobre las cosechas en Brasil son entre los más severos para todas las regiones. Con escenarios de cambio climático de 2xCO₂, las cosechas son proyectadas a decrecer en 17-53%, dependiendo si se considera o no el efecto directo del CO₂¹¹⁸.

La información cuantitativa sobre el efecto del cambio climático en la dispersión de enfermedades de los cultivos es limitada, pero el conocimiento empírico sugiere que el aumento de temperatura e incremento de la precipitación crean las condiciones propicias para la proliferación de microorganismos que bajo ciertas condiciones medioambientales son patógenos a los cultivos. También el cambio climático favorecerá la proliferación de vectores de enfermedades para los cultivos como los insectos¹¹⁹.

La agricultura con limitados recursos económicos y sistemas de cultivo extensivos (bajo nivel tecnológico) con pocas opciones para adaptarse a los cambios del clima y para limitar o revertir los impactos del cambio climático puede ser afectada por pérdidas económicas significativas debido a cambios relativamente pequeños en la producción y productividad de los cultivos¹²⁰. Pueden surgir conflictos de interés entre usos alternativos del suelo bajo condiciones climáticas cambiantes, por ejemplo la competencia por el mismo suelo entre la agricultura y otros usos del suelo (conservación, reubicación de poblaciones, etc.).

Las proyecciones de los cambios en la producción en los países de latitudes bajas son en principio negativas, aun cuando fueron considerados los efectos directos del CO₂ sobre las plantas, niveles moderados de adaptación en el manejo de los cultivos y las respuestas del sistema mundial de alimentos en la producción y precios¹²¹. Las limitaciones económicas, los conflictos sociales (reticencia de los agricultores a abandonar las practicas tradicionales) y los problemas medioambientales (salinización como resultado de la creciente irrigación, que no es considerado en los modelos), posiblemente limiten la capacidad de adaptación severamente y dificulten la expansión de las fronteras agrícolas. Las estimaciones de los impactos económicos netos del cambio climático sobre los cultivos para varios países de América Latina son negativas¹²², aun cuando sean considerados niveles moderados de adaptación. La única excepción podría ser Argentina porque, siendo uno de los mayores exportadores de granos, se verá beneficiado por los altos precios en el mercado aun cuando la producción decrezca.

¹¹⁶ IPCCWGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. 429-455 p.

¹¹⁷ IPCC WGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. 446-448 p.

¹¹⁸ Rosenzweig et al., 1994: Implications of Climate Change for International Agriculture: Crop Modeling Study.

¹¹⁹ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 214.

¹²⁰ Parry et al., 1998: The impact of Climatic variations on Agriculture.

¹²¹ Rosenzweig and Parry, 1994: Potential Impacts of Climate Change on World Food Supply.

¹²² Reilly et al., 1994: Climate Change and Agricultural Trade: Who benefits, Who losses?. [10]

Recursos hídricos.

América Latina, particularmente en su región tropical, posee los sistemas de aguas continentales más grandes en extensión y caudalosos en volumen del Mundo. Formados por enormes ríos, lagos, humedales de agua dulce y reservorios distribuidos a lo largo de la región, han facilitado el desarrollo de miles de asentamientos humanos, con actividades agrícolas e industriales asociadas y aprovechando a los ríos para la producción de energía. Los sistemas de aguas continentales también son fuente de ingresos provenientes de las pesquerías, acuicultura y turismo¹²³.

Los sistemas de aguas continentales son potencialmente muy sensitivos al cambio climático y vulnerables a las fluctuaciones interanuales en el clima, como las asociadas al fenómeno ENOS. El incremento en la variabilidad climática se espera que tenga efectos ecológicos mayores que los cambios en las condiciones promedios del clima. Las correntadas y sequías podrían reducir la biodiversidad y productividad de los ecosistemas fluviales y afectan las condiciones de vida y seguridad en áreas propensas a inundaciones así como en las regiones áridas y semiáridas.¹²⁴

Los impactos del cambio climático sobre los ciclos hidrológicos se esperan que sean mayores en las zonas áridas y semiáridas; en sistemas lacustres y fluviales con tasas altas de evaporación; en cuencas con tiempos de retención relativamente cortos; en lagos someros y ríos sin estratificación vertical de temperatura; en sistemas de riego que dependen de reservorios aislados o de agua proveniente del deshielo estacional¹²⁵.

En América Central se ha estudiado que la reducción de la precipitación ha tenido serias consecuencias para la producción de energía hidroeléctrica. En Costa Rica la ocurrencia del ENOS en las últimas décadas ha estado asociada con reducciones significativas en las escorrentías y consecuentemente una mayor demanda de plantas térmicas de generación de energía, incluidas las que son a base de combustibles fósiles¹²⁶.

Los lagos tienen a menudo respuestas rápidas a los cambios del clima. El lago Titicaca ha experimentado un incremento en el nivel de agua de 6.3 m desde 1943 a 1986¹²⁷. Este incremento equivale a 40 veces el cambio en el nivel del mar por el calentamiento global.

Con relación a la pesca o cultivo de organismos acuáticos, se observarán efectos positivos y negativos ante el cambio climático. Por ejemplo el incremento de la temperatura del aire superficial, puede aumentar la tasa de crecimiento reduciendo el período de cultivo, pero también puede evitar las surgencias de aguas oceánicas de fondo ricas en nutrientes disminuyendo las capturas de especies pelágicas¹²⁸.

En un estudio sobre las disponibilidades de agua (m³/año) en México y Perú, se tabula la disponibilidad actual, la disponibilidad para el 2050 con crecimiento poblacional y sin cambio climático y la disponibilidad con crecimiento poblacional y los experimentos transitorios de tres MCG. Los valores mínimos del rango de escenarios que se presentan representan el 37% de la disponibilidad actual tanto para México (1,740 m³/año) como para Perú (690 m³/año). Una posible consecuencia, como ha sucedido en el pasado, es que las reducciones o escasez en la disponibilidad de agua pueden llevar a conflictos dentro de los países o entre ellos¹²⁹.

¹²³ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 206.

¹²⁴ IPCC WGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. 332-355 p.

¹²⁵ IPCCWGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. p. 242, 326.

¹²⁶ Campos et al., 1996: Adaptation of Hydropower Generation in Costa Rica and Panama to Climate Change.

¹²⁷ IPCCWGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. 339-340 p.

¹²⁸ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 207.

¹²⁹ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 209.

Salud y asentamientos humanos.

La salud ha sido definida por la OMS¹³⁰ como “un estado de completo bienestar social, mental y físico de los individuos y no solamente la ausencia de enfermedades o dolencias.” Diferentes aspectos de este estado de bienestar están relacionados con el clima. Sin embargo, primeramente, depende completamente del bienestar de los asentamientos humanos. Dado que la mayor parte de América Latina se localiza en latitudes tropicales y subtropicales, sus habitantes están expuestos a ciertas enfermedades infecciosas y epidemias típicas de estas zonas. Los asentamientos humanos más vulnerables son los que viven en la pobreza, aquéllos con un alto grado de desnutrición y aquéllos que están expuestos en forma permanente a agentes infecciosos de enfermedades¹³¹.

Como resultado, un número cada vez mayor de personas que viven bajo estas condiciones críticas en América Latina serán afectados, si como se espera, el calentamiento global agrave los procesos de enfermedades y transmisión de epidemias. Según información del WFC¹³² la estimación de población desnutrida para el período 1983-1985 es de 55 millones que equivale al 14% de la población total.

Los principales impactos potenciales del clima sobre la salud han sido clasificados como directos e indirectos, de acuerdo a si ocurren predominantemente, vía el efecto directo de variables climatológicas (temperatura, precipitación, radiación solar) sobre el organismo humano o por medio de cambios inducidos por el clima en procesos biogeoquímicos o en factores ambientales que pueden significar riesgos para la salud¹³³.

Los impactos directos del cambio climático dependen principalmente de exposiciones a ondas de calor o de frío o ECE. Las primeras se refieren a los cambios bruscos de temperatura creando condiciones propicias para las enfermedades e inclusive la muerte. Con relación a los segundos se han hecho evaluaciones preliminares¹³⁴. Estudios en países templados y subtropicales han mostrado incrementos en las tasas de muertes diarias asociadas con temperaturas extremas al aire libre. La mortalidad aumenta mucho más con incrementos en la temperatura que con decrementos. La mortalidad menor ocurre dentro del rango de temperatura y humedad comfortable (entre 21° C y 26° C y con humedad relativa por debajo al 60%, en los países antes mencionados).

El calentamiento global puede aumentar la frecuencia e intensidad de ECE tales como tormentas, inundaciones, sequías y los deslaves o incendios relacionados. Tales eventos tienden a aumentar las tasas de mortalidad y morbilidad, en forma directa a través de accidentes o indirectamente por enfermedades infecciosas, así como también por los problemas sociales que surgen de los trastornos, efectos psicológicos adversos y otras presiones¹³⁵.

Asentamientos humanos localizados en colinas de pendientes pronunciadas, en áreas propensas a inundaciones, están expuestos a desastres naturales periódicos que afectan negativamente la salud humana. Estos asentamientos humanos muchas veces periféricos a las grandes ciudades, sobrepoblados, con servicios deficientes, también proveen un lugar de reproducción de huéspedes de enfermedades (ratas, ratones, cucarachas, moscas) y organismos enfermos, aumentando la vulnerabilidad de la población. Las ciudades rodeadas de estos cinturones de miseria también son más vulnerables a brotes periódicos de enfermedades¹³⁶.

¹³⁰ OMS: Organización Mundial de la Salud.

¹³¹ IPCCWGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. 563-581 p

¹³² World Food Council, 1987: Thirteenth Ministerial Session. [10]

¹³³ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 215.

¹³⁴ IPCCWGI, 1996: The Science of Climate Change. 330-336 p

¹³⁵ IPCCWGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. 568 p.

¹³⁶ WHO: World Health Organization. Commission on Human Health and Environment, 1992: Report of the Panel on Urbanization.

Las enfermedades infecciosas son causa importante de mortalidad y morbilidad en América Latina y la principal causa de muerte en niños¹³⁷. Algunas enfermedades infecciosas son más comunes en áreas tropicales y subtropicales que en áreas templadas y frías. Por lo tanto, el calentamiento global tenderá a extender su área de influencia a aumentar la intensidad de los brotes. Algunas de estas enfermedades están relacionadas con la calidad de los alimentos y del agua. Luego que son introducidos en una área, muestran una tendencia a dispersarse sobre la totalidad de la región. Agentes de diarrea como virus, bacterias y protozoos pueden sobrevivir en agua, especialmente en aguas templadas por largos períodos de tiempo dispersándose a tasas más altas en la estación lluviosa, aumentando su transmitibilidad entre las personas.

Un ejemplo es el *cholerae sp.* que fue introducido en Perú en 1993, el cual produjo un brote que se dispersó en la mayor parte del subcontinente suramericano, incluyendo lugares tan lejanos como Buenos Aires. Esta enfermedad y otras diarreas y disenterías están asociadas con la distribución y calidad de las aguas superficiales, así como inundaciones y períodos de escasez de agua. Estas condiciones alteran la dinámica poblacional de los organismos, impide la higiene personal, deteriora los sistemas de tratamientos de desechos. Los bloom¹³⁸ de algas en la costa también puede amplificar la proliferación y transmisión de *Vibrio cholerae*¹³⁹.

Una categoría especial de enfermedades infecciosas, conocidas como VBD¹⁴⁰, actualmente afecta un gran número de personas en América Latina. Estas enfermedades podrán expandir su distribución geográfica y altitudinal dado que las condiciones serán más favorables para virus y otros agentes vivos, reservorios y vectores como resultado del calentamiento global. Las VBD más importantes en América Latina son las que a continuación se mencionan, resaltando algunos de sus principales vectores¹⁴¹:

- Malaria, tiene como vector a mosquitos del género *Anopheles sp.* y su incidencia es afectada por la temperatura, agua superficial y humedad.
- Dengue, tiene como vector a mosquitos del género *Aedes sp.* y su incidencia es afectada por altas temperaturas particularmente en invierno.
- Fiebre amarilla, se puede presentar en zonas urbanas, rurales y silvestres.
- Enfermedad de Chagas, tiene como vector a pulgas del género *Triatominae sp.* y su incidencia es estimada en 18 millones infectados y 100 millones en riesgo.
- Schistosomiasis, es transmitida por el caracol de agua.
- Onchocerciasis, transmitida por moscas del género *Simuliidae sp.*
- Leishmaniasis, transmitida por moscas del género *Phlebotominae sp.*
- Filariasis linfática, transmitida por varias especies de mosquitos.

En el pasado reciente, los esquemas de irrigación y los cambios en la agricultura en América Central, los cuales han estado asociados con el aumento en la resistencia de vectores a insecticidas, han traído un incremento en nuevos casos de malaria. Los brotes más severos, sin embargo, se han registrado en Brasil, particularmente en el Amazonas, donde se reportan más del 50% de los casos de malaria en las Américas, incluyendo de 6,000 a 10,000 muertos por año, como consecuencia del desarrollo de nuevos asentamientos y actividades mineras en los bosques del Amazona bajo condiciones de insalubridad¹⁴².

¹³⁷ PAHO: Pan-American Health Organization, 1994: Health Conditions in the Americas, Vols. 1 and 2.

¹³⁸ Bloom: crecimiento anormal de las poblaciones de fitoplancton, por cambios bruscos en las condiciones fisicoquímicas del agua.

¹³⁹ *Vibrio cholerae*: Bacteria responsable de la enfermedad infecciosa conocida como cholera.

¹⁴⁰ VBD: vector-borne diseases = enfermedades de transmisión vectorial.

¹⁴¹ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 216.

¹⁴² WHO, 1993: A Global Strategy for Malaria Control.

Otro efecto indirecto del cambio climático sobre la salud humana sería la amenaza sobre la producción de alimentos¹⁴³, particularmente en asentamientos humanos que ya viven en condiciones marginales, los cuales tienen una capacidad mínima para los cambios adaptativos. Por ejemplo, la variabilidad climática y el cambio climático podrían aumentar los efectos adversos de enfermedades y plagas en plantas y animales sobre la cantidad y calidad de la producción de alimentos. El fenómeno ENOS ha tenido efectos similares sobre las pesquerías de la anchoveta y sardina y la relacionada industria de harina de pescado, siendo ambas importantes para la dieta de humanos y en cultivos de animales.

Las ciudades en América Latina ya son afectadas por los impactos del incremento del nivel del mar, condiciones climáticas adversas y extremas (inundaciones, correntadas, tornados, deslaves, ondas de calor y frío). Las ciudades también se ven afectadas por los efectos indirectos de los impactos sobre otros sectores, tales como el abastecimiento de agua, distribución de energía, transporte, agricultura y servicios sanitarios. Los umbrales más allá de los cuales los impactos se amplifican dependen de las características locales y del grado de preparación en las respuestas adaptativas (procedimientos y sistemas de advertencia y alerta temprana; procedimientos de reordenamiento del tráfico; sistemas flexibles de seguridad)¹⁴⁴.

En los asentamientos humanos las características medioambientales y socioeconómicas están cambiando rápidamente; los standard de vida de millones de personas en América Latina son menores ahora de lo que fueron al comienzo de los años 70. En las últimas décadas, la pobreza se ha convertido en un fenómeno urbano de rápido crecimiento¹⁴⁵.

Los inmigrantes tienden a vivir en asentamientos informales alrededor de los centros urbanos, con serios problemas de infraestructura, desde el abastecimiento de agua insalubre y falta de sistemas de tratamiento de desechos, hasta dificultad al acceso a la energía, transporte, comunicación, e incluso a una vivienda decente. En algunos asentamientos informales alrededor de las ciudades grandes de América Latina, especialmente alrededor de las capitales, viven cientos de miles de personas hacinadas, lo que los predispone a los impactos potenciales del cambio climático sobre la salud humana¹⁴⁶.

¹⁴³ Rosenzweig et al., 1993: Climate Change and World Food Supply.

¹⁴⁴ IPCCWGII, 1996: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. P. 400.

¹⁴⁵ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 219.

¹⁴⁶ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 219.

Capítulo 5. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador.

El Salvador está ubicado en el Istmo Centroamericano que une las dos masas continentales de América del Norte y América del Sur. Si trazamos líneas imaginarias para estimar la relación tierra/agua del istmo veremos que bajo ese criterio puede ser considerado una isla rodeada de mar y por ende expuesta a una de las manifestaciones estudiadas del cambio climático como es el aumento del nivel del mar debido principalmente a la expansión térmica y a la fusión del hielo de los glaciales y de los casquetes polares, como respuesta al incremento de la temperatura del aire superficial¹⁴⁷.

Por otra parte, el istmo centroamericano conecta a dos grandes masas de tierra, y por lo tanto, funciona como puente natural de especies vivas, acuáticas, terrestres y aéreas que facilita la adaptación al menos de aquellos miembros de, o ecosistemas en su conjunto que dada su movilidad cambian de hábitat buscando mejores condiciones de vida ante los cambios climáticos, siendo el caso de las especies migratorias.

Con relación al manejo de los recursos naturales en Centroamérica incluido El Salvador, el sistema utilizado es el extensivo, el grado de tecnificación es mínimo, y la productividad es baja (rendimiento/unidad de producción). Aunado a lo anterior, el estado de los recursos naturales primarios (suelo, agua y aire) es de alto riesgo por el grado de degradación y contaminación generado principalmente por la presión poblacional y la baja conciencia sobre la gravedad del problema de conservación de los sistemas naturales.

El clima en la región está fundamentalmente influenciado por el sistema anticiclónico del Atlántico Norte y por el desplazamiento latitudinal de la zona de convergencia intertropical. Por las cercanías con el Ecuador, está igualmente influenciado por fenómenos allí generados como El Niño/Oscilación del Sur en sus dos fases y por las depresiones tropicales que se originan frente a las costas de Venezuela y frente a la costa del Pacífico de México, y que en su trayectoria afectan la climatología de la región.

Los sistemas orográficos de mayor altura presentan una orientación predominantemente Noroeste-Sureste, definiendo dos sistemas mesoclimáticos en cada una de las costas de los océanos: Pacífico y Atlántico. Dentro de estas subregiones rasgos orográficos tales como sierras, planicies, volcanes, etc. definen microclimas que determinan en forma conjunta con otras características biofísicas y socioeconómicas, el tipo de cultivo más apropiado, sea éste agrícola, acuícola o pecuario.

En El Salvador las proyecciones que se obtuvieron del clima futuro para el horizonte 2100, con los escenarios de cambio climático sugieren un incremento en la temperatura en el rango de incerteza de 2.5° a 3.7° C con respecto a la climatología actual representada con el período 1961-1990. Las proyecciones de la precipitación a diferencia de la temperatura no sugieren una tendencia clara obteniéndose un rango de incerteza de -36.6% a 11.1%¹⁴⁸.

Las proyecciones del incremento global en el nivel del mar, son de 49 cm con un rango de incerteza de 20 a 86 cm¹⁴⁹. Con base a estas proyecciones los distintos sistemas y sectores que constituyen el medio ambiente (recursos hídricos, agricultura, zona costera, salud humana, asentamientos humanos, cambio y uso de suelo, bosques, etc.), responderán de diferentes forma dependiendo de su grado de sensibilidad y capacidad de adaptación, es decir su grado de vulnerabilidad.

¹⁴⁷ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 486.

¹⁴⁸ Centella A., et al., 1998: Escenarios de cambio climático para la evaluación de impactos en de El Salvador. P. 17.

¹⁴⁹ Monterrosa de Tobar A. M., 1999: Evaluación de los impactos del cambio climático en la zona costera de El Salvador. Sector agropecuario. P. 78.

5.1. Características biofísicas y socioeconómicas de El Salvador.

La localización geográfica de El Salvador es entre los paralelos 13° 9' N y 14° 27' N y los meridianos 87° 41' W y 90° 8' W. Los principales rasgos morfológicos son: la planicie costera al Sur cruzada por dos cordilleras (Bálsamo y Jucuarán) que corren de Norte a Sur; dos sistemas volcánicos que corren de Oeste a Este, uno reciente en la región central y la antigua en la región Norte; entre ambos sistemas se localiza la fosa central formado por valles, pequeñas elevaciones y cuencas hidrográficas. En concordancia con su ubicación geográfica, la cobertura vegetal es bosque húmedo subtropical (86%), muy húmedo subtropical (8%), húmedo tropical (4%). El hecho de estar en latitudes tropicales determina que solo se presenten dos estaciones: la lluviosa y la seca¹⁵⁰.

Uno de los factores socioeconómicos que influye en el grado de vulnerabilidad de los asentamientos humanos es la densidad poblacional. El Salvador tiene una población de 274 habitantes por kilómetro cuadrado (1995) y en algunos municipios del gran San Salvador, la densidad poblacional fue de cerca de 5,372 habitantes por kilómetro cuadrado (1992)¹⁵¹. Como dato de comparación la densidad poblacional de Hong Kong es de 5,612 habitantes/km² (1995)¹⁵². La tendencia a la concentración poblacional en las zonas urbanas es alarmante y para 1992 cerca del 30% de la población vivía en el gran San Salvador.

En el año 1993 el 8.57% del PIB provenía de la agricultura, 24.97% de la industria y el 66.45% de los servicios, con una tasa de crecimiento anual de 5.10%¹⁵³. Otros factores socioeconómicos de interés con relación a la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático son la educación, salud, ingresos. Para 1994 el 26.8% de la población era analfabeta. En el período 1990-1993 la tasa de mortalidad infantil fue de 41 defunciones por cada mil nacidos vivos. El salario mínimo de 1994 solo alcanzaba para comprar el 0.62 de la canasta básica y 0.28 de la canasta básica ampliada¹⁵⁴.

5.2. Climatología de El Salvador.

Para la evaluación de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático se requiere describir la climatología de la región de interés, la cual debe cumplir con ciertos requerimientos¹⁵⁵, descritos en el capítulo 2 del presente estudio. La climatología de El Salvador está contenida en el estudio, "Escenarios climáticos de referencia para la república de El Salvador"¹⁵⁶.

Para la generación de la climatología, la información de entrada que se utilizó fueron los promedios mensuales de las variables climatológicas, temperatura del aire superficial y precipitación para el período 1961-1990. Las mediciones originales son de la red de estaciones meteorológicas de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Los datos pueden dividirse en dos categorías: valores promedios mensuales de temperatura de 46 estaciones y precipitación de 181 estaciones durante el período 1960-1992; series temporales de promedios mensuales de temperatura y totales mensuales de precipitación de las primeras 46 estaciones en formato digital.

¹⁵⁰ Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2000: Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático. P. 1-2.

¹⁵¹ Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2000: Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático. P. 3.

¹⁵² IPCC, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 476.

¹⁵³ IPCC, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 467.

¹⁵⁴ Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2000: Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático. P. 5.

¹⁵⁵ Carter et al., 1993: Techniques for developing regional climatic scenarios for Finland.

¹⁵⁶ Centella A., et al., 1998: Escenarios climáticos de referencia para la República de El Salvador.

La interpolación de las mediciones de las estaciones a los nodos de una cuadrícula de 5 minutos de latitud/longitud se realizó con el programa GrADS¹⁵⁷ que utiliza el algoritmo de Cressman (1959)¹⁵⁸. La interpolación ocupó como variable dependiente el relieve topográfico, que se obtuvo con el modelo de elevación digital DEM¹⁵⁹ y el Mapa Oficial de El Salvador¹⁶⁰. Con los valores interpolados a la cuadrícula se generó la distribución espacial del campo promedio anual de la temperatura del aire superficial (° C) y del campo anual de la precipitación (mm). Combinando las series de tiempo de la información de entrada con los campos promedios sobre el período de 1961-1990 de las variables temperatura y precipitación, se generaron las series temporales en los nodos de la cuadrícula. El análisis de error de la interpolación resultó en un error máximo de 0.24° C para la temperatura (febrero) y de 36% del promedio, para la precipitación (febrero).

La serie de tiempo de la anomalía de la temperatura con respecto al valor promedio sobre el período 1961-1990 presenta las siguientes características¹⁶¹: la tendencia lineal de la serie es un incremento de 0.04° C/año, siendo estadísticamente significativa. En el período 1961-1979 la temperatura fue menor al promedio, mientras que en el período 1980-1990 la temperatura fue mayor, siendo los años más calientes 1983, 1987, 1990. ($\Delta T=0.7^\circ \text{C}$, $\Delta T=1.1^\circ \text{C}$, $\Delta T=0.8^\circ \text{C}$, respectivamente). El análisis espectral de la serie muestra picos entre los períodos de 4 a 8 años, pero al utilizar el estadístico F de Fisher¹⁶², se determinó que no eran estadísticamente significativos.

La serie de tiempo de la anomalía de la precipitación con respecto al valor promedio sobre el período 1961-1990 presenta las siguientes características¹⁶³: la tendencia lineal de la serie no es estadísticamente significativa, a lo largo de todo el período se observa alternancia de intervalos de menor y mayor precipitación que el valor promedio. El análisis espectral de la serie muestra picos entre los 3 y 6 años y al utilizar el estadístico F de Fisher, solo la señal de 3 años resultó estadísticamente significativa.

El análisis de correlación cruzada entre las series de tiempo de la anomalía de la temperatura de la superficie del mar (ATSM) de las regiones conocidas como Niño 1-2, Niño 3 y Niño3-4, con la serie de valores mensuales de precipitación, muestra correlaciones de -0.2 con desfases de 1 y 2 meses, estadísticamente significativas. Este resultado sugiere que cuando la temperatura de la superficie del mar en las regiones mencionadas aumenta (El Niño), 1 a 2 meses después, la precipitación en El Salvador disminuye, caso contrario, cuando la temperatura disminuye (La Niña), 1 a 2 meses después la precipitación aumenta. Para corroborar esta hipótesis habría que relacionar ambas variables (temperatura de la superficie del mar y precipitación) con los desplazamientos latitudinales de la zona de convergencia intertropical (ITCZ).

Evidencias de la variabilidad climática en el país son la canícula o veranillo (período de sequía en la estación lluviosa), sistemas ciclónicos (la temporada de huracanes coincide con la estación lluviosa de mayo a octubre), El Niño/Oscilación del Sur (evento cuyo período promedio histórico es de 7 años, aunque durante el último cuarto de siglo se ha corrido a valores cercanos a 5 años). Estos fenómenos interactúan de tal forma que la canícula se puede ver intensificada por posibles intensificaciones en frecuencia, intensidad y duración de El Niño/Oscilación del Sur.

¹⁵⁷ GrADS: Grid Analysis System. Earth-Ocean-Atmosphere Studies Centre, Maryland

¹⁵⁸ Cressman, 1959: An operative objective analysis system.

¹⁵⁹ <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/globsys/topo.html>.

¹⁶⁰ Edición de 1973. Escala 1:300,000. Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Obras Públicas.

¹⁶¹ Centella A., et al., 1998: Escenarios climáticos de referencia para la República de El Salvador. p. 14.

¹⁶² Wei, 1994: Time series analysis. Univariate and multivariate methods.

¹⁶³ Centella A., et al., 1998: Escenarios climáticos de referencia para la República de El Salvador. p. 16.

Los eventos climáticos extremos son los máximos y mínimos de la variabilidad climática. Por ejemplo los huracanes es cuando los sistemas ciclónicos han adquirido un máximo de energía. Otras características climáticas como los frentes térmicos (fríos y calientes) y centros de presión (bajas y altas) pueden desviarse de su posicionamiento habitual, provocando intensas lluvias, inundaciones, sequías, deslaves, derrumbes, aumento de epidemias en humanos o animales, incendios forestales, olas de calor, etc. que dependiendo del grado de vulnerabilidad o de la capacidad adaptativa de los sectores socioeconómicos y sistemas biofísicos, pueden provocar desastres.

El conocimiento científico actual con relación a como el cambio climático podría afectar la variabilidad climática y los eventos climáticos extremos, en su frecuencia, intensidad, duración y localización, tiene algunas fuentes de incerteza, que no permiten presentar conclusiones definitivas. Aun así existen evidencias científicas que sugieren que el cambio climático está modificando al sistema climático y sus componentes.

5.3. Vulnerabilidad y Adaptación al cambio climático en sistemas y sectores de El Salvador.

Introducción.

Desde que El Salvador recibió apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial, mecanismo financiero del CMCC, se dio inicio a una serie de actividades encaminadas, entre otros objetivos, a determinar la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. En esa dirección se han desarrollado una serie de investigaciones en sistemas o sectores considerados vulnerables al cambio climático y de importancia para el desarrollo sostenible del país. Anteriormente, ya se había desarrollado el Proyecto Centroamericano sobre Cambio Climático (PCCC)¹⁶⁴, dentro del cual se elaboraron varios estudios para El Salvador teniendo como propósitos:

- Presentar información básica que posibilite identificar los riesgos potenciales en los recursos marino-costeros por el ascenso en el nivel del mar y que a la vez permita diseñar estrategias de respuesta a tales impactos¹⁶⁵.
- Analizar la vulnerabilidad de los recursos hídricos del país ante los impactos potenciales del cambio climático, simulando el efecto de los cambios en temperatura y precipitación sobre la escurrimiento en las micro cuencas hidrográficas del río Sucio y Sensunapán¹⁶⁶.
- Evaluar los posibles efectos en el rendimiento y desarrollo del cultivo de maíz en las zonas de Ahuachapán, Nueva Concepción y San Miguel, ante diferentes escenarios climáticos¹⁶⁷.

Las investigaciones sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático que se desarrollaron en el Marco de la Primera Comunicación Nacional tuvieron como propósitos:

- Identificar los impactos futuros del cambio climático en la producción agropecuaria de la zona costera¹⁶⁸.
- Abordar las interrelaciones existentes entre los aspectos sociales y económicos de los ecosistemas cafetal-forestal, agroalimentario, los aspectos urbanos del Área Metropolitana de San Salvador y la salud de la población, todo en relación con su vulnerabilidad a los posibles cambios en el comportamiento del clima.

A partir de las investigaciones realizadas en El Salvador se presenta una descripción del estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptabilidad al cambio climático en sistemas y sectores en el país, de acuerdo al esquema siguiente: caracterización del sistema/sector objeto del estudio; resultados de los escenarios de cambio climático relacionados con el mismo; grado de vulnerabilidad; impactos potenciales del cambio climático; posibles medidas de adaptación al cambio climático.

Un punto de partida de los estudios de evaluación de la vulnerabilidad y adaptación es la caracterización del estado actual de los sistemas y sectores a evaluar, incluyendo el sistema climático y las proyecciones de éstos sin considerar el cambio climático y considerándolo.

5.3.1. Escenarios de cambio climático.

Para la evaluación de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en sistemas y sectores en El Salvador, se generaron la climatología y los escenarios de cambio climático para diferentes horizontes de tiempo.

¹⁶⁴ Proyecto Centroamericano sobre Cambio Climático, 1995. Financiado por US-CSP.

¹⁶⁵ Medrano et al., 1996: Caracterización de la vulnerabilidad del litoral salvadoreño frente a un futuro ascenso en el nivel del mar.

¹⁶⁶ López et al., 1995: Grupo de recursos hídricos, El Salvador, informe final.

¹⁶⁷ Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, División de Meteorología e Hidrología, Departamento de Meteorología: Proyecto Centroamericano sobre Cambio Climático, sector: recursos agrícolas.

¹⁶⁸ Monterrosa de Tobar, 1999: Evaluación de los Impactos del Cambio Climático en la Zona Costera de El Salvador, sector agropecuario.

Los escenarios de cambio climático para El Salvador se obtuvieron con el modelo climático simple (MCS) MAGICC/SCENGEN¹⁶⁹. MAGICC, es un paquete de modelos acoplados que calcula los cambios de la temperatura y del nivel del mar global medio a partir de escenarios o perfiles de emisiones de GEI y dióxido de azufre (SO₂). Estos escenarios de emisiones corresponden a ciertos supuestos o hipótesis de las tendencias de crecimiento poblacional, económico y de consumo energético, entre otros. SCENGEN, contiene una base de datos con los resultados de experimentos realizados con MCG, una climatología global observada y cuatro climatologías regionales observadas. Esa base de datos es combinada con las proyecciones de la velocidad y magnitud de los cambios en la temperatura global para generar los escenarios de cambio climático.

Mientras que los MCG son las mejores representaciones de los principales procesos físicos que gobiernan al sistema climático con que se cuenta al momento, los MCS son representaciones simplificadas del sistema climático y generan proyecciones del clima futuro para un rango de escenarios de emisiones y parámetros críticos como la sensibilidad climática. La combinación de las observaciones climatológicas de las salidas de los MCG y las proyecciones de los MCS, permiten hacer evaluaciones confiables de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

El procedimiento para desarrollar los escenarios de cambio climático incluyó tres etapas:

- Selección de los escenarios o perfiles de emisiones de GEI a utilizar.
- Cálculo de las proyecciones del cambio global de la temperatura del aire superficial y del nivel del mar para los diferentes escenarios.
- Combinación de las proyecciones del cambio global con las distribuciones espaciales global y regionales para obtener escenarios de cambio climático global y regionales.

En la segunda evaluación del IPCC (1996), la serie de escenarios de emisiones de GEI y dióxido de azufre, considerados representativos son IS92a, IS92b, IS92c, IS92d, IS92e, IS92f. De estos los escenarios que se utilizaron para generar los escenarios de cambio climático para El Salvador fueron el IS92c, IS92a, IS92f, porque son el escenario mínimo, medio y cuasi-máximo de emisiones respectivamente.

En el presente año el IPCC ha generado una nueva serie de escenarios de emisiones conocidos como SRES¹⁷⁰ de los cuales cuatro ya son incluidos en la versión 2.4 del MAGICC/SCENGEN¹⁷¹. La diferencia básica entre las dos series de escenarios de emisiones (IS92 y SRES) es que en los segundos las emisiones de dióxido de azufre son mucho menores y para tres de ellos (A1, B1, B2) las emisiones de SO₂ son menores a las de 1990. Las diferencias entre estas dos series de escenarios se evidencian en su incidencia sobre los rangos de cambio global de temperatura y nivel del mar. Para la serie IS92 las proyecciones de temperatura para el 2100 con respecto al período 1961-1990 son de 1.4° a 2.6° C y de elevación del nivel del mar de 40 cm a 57 cm, para la serie SRES las proyecciones de temperatura son de 2.0° a 3.1° C y de la elevación del nivel del mar de 49 cm a 62 cm.

¹⁶⁹ Dr. Mike Hulme. Climate Research Unit. School of Environmental Science. University of East Anglia. Norwich, United Kingdom. M.hulme@uea.ac.uk. <http://www.cru.uea.ac.uk/~mikeh>.

¹⁷⁰ IPCC, 1999. Technical Support Unit of Working Group III. National Institute of Public Health and the Environment. Info@rivm.nl. <http://www.rivm.nl>

¹⁷¹ Hulme et al., 2000: The use of simple climate models for preparing Vulnerability and Adaptation Assessments for National Communications.

Para calcular las proyecciones del calentamiento global existen tres parámetros dentro del MAGICC que se pueden modificar. En el modelo del ciclo de carbono el parámetro D_{n80} , es el valor medio de la emisión neta por cambio de uso del suelo para 1980 y está relacionado con el efecto de fertilización del CO_2 . El valor omisión que se utiliza es de $1.1 \text{ GtC}^{172}/\text{año}$ y el rango que define el IPCC es de 0.4 a 1.8 GtC/año . Otro parámetro que puede ser modificado es el forzamiento directo e indirecto de los aerosoles (material particulado microscópico) sulfatados. El forzamiento directo se refiere al efecto de los aerosoles en un cielo despejado, mientras que el indirecto se refiere a los cambios inducidos en el albedo de nubes. Los valores por omisión que utiliza -0.30 W/m^2 y -0.80 W/m^2 y un rango propuesto para el forzamiento indirecto es de 0.0 a -1.5 W/m^2 ¹⁷³. En el modelo climático el parámetro ΔT_{2x} , se conoce como sensibilidad climática y representa el incremento en la temperatura global media del aire superficial si la concentración en la atmósfera de CO_2 se duplicara instantáneamente. El valor por omisión que utiliza es 2.5°C , 4.5°C .

Las proyecciones de las distribuciones espaciales de variables climáticas con cambio climático se obtienen combinando las simulaciones de los MCG con el cambio global medio de la temperatura del aire superficial que se obtiene del MCS. El primer paso es obtener el cambio de la variable climática entre la simulación de control ($1 \times CO_2$) y la simulación perturbada ($2 \times CO_2$), en cada punto de la cuadrícula del MCG. A continuación se divide el cambio de la variable climática entre el cambio global medio de la temperatura del aire superficial del MCG y así obtener el cambio de la variable climática por 1°C de calentamiento global. Finalmente el cambio de la variable climática es multiplicado por el cambio global medio de la temperatura del aire superficial del MCS y así se obtiene el cambio de la variable climática perturbada en cada punto de la cuadrícula. Los MCG seleccionados fueron: HADCM2, ECHAM3TR, UKHI.

Entre las proyecciones del clima futuro para El Salvador están los rangos del cambio de temperatura y precipitación para los tres MCG, con diferentes horizontes, escenario de emisión medio y sensibilidad climática media. En la introducción del presente capítulo se anotan los rangos de temperatura y precipitación para los tres modelos, en el año 2100, con el escenario de emisión IS92a y sensibilidad climática de 2.5°C .

Otras proyecciones del clima futuro para El Salvador son las variaciones anuales del cambio de la temperatura y precipitación para cada uno de los tres MCG, el horizonte 2050, escenarios de emisión mínimo, medio, cuasi-máximo y sensibilidad climática media. Estas proyecciones pueden ser combinadas con la climatología o escenario climático de referencia, para obtener las condiciones climáticas futuras de El Salvador. De esta forma se puede obtener la variación anual de la temperatura y precipitación para los tres MCG, la climatología, el horizonte 2050, el escenario de emisión medio IS92a y la sensibilidad media de 2.5°C .

Una característica importante, reflejada en los patrones de la precipitación para el horizonte 2050, es la tendencia a la intensificación de la canícula o veranillo. En el caso de la temperatura, las proyecciones manifiestan una clara tendencia al incremento de sus magnitudes en todos los meses, sin que se aprecien cambios importantes en la estructura del patrón de variación anual. Los resultados discutidos reflejan solamente condiciones medias para un período de tiempo (en este caso 30 años centrados en el 2050), por lo que no se toman en cuenta aquellas variaciones relacionadas con la variabilidad climática interanual.

Las proyecciones de la distribución espacial mensual, estacional y anual, se pueden obtener combinando las proyecciones del cambio de la temperatura y precipitación con la climatología. En las distribuciones espaciales que se obtienen los valores si reflejan el cambio climático, aunque la estructura es la de la climatología.

¹⁷² GtC: gigatoneladas de carbono.

¹⁷³ Schimel et al., 1995: Climate change 1994: radiative forcing of climate change and an evaluation of the IPCC IS92 emissions scenarios.

EL MCS genera el cambio global medio en la temperatura del aire superficial y del nivel del mar. El cambio en la temperatura se combinó con las distribuciones espaciales del cambio global de la temperatura y precipitación de los MCG para obtener las proyecciones del cambio climático para El Salvador.

Cuando los MCG generen al menos la distribución espacial del cambio global del nivel del mar, se podrá proyectar cuál será el cambio del nivel del mar para El Salvador. Pero antes de los avances en la modelación está la observación. La línea de costa de El Salvador, como la de cualquier parte del mundo está en constante cambio. El cambio climático es un evento de largo período. Existen varias posibles observaciones que se pueden realizar para buscar evidencias de cómo han sido los cambios de largo período en la costa salvadoreña. El más evidente son las mediciones de los mareógrafos que podrían servir de punto de partida. A raíz del evento climático extremo, tormenta tropical Mitch, existen varias iniciativas en el área Centroamericana para establecer un sistema de mediciones sistemáticas que permita anticiparse a los cambios climáticos.

Al analizar la climatología del período 1961-1990 se puede identificar los eventos extremos que pudieran impactar negativamente en el desarrollo social y económico. Es posible ajustar las series de temperatura y precipitación a una curva de distribución normal, así como a las proyecciones de los MCG para el horizonte 2050, escenario IS92a, sensibilidad climática de 2.5° C. La superposición de las distribuciones de probabilidad permiten calcular las probabilidades de ocurrencia de los ECE con base a las proyecciones de los MCG.

5.3.2. Investigaciones sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector agropecuario del sistema de la zona costera.

La zona costero-marina es definida como "la franja costera comprendida dentro de los primeros 20 kilómetros que va desde la línea costera tierra adentro y la zona marina en el área que comprende al mar abierto, desde cero hasta los 100 metros de profundidad y en donde se distribuyen las especies de organismos del fondo marino"¹⁷⁴.

En 1996, se realizó un estudio en el marco del Proyecto Centroamericano sobre el Cambio Climático¹⁷⁵, que tuvo como finalidad el estudio de las consecuencias que tendría en la costa de El Salvador la elevación de un metro en el nivel del mar teniendo como objetivos: la caracterización del grado de vulnerabilidad del litoral salvadoreño frente a un posible futuro incremento del nivel del mar; la determinación y evaluación de los impactos ambientales que ocasionaría este fenómeno; y la propuesta de posibles medidas de adaptación para los impactos potenciales.

Por otra parte en 1999, se realizó una investigación en el marco de la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático¹⁷⁶, que tuvo como objetivos: determinación de la línea de referencia del sistema costero-marino; generación de los escenarios de referencia del sector agropecuario de la zona costera; evaluación de los impactos potenciales y la vulnerabilidad del sector agropecuario en la zona costera ante el cambio climático; proposición de un conjunto de posibles medidas de adaptación ante el cambio climático. A continuación se describen los resultados más relevantes de ambos estudios, siguiendo el esquema mencionado líneas arriba.

¹⁷⁴ Asamblea Legislativa de la República de El Salvador, 1998: Ley del Medio Ambiente.

¹⁷⁵ Medrano et al., 1996: Caracterización de la vulnerabilidad del litoral salvadoreño frente a un futuro ascenso en el nivel del mar.

¹⁷⁶ Monterrosa de Tobar, 1999: Evaluación de los Impactos del Cambio Climático en la Zona Costera de El Salvador, sector agropecuario.

Características biofísicas y socioeconómicas.

Características biofísicas. Los estudios describieron las características biofísicas de la zona costera de El Salvador, siendo estas las siguientes: la franja costera tiene una longitud de 338 km desde la desembocadura del río Paz hasta el Golfo de Fonseca. Según los convenios internacionales la zona costera incluye 200 millas náuticas dentro del mar y según la ley de Medio Ambiente de El Salvador 20 km de tierra firme. En el caso de la tierra firme el área de influencia de la zona costera podría definirse como aquella área colindante a la franja costera cuyo desarrollo dependa de los fenómenos que ocurren en la franja costero-marino. La zona costera puede describirse como una gran planicie orientada de Noroeste-Sureste, dividida por dos cordilleras orientadas de Noreste-Suroeste y la zona costera del golfo de Fonseca.

Las investigaciones describieron que las planicies están constituidas por una serie de lagunas costeras y tienen anchos variables siendo la sección occidental de 8-10 km. Un rasgo a mencionar en la planicie central es el delta del río Lempa. La zona costera del Golfo de Fonseca está constituida por bahías, el volcán de Conchagua, el delta del río Goascorán, las islas del Golfo. En cuanto al mar territorial este se caracteriza por una plataforma continental de ancho aproximado de 100 millas náuticas, limitada al norte por la fosa de Guatemala de profundidades de hasta los 5,000 m. Mar afuera en la planicie oceánica la fosa de Guatemala se extiende en la trinchera de igual nombre, epicentro de la mayoría de movimientos telúricos registrados en el territorio nacional¹⁷⁷.

Otro aspecto que se menciona en dichos trabajos, es que dentro de la zona costera se localiza el litoral propiamente dicho. Una metodología propuesta para su estudio es dividirlo en tramos homogéneos¹⁷⁸. Se proponen 7 tramos. 1) Río Paz-río Sihuapilapa: La longitud aproximada es de 67 km y el área delimitada por la curva de nivel de 10 m snmm, es de 176 km². Los primeros 36 km están formados por playas, lagunas y esteros, luego continua el promontorio rocoso que se inicia en el Puerto de Acajutla y frente al cual está localizado el arrecife coralino de los Cóbanos. 2) Río sihuapilapa-Ciudad de la Libertad: La longitud aproximada es de 33 km y el área delimitada por la curva de nivel de 20 m snmm es insignificante por lo accidentado del litoral donde se observan acantilados de más de 100 m. Al final del tramo se localiza el puerto de La Libertad. 3) Ciudad de la Libertad-bocana la Bocanita: La longitud aproximada es de 123 km y el área delimitada por la curva de nivel de 10 m snmm es de 1,065 km². Se caracteriza por playas, lagunas y esteros. Los centros poblacionales más importantes son el puerto el Triunfo y puerto Parada. Incluye además a los bosques salados del estero de Jaltepeque de 5,200 hectáreas y de la bahía de Jiquilisco de 16,000 hectáreas.

4) Bocana la Bocanita-Punta Peña: la longitud aproximada es de 16 km y el área delimitada por la curva de nivel de 20 m snmm es insignificante por lo accidentado del terreno. No se observa ningún núcleo poblacional de importancia. 5) Punta de Peña-estero la Criba: la longitud aproximada es de 31 km y el área delimitada por la curva de nivel de 20 m snmm es de 58 km². En este tramo se localiza El Tamarindo que es un puerto artesanal. 6) Estero la Criba-Ciudad de la Unión: la longitud aproximada es de 24 km y el área delimitada por la curva de nivel de 20 m snmm es insignificante por la topografía del terreno. Se localiza el puerto de la Unión, El puerto de Cutuco y el complejo pesquero de punta Gorda. 7) Ciudad de La Union-estero El Coyol: la longitud aproximada es de 26 km y el área delimitada por la curva de nivel de 20 m snmm es de 138.5 km². En este tramo se localizan las islas del golfo, Conchagua, Zacatillo y Perico que presentan diferentes grados de vulnerabilidad.

Con relación al tipo morfológico del suelo, los informes finales de los estudios, mencionaron que los que predominan en la zona costera son los suelos entisoles-inceptisoles-molisoles (planicies costeras de inundación, manglares, bancos marítimos y deltas de ríos) 85.8%. La capacidad productiva de los suelos, entendiendo esta como su capacidad de producción con el menor deterioro posible, se puede clasificar en ocho clases. El 88.9% de los suelos se clasifican como de clase VII (adecuadas para cultivos permanentes), III, IV, II (adecuadas para cultivos intensivos).

¹⁷⁷ Monterrosa de Tobar, 1999: Evaluación de los impactos del cambio climático en la zona costera de El Salvador. Sector agropecuario.

¹⁷⁸ Medrano et al., 1996: Caracterización de la vulnerabilidad del litoral salvadoreño frente a un futuro ascenso en el nivel del mar.

La descripción de la hidrología de la zona costera que fue presentada en ambos trabajos coincide que, se caracteriza por 39 cuencas hidrográficas que desembocan en la planicie costera pero no así en el litoral. Sobre el litoral se localizan 11 cuencas hidrográficas: río Lempa; río Paz; entre río Paz y Sensunapán; entre río Sensunapán y Banderas; entre río Pululuya y Comalapa; río Jiboa; entre río Jiboa y Lempa; entre río Lempa y Grande de San Miguel; río Grande de San Miguel; entre río Grande de San Miguel y Sirama; río Goascorán. De estas cuencas las principales por su extensión y además por su carácter internacional son el río Lempa, Paz y Goascorán. Del total del área de la cuenca del río Lempa, 18,240 km², 10,255 km² corresponden a El Salvador (aproximadamente la mitad del territorio nacional).

Como se menciona en el numeral de la climatología de El Salvador del presente diagnóstico, ésta presenta las características latitudinales (dos estaciones: seca y lluviosa), morfológicas (separación del régimen del Atlántico) y estacionales (penetración de frentes fríos del Norte y de influencia de tormentas tropicales del Atlántico y Pacífico). En los estudios en cuestión, se anotan algunos valores típicos de variables meteorológicas en la zona costera: valor medio anual de precipitación, 1,715 mm; temperatura promedio anual, entre los 26° y 27° C; los promedio mensuales de humedad relativa, oscilan entre 56% y 83%; el valor medio anual de evapotranspiración potencial, es de 1,917 mm; el campo de viento promedio anual, es con dirección Norte, Noreste y magnitud entre 4 y 13 km/h.

Aunque en las dos investigaciones, no se realizó un análisis estadístico entre las series de tiempo de precipitación y rendimientos de cultivos, en una primera aproximación señalan que años con productividades bajas coinciden con años de El Niño. De igual manera sin procesar ninguna serie de mediciones de temperatura del agua de mar, sino más bien basados en el concepto de que el fenómeno El Niño a escala global produce un calentamiento de la temperatura superficial en el pacífico Ecuatorial, se ha observado una disminución de la pesca artesanal (-16%) e industrial (-23%) en el año 97 caracterizado por un evento El Niño fuerte.

Características socioeconómicas. Con relación a las características socioeconómicas de la zona costera de El Salvador, una de las investigaciones señalo lo siguiente¹⁷⁹. La división política de la zona costera incluye 9 departamentos y 33 municipios. La densidad poblacional promedio de los 33 municipios costeros es de 163 habitantes/km² y representan el 13.9% de la población total, con tendencia ascendente. La población económicamente activa es el 38%. El 5% del PIB en 1990 provino del sector pesquero. El censo nacional de pescadores artesanales de 1990 reporta 16,918 pescadores. La pesca, agricultura y acuacultura, sectores que dependen de ecosistemas de producción primaria, son bastante sensibles al clima y sus cambios (variabilidad y cambio climático). La modalidad de trabajo es jornada de 12 horas ya sea en el día o en la noche. Los costos de operación son el pago de gasolina y aceite, mantenimiento de la embarcación y del arte de pesca (trasmallo). Un grupo económico de rápido crecimiento son los armadores pesqueros artesanales, pequeños empresarios que poseen entre 25% y 36% de las embarcaciones.

Otro aspecto importante que se describió en dicho estudio es que en El Salvador además de la pesca artesanal se cuenta con la pesca industrial con embarcaciones de media altura. Se cuenta con barcos camaroneros que utilizan el arte de pesca de red de arrastre y barcos tiburoneros que utilizan la cimbra. La modalidad de trabajo para los barcos camaroneros es de viajes de 12 días o hasta llenar bodega y en donde al tocar puerto se cancela el trabajo de tres formas: 1) cancelación del producto en bodega a la tripulación; 2) la cancelación del producto en bodega al patrón o capitán de barco al cual a cambio de un mínimo de pesca se le reconoce los costos de operación (diesel, grasa, lubricantes, alimentos, reparaciones, etc.); 3) arrendamiento.

¹⁷⁹ Monterrosa de Tobar, 1999: Evaluación de los impactos del cambio climático en la zona costera de El Salvador. Sector agropecuario.

Fue mencionado en ese trabajo que las modalidades de tenencia de tierra en la zona costera de El Salvador son la gran propiedad individual, la pequeña producción de subsistencia, las cooperativas del sector reformado, el arrendamiento y el colonato. Los cultivos o crías que se observan son el ganado vacuno y porcino, caña de azúcar, algodón, granos básicos, cultivos no tradicionales (ajonjolí, melón). El tamaño de la propiedad depende de la modalidad siendo desde 2 hectáreas hasta 100 hectáreas.

Con relación a la infraestructura disponible en la zona costera, la investigación señaló que se cuenta con 586.33 m/km² de caminos aunque el 45% no son transitables durante todo la época lluviosa. La capacidad instalada de producción de energía es de 650 MWH en 1990, de los cuales 6.6 KWH son producidos en la central térmica de Acajutla, que genera a partir de Búnker y aceite diesel. El servicio telefónico es de apenas 2% de líneas disponibles. De los dos oleoductos con que se cuenta (Acajutla y Cutuco) solamente el de Acajutla está en funcionamiento. Se cuenta con 47 pistas aéreas de uso agrícola y el Aeropuerto Internacional de El Salvador se localiza en Comalapa, municipio costero del departamento de la Paz.

En la descripción del litoral, el trabajo mencionó que sobre él se localizan cuatro puertos de importancia: 1) Acajutla sobre litoral abierto en el departamento de Sonsonate con capacidad de atracado para 8 barcos cargueros con profundidad mínima interna de 10 m y externa de 14 m y capacidad de carga lograda de 1.5 millones de toneladas entre petróleo, importaciones y exportaciones al año; 2) La Libertad sobre litoral abierto en el departamento del mismo nombre no tiene la profundidad mínima para que puedan atracar barcos cargueros directamente y solamente es utilizado por embarcaciones pesqueras; 3) El Triunfo sobre litoral protegido dentro de la Bahía de Jiquilisco en el departamento de Usulután, actualmente con poco movimiento, aunque posee la profundidad necesaria para que atraquen barcos camaroneros de media altura; 4) La Unión (Cutuco) sobre litoral protegido dentro de la Bahía de La Unión en el departamento de La Unión, con una capacidad de carga lograda de 85 miles de toneladas entre importaciones y exportaciones al año.

Con relación a la importancia del sector agropecuario para el desarrollo sostenible, la investigación describió como este es generador de alimento, empleo y divisas y últimamente se reconoce su enorme valor como generador de servicios ambientales (captación de agua, generación de energía, conservación de biodiversidad, captura de carbono, etc.).

Otra característica relevante del sector que se incluyó en dicho trabajo es que hay dos sistemas de manejo del cultivo: tradicional (extensivo) y moderno (semintensivo). El sistema tradicional o agricultura de subsistencia se caracteriza por cultivar granos básicos (maíz y frijol); extensiones menores a 2 manzanas; productividad baja; cultivos en tierras marginales (laderas, quebradas, suelos pobres o contaminados); escasa infraestructura y tecnología; producción para autoconsumo y generación de ingresos vía trabajos extras o vía remesas de familiares en el exterior. Bajo este sistema y si la extensión de cultivo es mayor (hasta 10 manzanas) es posible obtener un excedente de la producción sobre el volumen de autoconsumo, que se comercializa por lo que esta forma de producción es catalogada como de transición a la agricultura de mercado.

Asimismo se señaló que el sistema moderno de manejo de cultivo, se subdivide en dos grupos cuya diferencia principal es el nivel de capitalización; se cultiva productos de exportación (café, caña de azúcar, etc.) y en menor grado los granos básicos; extensiones entre 10 y 100 manzanas; productividad alta; cultivos en buenas tierras (parámetros fisicoquímicos y agronómicos); nivel de infraestructura, tecnología y actualización en concordancia con el nivel de capitalización; producción integrada al mercado y fuente principal de ingresos. Ambos sistemas de cultivo priorizan la rentabilidad económica sobre los otros dos criterios de sostenibilidad: distribución equitativa y conservación de recursos naturales.

Un aspecto importante que se señaló en dicha investigación, es que los rendimientos del sector agropecuario como de cualquier actividad económica dependen de las restricciones del mercado. En el subsector agrícola la oferta en el mercado nacional de granos básicos por parte de los productores nacionales es menor que la demanda, por lo que las importaciones han mostrado una tendencia al alza como producto del déficit alimentario. Algunas importaciones se hacen con precios concesionarios, que aunado a las donaciones, tienden a bajar el precio en el mercado. La oferta interna de arroz en el país es también menor que la demanda y la oferta externa puede ingresar con precios menores (arroz de Asia).

También resaltaron los autores del trabajo en mención que, los precios internacionales del café han mostrado en las últimas décadas una tendencia a la baja, desde la ruptura del sistema de cuotas, que permitió por un lado que grandes productores como Brasil aumentaran su oferta externa y los grandes consumidores crearan inventarios. La demanda interna de azúcar es satisfecha con la oferta interna, por cierto a un precio casi equivalente al doble del precio internacional, que además suple una cuota asignada del mercado de Estados Unidos y el excedente se derrama en el resto del mercado internacional. El precio en el mercado de Estados Unidos es mayor que en resto del mundo.

Señalaron además que en el subsector pecuario la oferta interna de leche tiene fuertes desincentivos debido a los programas de ayuda alimentaria y sobre todo a las importaciones de volúmenes importantes a precios concesionales. La oferta externa en particular la de Honduras y Nicaragua de ganado vacuno en pie para abastecer la demanda interna de carne, ingresa con precios más bajos que los nacionales, porque los costos de producción de los hatos extensivos en esos países son mucho menores que en el país.

Degradación ambiental de la zona costera.

Como se menciona en el marco conceptual del presente diagnóstico, los sistemas y sectores son impactados por un sinnúmero de presiones, que interactúan provocando efectos sinérgicos sobre el sistema o sector. Una característica biofísica que determina en gran medida la sensibilidad y vulnerabilidad es la degradación ambiental. En una de las investigaciones¹⁸⁰, se describe que entre los factores que determina la degradación ambiental, está el uso inapropiado y sin supervisión técnica de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas), que está generando un daño ecológico en muchos casos irreversibles. También indican que otra amenaza al medio ambiente son los derrames de petróleo. Mencionan que en 1977 ocurrió una fuga en el oleoducto de Acajutla y aunque no se hizo una evaluación completa del impacto ambiental, al menos 10 km de playa se vieron afectadas. Es necesario para evaluar el impacto de un derrame estimar la pluma del contaminante con mediciones fisicoquímicas y si es posible con organismos indicadores como los moluscos filtradores.

Asimismo dentro del marco conceptual, en el capítulo de adaptación se menciona que el IPCC recomienda que sean examinadas a detalle aquellas actividades humanas que incrementan el grado de vulnerabilidad, es decir que son desadaptativas. En El Salvador, el manejo no sostenible de los recursos naturales en la zona costera, es un ejemplo de dichas actividades y tiene como efecto: reducción de la cobertura de bosques densos y salados; pérdida de suelo; la contaminación y salinización de las aguas superficiales y subsuperficiales¹⁸¹.

¹⁸⁰ Monterrosa de Tobar, 1999: Evaluación de los impactos del cambio climático en la zona costera de El Salvador. Sector agropecuario.

¹⁸¹ Feenstra, J., et al., 1998: Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies, version 2.0. UNEP Country Studies Program.

En una de las investigaciones mencionadas¹⁸², se señaló que la competencia por el uso del suelo entre la agricultura, ganadería, explotación de sal, acuicultura, vivienda y generación de servicios ambientales, ha llevado a una reducción de la vegetación primaria. La pérdida de vegetación hace más sensible al sistema zona costera a los efectos de las variaciones del clima (extremas y no) por la pérdida de protección. El suelo sobre todo en ciertas áreas como laderas o pendientes pronunciadas así como desembocaduras y riveras de los ríos son más susceptibles de ser erosionados por procesos de arrastre (agua) y si está combinado con la pérdida de vegetación también queda expuesto a la erosión eólica. La salinización de los suelos es originada por el efecto combinado del mal manejo de las aguas de riego y por la pérdida de la vegetación como filtros naturales. La contaminación tiene su origen principalmente en el mal manejo de los desechos sólidos y en el uso excesivo de plaguicidas en el cultivo del algodón.

En el trabajo antes mencionado se señaló que el sector agropecuario depende del manejo sostenible de los recursos: 1) suelo y 2) agua. El estado actual del suelo es dramático si tomamos en cuenta que únicamente el 12% del territorio nacional tiene cobertura boscosa; la deforestación de las orillas de las cuencas ha propiciado una pérdida de suelo que se refleja en el azolvamiento de las presas hidroeléctricas; se estiman pérdidas de suelo entre 9.9 y 55 Tm/has/año; el panorama anterior lleva a una pérdida acelerada de fertilidad y por consiguiente la reducción de la productividad. Las proyecciones que se tienen de la cobertura vegetal sugieren que para 1990 la extensión se redujo al 6% del territorio nacional.

También se indico en el estudio en mención que el estado actual del agua es también critico debido a que el 90% de los ríos están de moderado a altamente contaminados con materia orgánica particulada y en suspensión proveniente del arrastre de sedimentos, nutrientes mayores provenientes de los fertilizantes, metales pesados y tóxicos químicos provenientes de desechos industriales. Con relación al balance de agua superficial, se estima que la demanda total (uso agrícola y consumo humano) es de 988 m³/s y la disponibilidad para 1990 era de 697 m³/s por lo que había un déficit de 291 m³/s. El alto grado de contaminación en que se encuentran las principales cuencas hidrográficas ha llevado al proceso de eutroficación y se ha documentado en un estudio reciente realizado por el laboratorio de calidad integral de FUSADES en el río Lempa (buscar referencia).

Manifestaciones del cambio climático que pueden interactuar con el sector agropecuario en la zona costera.

El cambio climático se manifiesta en diferenciales de la temperatura del aire superficial, los regímenes de la precipitación, el nivel del mar, la variabilidad climática y ECE, la circulación oceánica y atmosférica. Como el cambio climático es un fenómeno de largo período sus efectos directos son en esa escala temporal. Así para El Salvador los escenarios de cambio climático proyectan un incremento de la temperatura y una intensificación de la canícula.

En una de las investigaciones¹⁸³, se describió algunas de las manifestaciones del cambio climático. Retomando la información generada por los escenarios de cambio climático para El Salvador¹⁸⁴ y las proyecciones del incremento global del nivel del mar¹⁸⁵.

Con relación a la temperatura y precipitación las proyecciones que se obtienen con los escenarios de cambio climático son: para el horizonte 2020, el rango de temperatura es 0.8° a 1.1° C y el rango de precipitación es -11.3% a +3.5%, para el 2050, 1.4° a 2.1° C y -21.0% a +6.4%; para el 2100, 2.5° a 3.7° C y -36.6% a +11.1%.

¹⁸² Monterrosa de Tobar, 1999: Evaluación de los impactos del cambio climático en la zona costera de El Salvador. Sector agropecuario.

¹⁸³ Monterrosa de Tobar, 1999: Evaluación de los impactos del cambio climático en la zona costera de El Salvador. Sector agropecuario.

¹⁸⁴ Centella A., et al., 1998: Escenarios de Cambio Climático para la Evaluación de Impactos en El Salvador.

¹⁸⁵ IPCC WGI, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. p. 385.

De las proyecciones del incremento global del nivel del mar que propone el IPCC, el autor del estudio retomó tres escenarios para el horizonte 2100: 0.13 m, con sensibilidad climática de 1.5° C y concentración de aerosoles variable después de 1990; 0.49 m, con 2.5° C y concentración variable; 0.55 m con 2.5° C y concentración de aerosoles constante después de 1990; 0.94 m con 4.5° C y concentración variable; 1.10 m con 4.5° C y concentración constante.

Impacto potenciales del cambio climático sobre el sector agropecuario en la zona costera.

Como se menciona en el marco conceptual del presente estudio, el grado de vulnerabilidad de un sistema o sector se puede evaluar por los impactos potenciales que genera el agente causal sobre la unidad de exposición, en función del grado de sensibilidad y que sobrepasa la capacidad de adaptación. El grado de sensibilidad del sector agropecuario depende del tipo de agricultura, degradación ambiental y restricciones del mercado, entre otros. La capacidad de adaptación en sectores socioeconómicos requiere de tiempo y puede ser extremadamente costosa. En la investigación desarrollada en el sector agropecuario en la zona costera, se identificaron los siguientes impactos potenciales.

Pérdidas por sequía en la producción. La sequía se puede presentar como consecuencia de la intensificación de la canícula o de los eventos ENOS (fase El Niño). Para el año 2025 se estima que la pérdida por sequía en los granos básicos será de US\$ 10.9 millones bajo el escenario socioeconómico programado. El impacto de la sequía sobre la ganadería es indirecto por sus efectos en la producción de pastura, o por el estrés de los animales por las condiciones climatológicas (sin lluvia y con temperaturas altas). El comportamiento de las especies marinas con relación a las manifestaciones del cambio climático no es homogéneo. Por ejemplo en el caso del camarón que es un organismo bentónico, localizado en bandas paralelas a la costa dependiendo de la subespecie (*L. Vannamei*, *L. Stilyrostris*, *L. Californiensis*, *L. Occidentalis*) y cerca de las desembocaduras de los ríos, la sequía propicia que el camarón migre mar adentro buscando condiciones fisicoquímicas y de disponibilidad de alimento óptimas.

A partir de la variación anual de la captura del camarón se puede deducir que la pesca es mayor en los meses de la época seca fría (noviembre-febrero) y es menor en la época lluviosa caliente (junio-septiembre). Considerando algunos elementos de la dinámica poblacional se puede considerar como hipótesis que la abundancia relativa de organismos adultos de las distintas subespecies de camarón en aguas costeras es más sensible a la temperatura que a la precipitación, a pesar de que prefiere el hábitat con sedimentos terrígenos y cercanos a los esteros para facilitar el transporte de las larvas dentro de las áreas de criaderos. Una estimación de las pérdidas en el subsector pesca por efectos del evento ENOS (fase El Niño, decremento de la precipitación), es de 16% para la pesca artesanal y 23% para la pesca industrial.

Pérdidas por inundación en la producción. Las inundaciones se pueden presentar como consecuencia del incremento del nivel del mar, o en la presencia de eventos ENOS (fase La Niña). Aunque en el ámbito global no existe una tendencia consistente de un incremento de ECE, en el ámbito regional, en donde se ha estudiado, si existen evidencias de cambios en la variabilidad climática y ocurrencia de ECE, en algunas regiones ha aumentando y en otras ha disminuido. Bajo el supuesto de que la región de América Central ha mostrado una tendencia consistente al incremento de la variabilidad climática y ocurrencia de ECE, se pueden presentar inundaciones en tierras bajas por marejadas o correntadas.

Las proyecciones de las pérdidas en la producción de granos básicos por efecto de las inundaciones para el año 2025 son de US\$27.4 millones bajo el escenario socioeconómico programado. Las pérdidas en el subsector ganadero por inundaciones proyectadas se estiman por la pérdida de productividad de los pastos que puede llegar hasta el 100%. En el subsector acuícola las inundaciones tienen efectos inmediatos y mediatos. Entre los primeros están el desbordamiento de los estanques con la consecuente pérdida de la cosecha. Entre los segundos está la alteración de las propiedades del agua inclusive en el ámbito microbiológico, propiciando el incremento de las enfermedades.

Efectos de la elevación del nivel del mar. Las inundaciones como consecuencia del incremento del nivel del mar y las consecuentes pérdidas en los cultivos de granos básicos, sal, camarón y bosque salado, se estimaron bajo diferentes escenarios de cambio climático. En granos básicos bajo el escenario pesimista de un incremento de 1.1 m en el nivel del mar, se estima una pérdida de US\$16.9 millones. La proyección de la pérdida de bosque salado bajo el escenario pesimista (1.1 m) es dramática porque se estima que el 80% de los bosques salados en el área de estudio se perderían. A reserva de que estas estimaciones tienen varias fuentes de incerteza, lo que esto significaría sería la pérdida de uno de los ecosistemas que proporciona más servicios ambientales (reproducción, crecimiento, protección de especies marinas, captura de carbono, anidamiento, filtración de sales para los suelos, etc.). De hecho un impacto generado por el incremento del nivel del mar es la salinización de los mantos acuíferos y del suelo.

Perturbaciones y pérdidas de ecosistemas naturales. Además de las pérdidas en la productividad y producción del sector agropecuario, las principales manifestaciones del cambio climático (modificaciones en la temperatura, precipitación y nivel del mar), impactarán a la zona costera ocasionando pérdida de servicios ambientales (hábitats, mantos acuíferos, biodiversidad, especímenes, suelo, bosques).

Pérdida de infraestructura, bienes y vidas en los asentamientos humanos y de fuentes de trabajo. Las pérdidas en infraestructura se observaron a lo largo de los cauces de los principales ríos. Tal fue el caso de estanquerías de cultivo de camarón localizada en Puerto Parada, Bahía de Jiquilisco, Usulután, que fueron dañadas con el desbordamiento del río Grande de San Miguel. Muchos de los asentamientos humanos localizados en áreas frágiles aledañas al paso de los ríos fueron destruidos. Las pérdidas de empleo ocasionada por el cambio climático, se pueden estimar para cada cultivo. Así los granos básicos que requieren 35 días/persona/ha que relacionado con el área de siembra de esos cultivos en la zona costera se estima una pérdida de 1.75 millones de días/persona que equivale a US\$ 7 millones de salarios no pagados. Finalmente en el subsector pesquero se estima que las pérdidas de empleo serían de 736 días/persona para la pesca artesanal y 144 días/persona para la pesca industrial, que convertido a unidades monetarias significa US\$ 3.3 millones de salarios no pagados aumentando la pobreza en la zona costera y haciéndola más vulnerable.

Medidas de adaptación al cambio climático para la zona costera.

En el marco conceptual del presente diagnóstico se describe que las manifestaciones del cambio climático impactan sobre las unidades de exposición y estas pueden adaptarse de forma autónoma, pero sobre todo con base en medidas exógenas que se diseñen, propongan y ejecuten, es decir una estrategia o política de adaptación. Además de las características biofísicas y socioeconómicas de la unidad de exposición, se deben identificar la serie de prácticas de desadaptación que aumentan la sensibilidad, como el grado de degradación ambiental. El ordenamiento del uso de los recursos naturales (suelos, hídricos, aire) reducirá el grado de vulnerabilidad de la unidad de exposición.

En el capítulo de adaptación del marco conceptual se menciona que aunque el cambio climático no es considerado en su origen natural, el cómo responde la unidad exposición ante la variabilidad climática o a los eventos climáticos extremos, proporciona información sobre sus respuestas espontáneas. La identificación de aquellas prácticas que hacen más vulnerable al sistema o sector bajo estudio, ayudan en la definición de la estrategia de adaptación. Un elemento importante de una estrategia de adaptación, debe ser el marco institucional responsable del diseño y ejecución de las medidas de gestión ambiental.

En el capítulo de vulnerabilidad e impactos del marco conceptual se dice que la evaluación del grado de vulnerabilidad incluye la estimación de los costos y beneficios de las medidas de adaptación. La base del análisis económico debe partir de estudiar la relación que existe entre el estado del recurso natural y su grado de gestión. Por ejemplo los recursos hídricos tienen un enorme valor de uso para el ecosistema y la sociedad (generación de energía, agricultura, consumo humano, medio de producción, entretenimiento, etc.) Para determinar el costo-beneficio de una medida de adaptación que en forma genérica consista en la adopción del uso eficiente del recurso, se requiere conocer la disponibilidad del recurso (cuantos m³ por habitante), así como la demanda actual (m³ por habitante). El beneficio, servicio ambiental: conservación del recurso, se puede costear de manera indirecta a partir de la estimación del costo de ejecución de la medida de adaptación, tomando como base el valor en unidades monetarias de la demanda del recurso hídrico.

La investigación sobre los efectos del cambio climático sobre el sector agropecuario en la zona costera¹⁸⁶, describió como lineamientos y medidas generales para reducir la vulnerabilidad de la zona costera ante el cambio climático, las siguientes:

Gestión ambiental sostenible.

Reducir los factores que incrementan la sensibilidad del medio ambiente, fomentando el manejo sostenible de las cuencas hidrográficas, con medidas de conservación de suelos, control de incendios y buenas practicas agroforestales. Identificar las áreas de alto riesgo, para la formulación de un esquema de ordenamiento territorial. Crear un marco institucional que regule el uso de la zona costera. Las instituciones involucradas son Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Defensa, entre otros. Comparar los costos de las diferentes opciones de adaptación en unidades monetarias, así como los beneficios en unidades comparables (vidas salvadas, especímenes salvados, área no inundada, etc.). Se requiere información sobre la probabilidad de ocurrencia del evento; impactos esperados; costo de la medida de adaptación; factor de reducción de los impactos con la medida de adaptación.

Evaluación de impactos biofísicos y socioeconómicos del clima.

Incluir en la evaluación de los impactos potenciales al cambio climático, los asociados a la variabilidad climática y a los eventos climáticos extremos.

Evaluación de la vulnerabilidad de la zona costera.

Estimar la vulnerabilidad haciendo comparaciones con los efectos positivos y negativos, de eventos climáticos extremos y no extremos, ocurridos en el pasado o en regiones con características biofísicas y socioeconómicas similares.

Implementar un marco institucional para reducir la vulnerabilidad.

El marco institucional tendrá los siguientes objetivos: identificación oportuna de amenazas potenciales, respuesta oportuna a emergencias y manejo de la rehabilitación y reconstrucción.

Ordenamiento territorial integral de la zona costera.

Algunas de las actividades a desarrollar para ordenamiento integrado de la zona costera son las siguientes. Elaborar inventario de recursos naturales bióticos y abióticos de la zona; identificar los servicios ambientales que prestan estos recursos; promocionar el uso de los recursos para la generación de servicios ambientales que a su vez puedan generar empleo, alimento y divisas; aumentar la productividad de las actividades humanas con la transferencia y adaptación de tecnologías; ejecutar la ley de Medio Ambiente con la aplicación del reglamento sobre la protección de la zona costero-marina; promover la conservación de los recursos naturales primarios: aire, suelo y agua.

¹⁸⁶ Monterrosa de Tobar, 1999: Evaluación de los impactos del cambio climático en la zona costera de El Salvador. Sector agropecuario.

Aplicar los principios del desarrollo sostenible en las zonas costeras.

Otorgar importancia estratégica a la ordenación de los recursos costeros renovables; reconocer la necesidad de mantener la integridad del sistema costero; elaborar estrategias de ordenación integrada que permitan una utilización múltiple de los recursos costeros; combinar una ordenación a gran escala con una ordenación de objetivos específicos; hacer participar a la población local en el proceso de planificación.

En la investigación recién mencionada describen posibles medidas de adaptación para la actividad agropecuaria en la zona costera, divididas en cuatro grupos: estructurales, no estructurales, agronómicas y de sostenibilidad para el sector pesquero.

Medidas estructurales.

Se refiere a toda aquella obra de construcción en el cauce del río para facilitar el caudal cuando este aumenta hasta en un orden de magnitud. En un primer grupo están aquellas construcciones que refuerzan la geometría natural de la cuenca: dragado de fondo para aumentar capacidad de flujo; gaviones para protección de las cárcavas; bordas en las paredes laterales para evitar la erosión e inundaciones.

En otro grupo están aquellas construcciones que controlan la capacidad (energía, volumen) de la cuenca: reservorios de descarga que consiste en disipadores de energía, compuertas, reservorios laterales; diques de retención para usos varios (acuicultura, agricultura, producción de energía, etc.); distritos de riego para diversificación de cultivos y ciclos de rotación.

Medidas no estructurales.

Son aquellas medidas que buscan mediante el manejo sostenible de recursos naturales reducir el grado de vulnerabilidad. Entre estas se puede mencionar la gestión del uso del suelo, cuencas hidrográficas, planicies inundables y cobertura vegetal. En El Salvador la planificación del uso del suelo es urgente dado el alto grado de deterioro. La planificación debe basarse en la combinación de una priorización del uso (servicios ambientales, agricultura, urbano, etc.) y la capacidad de uso con base a las propiedades físicoquímicas.

En El Salvador la cuenca hidrográfica del río Lempa ocupa cerca del 49% del territorio nacional, por lo que su manejo integrado permitirá en principio resolver en gran medida los problemas asociados con la degradación ambiental (deforestación, pérdida de suelo, contaminación, desbordes, inundaciones, etc.) y por ende con el grado de vulnerabilidad. Parte de las cuencas hidrográficas son las planicies de inundación que con pendientes menores al 1% son consideradas de alto riesgo. Estas áreas pueden ser ocupadas para la agricultura dado que los costos de control de inundaciones son menores que si son ocupadas para asentamientos humanos.

La capacidad de uso del suelo definirá donde y que especies pueden sembrarse para restablecer el balance en el ecosistema. La combinación de información geográfica de diferentes fuentes (imágenes de satélite, fotos aéreas, mediciones de campo, proyecciones, etc.), con la ayuda de programas de manejo de bases de datos, permite lo que se conoce como Sistemas de Información Geográfica (SIG), que pueden apoyar el proceso de planificación.

Medidas agronómicas.

Son aquellas medidas que incorporan a las variables climáticas en el diseño de los procedimientos del manejo del cultivo, con el objetivo de aumentar la capacidad de adaptación al cambio climático. Tomando en cuenta las proyecciones que se obtienen con los escenarios de cambio climático, habrá que implementar el manejo integrado de las plagas; en la post cosecha; variedades resistentes a la sequía o a suelos con mayores concentraciones de sales; cambiar las fechas de siembra; diversificación de cultivos; modificación de las técnicas de cultivo; de preparación de suelos.

Medidas de adaptación para el sector pesquero.

Las medidas sugeridas van en la dirección de buscar la gestión sostenible del sector combinando la conservación de los recursos marinos con el desarrollo económico. Estimar el rendimiento máximo sostenible de las poblaciones de los recursos con valor comercial; incorporar en los planes de desarrollo de la zona costera a los asentamientos humanos; preservar la biodiversidad y proteger a las especies en peligro de extinción; promover la recuperación de poblaciones agotadas; identificar y controlar las fuentes de contaminación de actividades humanas desarrolladas en tierra firme; sustituir las artes de pesca no selectivas.

Proyectos encaminados a la reducción de la vulnerabilidad.

En El Salvador existe la preocupación por el manejo integrado (conservación más desarrollo) de las cuencas hidrográficas. Todas las cuencas hidrográficas poseen deltas, lagunas costeras, esteros, pequeñas bahías, en su conexión con el mar. Estas áreas además de representar zonas de asentamientos humanos, de producción agrícola, acuícola, entretenimiento y turismo, son vulnerables a las modificaciones en la escorrentía que a su vez es función de la precipitación, que según las proyecciones de los escenarios de cambio climático se vera modificada. El Ministerio de Agricultura y Ganadería tiene un conjunto de proyectos orientados a reducir las inundaciones a lo largo y en la desembocadura de los ríos: Control Integral de Crecidas en el Río Grande de San Miguel; Plan Maestro de Desarrollo Agrícola Integrado en la Cuenca del Río Jiboa; Manejo de la Cuenca del Río Lempa; Manejo de la Cuenca del Río Paz.

5.3.3. Investigación sobre la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector seguridad alimentaria.

La seguridad alimentaria se define como "aquel estado en el cual las personas gozan, en forma oportuna, del acceso físico, económico y social a los alimentos que necesitan en calidad y cantidad, para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizándoles un estado de bienestar general que coadyuve al logro de su desarrollo"¹⁸⁷.

En 1999, se realizó una investigación en el marco de la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático¹⁸⁸, cuyos objetivos fueron: evaluación científica de los posibles impactos y medidas de adaptación requeridas por los sistemas/sectores analizados; construcción de modelos de análisis para la elaboración de estrategias de respuesta que combinen medidas de adaptación al cambio climático. A continuación se describen los resultados más relevantes de la investigación, siguiendo el esquema presentado en la introducción de la presente sección.

Importancia socioeconómica de la producción de granos básicos.

En la investigación se menciona que al igual que el resto de la actividad agropecuaria, la producción de granos básicos ha tendido a disminuir su participación porcentual dentro del PIB en los últimos años. Sin embargo, el subsector continúa revistiendo una importancia estratégica, no solo para el sector agropecuario, sino también para la economía salvadoreña en su globalidad, dada la preeminencia que los granos básicos tienen dentro de la canasta básica alimentaria de la población y el hecho de que, en su mayor parte, son producidos por pequeños productores agrícolas, lo cual constituye su cultivo en fuente fundamental de ingreso y/o autoconsumo para una importante fracción de la población rural.

Asimismo se menciona en el trabajo que de acuerdo a una caracterización de los productores de granos básicos elaborada por el Ministerio de Agricultura y ganadería, en El Salvador y en el año de 1995, habría cerca de 240,266 productores de granos básicos (sin contar las cooperativas de la Fase I de la reforma agraria), que considerando familias de 6 miembros, correspondería a una población aproximada de 1,441,600 habitantes, de los cuales el 36% se encontrarían en situación de extrema pobreza y 41% en situación de pobreza.

¹⁸⁷ INCAP/OPS, 1994: Documento de la reunión Centroamericana sobre seguridad alimentaria y nutricional.

¹⁸⁸ Solorzano et al., 1999: Evaluación rápida del cambio climático en los ecosistemas forestal, cafetal y agroalimentario y su relación con el sistema urbano y la salud de la población.

En el estudio se describió las características socioeconómicas del sector seguridad alimentaria que se describen son: producción; área sembrada; rendimientos; disponibilidad de alimentos; tendencia de las importaciones y exportaciones; acceso a los alimentos. La línea de referencia es para los períodos 1961-1995, 1989-1999 o el año 1995 y en caso contrario será especificado.

Con relación a los rendimientos el estudio mencionó que los niveles de productividad de los cultivos de granos básicos (maíz, frijol, arroz) han presentado tendencias similares. En el caso del frijol en el subperíodo 1984-89 la tendencia fue decreciente, mientras que en el subperíodo 1990-95 fue creciente. Por el contrario, los cultivos de maíz y arroz incrementan su productividad durante el primer subperíodo y decrecientan en el segundo subperíodo, no habiéndose cumplido con las expectativas de rendimientos.

En cuanto a la disponibilidad de alimentos, en el trabajo se describió que en El Salvador se observan grandes desequilibrios y desafíos para asegurar la disponibilidad adecuada, oportuna y suficiente de alimentos que conforman la dieta básica, especialmente en aquellos sectores en condiciones de pobreza y dentro de ellos, los grupos biológicamente más vulnerables (niños menores de cinco años, mujeres embarazadas y en lactancia materna), así como los grupos de riesgo por características propias como son los escolares, mujeres, adolescentes y ancianos. Para analizar la disponibilidad de alimentos para consumo humano en cada uno de los granos básicos incluidos en el estudio, se determina la producción de cada uno de ellos más las importaciones y se le restan las exportaciones, las cantidades destinadas al consumo animal, las pérdidas y las cantidades destinadas a formación de reservas y materias primas para procesos industriales. Al relacionar la disponibilidad con la necesidad o demanda de la población, medida en términos de producción y establecida en función de la canasta de alimentos, se calcula la brecha alimentaria para los productos en estudio.

Las tendencias de las importaciones y exportaciones se describieron en la investigación como a continuación se detalla. La exportación de granos básicos en El Salvador es una cantidad que no ejerce mayor influencia sobre la oferta global, sin embargo ello puede sufrir modificaciones en función de la reducción de aranceles y los precios prevalecientes en el mercado centroamericano. La importación de granos básicos por su parte ha mostrado una tendencia al alza debido al déficit alimentario provocado por la oferta insuficiente. Las donaciones y la importación bajo condiciones de precios concesionarios han afectado el precio domestico al ingresar a un precio más bajo.

En el tema de acceso a los alimentos el estudio señaló que la problemática de la seguridad alimentaria no solamente tiene que ver con la disponibilidad de alimentos, sino que también implica la posibilidad de la que la población pueda adquirirlos. En la economía salvadoreña, como en la mayoría de los países en desarrollo, el acceso a los alimentos puede lograrse ya sea a través del empleo e ingreso que este genera, o por la producción de granos básicos dirigida al autoconsumo.

Otra información relevante en el trabajo es que el ingreso per capita nacional para 1994 fue de US\$1,440, siendo US\$2,200 en la zona urbana y US\$500 en la zona rural (anual). El precio de la canasta básica alimentaria en el área rural en 1995 fue de US\$1,100 y en el área urbana US\$1,512. Con esta relación de ingreso-precio la mayoría de la población rural no puede acceder a la canasta básica de alimentos. En el área urbana, el salario mínimo es de US\$1,550, lo que indica que la mayoría del ingreso tendría que ser destinado a la adquisición de los alimentos.

En la investigación se describió que existen dos maneras para estimar el nivel de pobreza: la línea de pobreza (LP), que identifica al número de pobres contrastando el nivel de ingresos con el costo de la canasta básica de alimentos y el de las necesidades básica insatisfechas (NBI), el cual considera pobres a los hogares que no satisfacen al menos una de las siguientes necesidades: vivienda con servicios básicos, asistencia escolar de menores entre 7 y 12 años y el grado de hacinamiento.

De igual manera en el estudio se resalto que en El Salvador, las estimaciones de pobreza se efectúan por lo general con base al precio de la canasta básica de alimentos como punto de corte para la determinación de la pobreza extrema y para la pobreza relativa la canasta ampliada la cual es dos veces la canasta de alimentos. Una de las conclusiones de la Encuesta de Hogares y Propósitos Múltiples realizada en 1992 y 1994 es que, menos de la cuarta parte de la población salvadoreña y más de la tercera parte de la población rural, no dispone de ingreso suficientes para sufragar sus necesidades de alimentación, por lo que la pobreza y la inseguridad alimentaria han aumentado en el período analizado, afectando especialmente a la población femenina.

Vulnerabilidad del sector agroalimentario.

En la investigación se menciona que en lo relativo a los efectos del clima sobre la producción de granos básicos, se han realizado diferentes estudios, más aun ante la presencia del evento ENOS, de consecuencias variadas en la producción. Según un informe¹⁸⁹ el efecto histórico en la producción de granos básicos es significativo, con reducción promedio en los rendimientos, debido a las sequías, de 14% en maíz blanco, 9% de maicillo, 13% en arroz y 8% en frijol cuando se comparan con años normales. Adicionalmente, las lluvias anormales, como suele ocurrir en presencia del evento ENOS (fase El Niño), provocan pérdidas del 13% en el rendimiento del frijol, 23% en maíz blanco y 15% en sorgo, 25% en arroz¹⁹⁰.

En el trabajo en mención se refirió que las variables climáticas consideradas en el estudio han sido analizadas y se ha encontrado una fuerte relación entre las variaciones del campo medio de temperatura y del régimen de precipitación, con la producción de granos básicos y en general con todos los cultivos¹⁹¹.

Con relación a la producción en la investigación se describió que históricamente la variabilidad climática ha afectado la producción de granos básicos, reduciendo los rendimientos. El evento ENOS se ha manifestado en el país causando daños considerables en los años agrícolas de 1986-87, 87-88, 91-92, no habiéndose cumplido las expectativas en la producción. EL ENOS ha afectado directamente el régimen pluvial (distribución de lluvias) en la transición de la estación seca a la lluviosa, haciendo que la primera estación se prolongue, impactando el crecimiento y las cosechas de los cultivos.

En cuanto al área sembrada el estudio señaló que para el establecimiento de la línea de referencia, se presenta el resultado del análisis de las áreas consideradas optimas para el cultivo de los principales granos básicos que la población salvadoreña destina a su alimentación, con base a variables climatológicas (temperatura y precipitación) y topográficas (altitud): para el maíz se estima 5,346.43 km²; frijol, 4,718.89; arroz, 5,632.91.

Manifestaciones del cambio climático que pueden interactuar con el sector agroalimentario.

En la investigación en mención se refirió al estudio que describe los escenarios de cambio climático para El Salvador¹⁹², donde se presentan las proyecciones del clima futuro con cambio climático.

En el estudio resalto aquellas proyecciones que pueden tener injerencia en el desarrollo del sector agroalimentario: tendencia clara hacia la intensificación de la canícula en los meses de julio a septiembre; incremento de la temperatura durante todos los meses del año, sin variaciones en la estructura de la variación anual; son proyecciones del clima futuro para horizontes discretos y no describen la variabilidad climática interanual.

Es posible estudiar las proyecciones de la variabilidad climática interanual, si se trabaja con las salidas de los experimentos transitorios de los MCG.

¹⁸⁹ OAPA, MAG, 1998: Coyuntura.

¹⁹⁰ OAPA/MAG, 1998: Revista Coyuntura.

¹⁹¹ FAO/ECOCROP.

¹⁹² Centella A., et al., 1998: Escenarios de Cambio Climático para la Evaluación de Impactos en El Salvador.

En la investigación retomo los valores discretos de las proyecciones para ciertos horizontes, con los cuales plantea algunas combinaciones. Para el año 2020, la temperatura podría ser +1.1° C y la precipitación -11.3%, mientras que para el año 2100, la temperatura sería 3.5° C y la precipitación 36.6%. La segunda combinación que presentan es que para el 2020, la temperatura sería +1.1° C y la precipitación +3.5% y para el 2100, +3.5° C y +11.1%.

Proyecciones del sector agroalimentario sin considerar el cambio climático.

Como se menciona en el marco conceptual para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático en un sistema o sector, se requiere estimar las proyecciones de los indicadores biofísicos y socioeconómicos sin el cambio climático y las proyecciones con el cambio climático. La diferencia entre estos escenarios define los impactos biofísicos y socioeconómicos generados por el cambio climático sobre el sistema o sector.

En la investigación los escenarios que se describieron son de dos tipos: programado, que coincide con la proyección con la cual trabajan las instituciones gubernamentales o líderes en sus respectivas áreas, considerando el conjunto de políticas, acciones y proyectos en marcha; tendencial, que refleja la tendencia manifestada en los últimos años, la cual se mantendrá o variara muy poco y podría cambiar drásticamente por razones coyunturales.

Escenario programado.

Las proyecciones de las áreas sembradas para el horizonte 1995-2000, fueron calculadas con base a datos de la DGEA¹⁹³ y la estimación de la FAO de un crecimiento del 1% anual hasta el 2020 y constante en adelante. Las proyecciones de los rendimientos para el horizonte 2000-2100, fueron calculadas sobre la base de las tendencias observadas en el período 1961-1995. Las proyecciones de la población para el horizonte 2020-2100, fueron las del escenario programado con tasa de crecimiento decreciente (para el 2100, 0.00)¹⁹⁴.

En el estudio con base en la disponibilidad de alimentos y a las proyecciones de población, se hizo una estimación de las necesidades de granos básicos en función del consumo esperado, tomando como punto de referencia los requerimientos individuales, los cuales son de 307.35 de maíz, 44.77 de frijol y 31.73 gr/persona al día de arroz.

Se describió en el trabajo que la comparación entre la oferta y la demanda de granos básicos refleja en la brecha de alimentos entre producción y necesidades para cada uno de los granos básicos, un creciente déficit, mayor en maíz y menor en arroz. Sin embargo, si la disponibilidad externa es grande y suponiendo que las Reservas Internacionales Netas (RIN) son suficientes, se puede suplir el déficit de la brecha vía importaciones.

Escenario tendencial.

Las proyecciones de áreas sembradas fueron calculadas de igual forma y para el mismo horizonte que el escenario programado. Las proyecciones de los rendimientos para el horizonte 2000-2100, fueron calculadas considerando el 70% de la tendencia del período 1961-1995. Las proyecciones de la población para el horizonte 2020-2100, fueron las del escenario tendencial con tasa de crecimiento decreciente (para el 2100, 0.30)¹⁹⁵.

¹⁹³ Dirección General de Estadística Agropecuaria.

¹⁹⁴ Umaña, 1998: Escenarios socioeconómicos para la evaluación de los impactos del cambio climático en El Salvador.

¹⁹⁵ Umaña, 1998: Escenarios socioeconómicos para la evaluación de los impactos del cambio climático en El Salvador.

La investigación menciona que al analizar el escenario tendencial donde prevalece el incremento en la población con relación a la estimación del escenario programado y con una disminución de un 30% en la producción de alimentos, se tiene que la brecha alimentaria (diferencia entre la necesidad y producción por grano básico) tiende a abrirse a niveles verdaderamente alarmantes, encontrándose el mayor déficit en el maíz. Esta situación coloca a El Salvador en una situación de dependencia neta de las importaciones, al menos que se encuentren sustitutos de producción local para los granos básicos, lo cual parece ser una posibilidad remota.

Proyecciones del sector agroalimentario considerando el cambio climático.

Un aspecto que fue señalado en la investigación es que las variaciones en el clima y sus repercusiones en la seguridad alimentaria se han convertido en tema de diversas investigaciones, ya que ante el incremento de la población es necesario identificar las tendencias futuras de la disponibilidad de alimentos. De acuerdo a estudios realizados en el ámbito global se espera un incremento de la temperatura en promedio de 0.2° C por década, lo cual podría alterar el crecimiento de las plantas debido a las variaciones en la temperatura, precipitación y el potencial de fijación de nutrientes. Estos cambios en el clima también podrían generar el aumento de los eventos climáticos extremos, como el calentamiento de las latitudes altas, avance de la precipitación en el monzón hacia el polo y menor disponibilidad de agua subterránea¹⁹⁶.

Otra característica que fue señalada en el estudio es que existe consenso general de que un calentamiento de 1° C, sin cambios en la precipitación, haría disminuir las cosechas de maíz en 5%, pero un incremento combinado de 2° C en la temperatura y una reducción de la precipitación reduce la producción promedio en un 20%¹⁹⁷.

Se indicó en el trabajo que en el ámbito nacional las proyecciones que se obtienen con escenarios de cambio climático, de la temperatura del aire superficial son entre 0.8°, 1.1° C para el 2020 y entre 2.5°, 3.7° C para el 2100. Las proyecciones de la precipitación son entre -11.3%, 3.5% para el 2020 y entre -36.6%, 11.1% para el 2100¹⁹⁸. En el estudio en mención se definieron escenarios discretos de cambio climático, utilizando los valores extremos del intervalo de incerteza¹⁹⁹.

También se señaló en el trabajo que en El Salvador es muy escasa la literatura relacionada con la respuesta de los diferentes cultivos a las variaciones en la temperatura y la precipitación. Estos estudios se basan en la incidencia de los períodos secos durante la estación lluviosa, conocidos como canícula o veranillo, ya que aquí se presenta una marcada reducción de la cantidad de lluvia acompañada de un incremento en la temperatura media. La cuantificación de daños derivados por la canícula se han registrado únicamente para casos severos y no cuando el fenómeno ha sido de débil a moderado²⁰⁰.

De igual forma el estudio describió que las estimaciones de la pérdida promedio en las cosechas de granos básicos por efecto de la canícula en el período 1972-1997, es de 28% en maíz, 27% en frijol, 31% en maicillo y 22% en arroz. Lo anterior coincide con las investigaciones que plantean una reducción en la producción de maíz en 20%, con variaciones en las variables climáticas similares a las observadas en la canícula.

¹⁹⁶ Echecatl, 1996a: Boletín del Departamento de Meteorología del Centro de Ciencias de la Atmósfera. Volumen 1 No. 12.

¹⁹⁷ Echecatl, 1996b: Boletín del Departamento de Meteorología del Centro de Ciencias de la Atmósfera. Volumen 2 No. 3.

¹⁹⁸ Centella A., et al., 1998: Escenarios de cambio climático para la evaluación de impactos en El Salvador.

¹⁹⁹ Solorzano et al., 1999: Evaluación rápida del cambio climático en los ecosistemas forestal, cafetal y agroalimentario y su relación con el sistema urbano y la salud de la población.

²⁰⁰ Romano, 1997: Efectos Económicos y Sociales de las Sequías en El Salvador.

Otro aspecto que sobresalió en la investigación es que tomando como base las proyecciones para el horizonte 2020-2100 bajo el escenario programado²⁰¹, la población se estaría incrementando en 50% en el año 2020 y duplicándose para el 2100 con relación a 1995, lo cual conduce a un incremento de la demanda de alimentos en la misma proporción. Como se planteó con anterioridad esto crea una demanda insatisfecha, que se vería agravada aun más por las pérdidas estimadas de granos básicos ante las variaciones del clima proyectadas por los escenarios de cambio climático.

En el trabajo se indicó que la oferta de alimentos está determinada por la producción total obtenida en el ámbito interno y las importaciones cuando la demanda supera la oferta doméstica. En general, las tendencias de la oferta interna, aun sin cambio climático, ya apuntan hacia graves problemas para garantizar la alimentación a la población nacional, situación que se ve agravada por la potencial caída de la oferta interna al modificarse las variables temperatura y precipitación.

En el estudio se estimó la oferta doméstica de granos básicos a partir del área con potencial de producción, considerando dos variantes: reducción de rendimientos e incremento de producción. Para tal efecto se incluyeron las consideraciones siguientes:

Área con potencial de producción.

Las áreas con potencial de siembra para los granos básicos, bajo los escenarios de cambio climático, fueron calculadas siguiendo los requerimientos de precipitación y temperatura publicados por la FAO²⁰². Además se puede calcular el área proyectada de siembra que representa el área con posibilidad de uso en función de las proyecciones de los indicadores socioeconómicos²⁰³. Si además se incorporan en el análisis la capacidad de uso de suelo y la presión sobre el uso de suelo por la urbanización, las áreas estimadas pueden disminuir drásticamente.

Reducción de rendimientos.

Las pérdidas estimadas en las cosechas de los tres granos básicos (maíz, frijol, arroz), bajo la influencia del cambio climático fueron de 20% para el año 2020 y de 30%, 26% y 25% respectivamente para el año 2100. Combinando estos supuestos con los rendimientos que se obtuvieron con los escenarios programado y tendencial, es posible obtener las proyecciones de los rendimientos bajo los escenarios de cambio climático. Relacionando estos rendimientos con las áreas con potencial de siembra se obtuvieron la oferta de alimentos para los años 2020 y 2100 para los escenarios programado y tendencial y las proyecciones de los escenarios de cambio climático²⁰⁴.

Incremento de producción.

Considerando un incremento en la producción de 10% para todos los cultivos se obtuvieron las proyecciones de los rendimientos de alimentos para el año 2020 y 2100, para los escenarios programado y tendencial con cambio climático. La oferta de alimentos se obtiene de igual forma que para el caso anterior, aunque como es obvio los valores son mayores. Así por ejemplo la oferta de maíz para el año 2020 con reducción de rendimientos es de 485,900 de TM, mientras que con incremento de la producción es de 668,300 TM.

En la investigación se indicó que la brecha alimentaria está determinada por la demanda insatisfecha que se requiere suministrar a la población para satisfacer sus necesidades de alimentos. La situación de la oferta de alimentos bajo el escenario climático que reduce la productividad de los granos básicos, generará problemas serios de abastecimiento de alimentos, los cuales se agravan más bajo la situación de referencia.

²⁰¹ Umaña, 1998: Escenarios socioeconómicos para la evaluación de los impactos del cambio climático en El Salvador.

²⁰² ECOCROP 2.

²⁰³ CENSA/FAO/HOLANDA, 1999: Escenarios con cambio climático para los años 2020 y 2100 para granos básicos y café.

²⁰⁴ Solorzano et al., 1999: Evaluación rápida del cambio climático en los ecosistemas forestal, cafetal y agroalimentario y su relación con el sistema urbano y la salud de la población.

También se mencionó en el trabajo, que los cambios en la productividad de los cultivos como consecuencia de las modificaciones en las variables climáticas, tienen repercusiones en el ámbito social, las cuales se manifiestan en la salud, nutrición, educación y niveles de pobreza. En la medida que se reducen las producciones de los granos básicos, hay una marcada reducción de empleo y un incremento de precios, situación que incrementa los niveles de pobreza e insatisfacción de las necesidades básicas. Los cambios negativos en la dieta alimenticia, también inciden fuertemente en los niveles de mortalidad, morbilidad y esperanza de vida de la población.

En el estudio se describió que las modificaciones en el patrón de producción y productividad derivadas del efecto del cambio climático presenta modificaciones en el ámbito económico, afectando entre otras variables, el PIB nacional y sectorial, la generación de empleo, los precios y salarios, la tasa de inflación y la balanza comercial. El cambio climático también modificara el índice de inflación, por ser los alimentos uno de los componentes principales del calculo del Índice de Precios al Consumidor (IPC). Al respecto, estudios realizados indican que durante los años de sequía se han reportado incrementos inusuales en los precios de alimentos, de tal forma que es posible establecer una relación entre sequía e inflación.

Medidas de adaptación al cambio climático para el sector de granos básicos.

Ante los escenarios estudiados con relación a los granos básicos, se esperaría que existan mecanismos de ajustes social, tales como: las migraciones condicionadas por la crisis de la economía campesina y el incremento del área cultivada, con la finalidad de compensar las pérdidas ocasionadas por los efectos adversos del clima. Además de los ajustes anteriores, que podrán darse en forma no planificada y ocasionar otros problemas, se podrían impulsar algunas medidas de adaptación.

Es recomendable clasificar las medidas de adaptación, para fines comparativos entre estudios²⁰⁵. En la investigación se propusieron una serie de medidas, las cuales se han clasificado en cinco grupos.

Compartir pérdidas. Este tipo de respuesta adaptativa implica compartir los efectos negativos con un sector más amplio de la sociedad. La promoción del mercado de seguros y reaseguros de cosechas para compensar las pérdidas ocasionadas por desastres naturales.

Prevención de efectos. Un conjunto de medidas de adaptación frecuentemente utilizadas implican los pasos para prevenir los efectos de la variabilidad climática y el cambio climático. El mejoramiento de los sistemas de suministro de agua e irrigación, con la finalidad de reducir la estacionalidad de la producción y enfrentar los problemas de pérdida de humedad del suelo.

Cambio de uso. Cuando la amenaza del cambio climático hace la continuación de una actividad económica imposible o extremadamente peligrosa, se puede considerar cambiar el uso. La siembra de especies y variedades diferentes debería ser impulsada a través de los programas de transferencia de tecnología para difundir variedades con mayor capacidad de resistir los efectos adversos del cambio climático.

Investigación. El proceso de adaptación puede también avanzar con la investigación de nuevas tecnologías y nuevos métodos de adaptación. El desarrollo de practicas de agricultura sostenible, sustentado en la ecología y en la preservación de la biodiversidad y los recursos naturales.

Cambios conducentes al reforzamiento de la conciencia publica en el sistema de educación y de información. Otro tipo de adaptación es la diseminación del conocimiento a través de campañas educativas y de información, dirigidas a creación de conciencia publica. Fomento de sistemas de vigilancia alimentaria, que permitan responder adecuadamente a las necesidades de abastecimiento de la población y sirvan de apoyo para garantizar el mercado los productores.

²⁰⁵ Burton et al., 1993: The Environment as Hazard.

5.3.4. Investigación sobre la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el ecosistema forestal y sector cafetal.

Según Holdridge²⁰⁶ la mayor parte del territorio está cubierta por una sola zona de vida, el Bosque Húmedo Tropical (85.6% del territorio nacional). Por otra parte, el IPCC²⁰⁷, menciona que el 40% del área boscosa global son bosques tropicales húmedos y contiene alrededor del 60% de la biomasa forestal global. Los bosques tropicales influyen enormemente en el clima tanto local como regional y es uno de los ecosistemas con mayor biodiversidad.

En 1999 se realizó una investigación en el marco de la Primera Comunicación sobre el Cambio Climático²⁰⁸, que constituye un primer acercamiento al problema de evaluar los impactos potenciales del cambio climático sobre el sector cafetal del ecosistema forestal, requiriendo todavía mejoras metodológicas y una revisión técnica y estudios adicionales a fin de poder publicar los resultados.

La metodología que se siguió en la investigación fue como a continuación se detalla: antecedentes generales del ecosistema forestal para la determinación de la línea de referencia utilizando el modelo de Zonas de Vida de Holdridge; escenarios de referencia climáticos, socioeconómicos y biofísicos del sistema forestal y café; sensibilización al cambio climático de los escenarios biofísicos; propuesta de medidas de adaptación.

Antecedentes generales del ecosistema forestal para la determinación de la línea de referencia.

En el estudio se plantea que el ecosistema forestal ha sido uno de los más afectados históricamente por los diferentes modelos de desarrollo, desde la época precolombina, durante la colonia y sus reformas liberales y con los modelos actuales de globalización de las economías en el ámbito mundial. Varias investigaciones describen el proceso de cambios con relación al uso de la tierra en diferentes épocas²⁰⁹.

Según uno de estos autores (Lauer, 1956) es difícil calcular el área que estaba afectada por algún cambio de usos de suelo en la época precolombina. Sin embargo, con una población aproximada de 130,000 habitantes antes de la llegada de los españoles, se estima que alrededor de 2,500 a 3,000 km² se tenían bajo uso agrícola, mediante el sistema de quema y plantación.

La época postcolonial, fue cuando se presentaron los cambios más significativos en el uso de la tierra, como producto de la abolición de las tierras ejidales y comunales hacia el año 1880, provocando la migración de la producción campesina hacia las tierras altas de los volcanes. Surge un modelo de desarrollo basado en la agricultura de exportación sustentada en el cultivo de café. El censo de 1950 reportaba que al menos 1,000 km² era cultivado con café.

En 1940 se reportaban 30,000 hectáreas cultivadas con algodón. Este constituía la segunda fuente de generación de divisas. Entre 1960 y 1970, este cultivo destruyó gran parte del bosque de la zona costera, otras áreas fueron utilizadas para la siembra de caña de azúcar, situación que llevó al país hacia finales de los setenta a un deterioro casi total del recurso forestal.

El estudio plantea que la presión demográfica creciente y sus consecuentes necesidades de cultivos, urbanizaciones, vías de comunicación, infraestructura, fuentes de energía y contaminación de suelos y agua, completan el cuadro de la destrucción y degradación de los ecosistemas naturales.

²⁰⁶ Holdridge, 1975: Zonas de vida ecológicas de El Salvador.

²⁰⁷ IPCC WGII, 1998: The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. p. 189.

²⁰⁸ Solorzano et al., 1999: Evaluación rápida del cambio climático en los ecosistemas forestal, cafetal y agroalimentario y su relación con el sistema urbano y la salud de la población.

²⁰⁹ Browning, 1971; Lauer, 1956; Brignol, 1960; Wallarstain, 1974.

Asimismo, se señala que el acelerado deterioro ambiental proviene del sector energético de El Salvador, ya que gran parte de la población rural se ve obligada a utilizar leña como combustible para la cocción de los alimentos. Gran parte de la cuenca del río Lempa se encuentra en un deterioro acelerado debido a la deforestación y al cambio de uso de la tierra, ocasionando erosión y el consecuente azolvamiento de las represas. Con motivo de la reforma agraria de 1980 más de 19,000 hectáreas de los mejores bosques naturales fueron afectadas, incluyendo casi el 50% del bosque El Imposible, 80% del bosque seco de San Diego y 100% de Nancuchiname²¹⁰.

De igual forma, las bases de datos generadas a partir de fotografías de satélite, muestran que la tendencia de los últimos 30 años, sugiere que desde 1950 el territorio nacional viene acarreado problemas graves de deforestación. Según esta fuente, a partir de 1950 solamente se contaba con un poco más de 5% del territorio cubierto de bosque, lo cual coincide con la época de auge del cultivo del algodón. Según la base de datos elaborada con base en FAOSAT, la tasa anual de deforestación equivale a 3,430 hectáreas, un poco inferior a las cifras oficiales de 4,500 de hectáreas que se manejan en el país²¹¹.

Para la determinación de la línea de referencia del estudio, la información disponible se basa en dos fuentes relevantes, las cuales aportan la información sobre la cobertura boscosa del país. Una es el mapa de vegetación arbórea realizado por la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR) en 1974. La otra son las imágenes de LANDSAT de los años 1993-1994, clasificada por la DGEA/IICA. Ambas clasificaciones fueron realizadas por especialistas, con tecnologías diferentes, por lo que los criterios utilizados en cada una son distintos.

Aun cuando hace falta el inventario forestal en el país, las imágenes de satélite proporcionan información con suficiente precisión para realizar estudios orientados a identificar las tendencias del sector forestal. Para el año 1994 se utilizó como línea de base 1.5% del territorio nacional, equivalente a 36,511 hectáreas, con una tasa de deforestación de 4,500 hectáreas por año, dentro de las cuales se encuentra el Sistema Mínimo de Áreas Protegidas (SISAP). Desde 1976, el Servicio de Parques Nacionales y Vida Silvestre (PANAVIS), inició el proceso de identificación y evaluación de áreas naturales con potencial para integrar el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas.

Para la clasificación de tipos de bosques, áreas y especies particulares, se utilizó el modelo de zonas de vida de Holdridge, que utiliza una clasificación de la vegetación basándose en 18 zonas, directamente relacionadas a variables climáticas y físicas. El modelo además ofrece la ventaja de que la información se basa en los sistemas internacionales de clasificación, utilizando la biotemperatura debido a que relaciona la altitud sobre el nivel del mar con la temperatura, estimándose que por cada 1,000 m de elevación existe un decremento de 1° C²¹².

De acuerdo a Holdridge, el país puede clasificarse, con base a la biotemperatura en seis tipos de bosque en función de las condiciones climáticas existentes: bosque seco tropical, cubriendo una área de 17,640 hectáreas y su biotemperatura característica es 24.2° C; bosque húmedo tropical, 64,890 hectáreas, 24° C; bosque húmedo subtropical, 1,811,880 hectáreas, 24° C; bosque muy húmedo subtropical, 170,280 hectáreas, 22° C; Bosque muy húmedo montano bajo subtropical, 33,750 hectáreas; bosque muy húmedo montano subtropical.

²¹⁰ Nuñez, 1990.

²¹¹ FAOSAT database, 1997.

²¹² Holdridge, 1975: Zonas de vida ecológicas de El Salvador.

Escenarios de referencia.

Esta investigación como todas las que se realizaron en el marco de la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático, utilizaron los escenarios de referencia socioeconómicos²¹³ y climáticos²¹⁴ para El Salvador, siendo ambos estudios insumos consistentes para todas las investigaciones sobre cambio climático.

Como se ha mencionado a lo largo del presente trabajo el primer paso del abordaje metodológico propuesto por el IPCC, consiste en definir el problema, es decir caracterizar el estado actual (línea de referencia) del sistema o sector a ser evaluado, así como las proyecciones del estado actual (escenarios de referencia) sin cambio climático, bajo ciertas hipótesis de trabajo de variables críticas. En la investigación sobre el ecosistema forestal y sector cafetal, las variables críticas consideradas fueron la tasa de deforestación y el crecimiento poblacional.

Ecosistema forestal.

En la investigación, el punto de partida del ecosistema forestal muestra una escasa cobertura, aproximadamente entre 1.5% y 1.9% del territorio nacional, es decir entre 31,500 y 42,000 hectáreas. A ello habrá que agregar una tasa de deforestación del orden de 4,500 hectáreas por año, lo que sugiere la destrucción total del bosque hacia principios del próximo siglo.

Si a lo anterior se añade el ritmo acelerado de crecimiento de la población, con la consecuente demanda sobre la leña, las perspectivas del sector son poco favorables. De allí que el planteamiento de escenarios para el sector está determinado por dos variables importantes: la tasa de deforestación, en el escenario tendencial, o de reforestación, en el escenario programado, y el crecimiento de la población.

Para efectos de este estudio se plantean dos escenarios de análisis: uno programado y otro tendencial. El escenario programado parte del supuesto que entraría en vigencia tanto la Ley Especial de Incentivos Forestales, como la visión 2021 formuladas por las instituciones gubernamentales en apoyo al sector forestal, lo cual significaría incrementar en 10% la cobertura actual, a la vez que plantea un crecimiento de la población igual al planteado en los escenarios socioeconómicos, es decir 2.06%. La recuperación de la cobertura bajo la hipótesis de este escenario permitiría además cubrir la demanda de leña incrementada como producto del crecimiento poblacional.

Por su parte, el escenario tendencial plantea un incremento en la tasa de crecimiento de la población en 30% más de la tasa del escenario programado, manteniendo constante la tasa actual de deforestación.

Sector Cafetal.

En el estudio se señala que la información que se tiene sobre este sector, muestra una alta dependencia de dos variables: los precios internacionales y el crecimiento de la población. Los precios son determinantes tanto en el manejo del cultivo, y por ende de la productividad, como del área sembrada; sin embargo, en este estudio no se harán supuestos sobre las fluctuaciones de los precios del producto.

De acuerdo a datos de PROCAFE, basados en zonificación agroclimática, el país tiene potencial para incrementar el área de cafetales del orden de las 518,000 hectáreas, a la vez que está en condiciones de incrementar los rendimientos del mismo. Sin embargo, la presión de la tierra, como producto de la explosión demográfica, dificulta la expansión del área de cultivo hasta su potencial porque entra en conflicto con la demanda potencial de tierra urbana.

Ambos escenarios (programado y tendencial), tanto para el sector forestal como para el sector cafetal, se proyectaron utilizando las zonas de vida de Holdridge al año 2100.

²¹³ Umaña, 1998: Escenarios socioeconómicos para la evaluación de los impactos del cambio climático en El Salvador.

²¹⁴ Centella A., et al. Julio, 1998: Proyecto MARN-GEF-PNUD: ELS/97/G32. Escenarios climáticos de referencia para la República de El Salvador. 37 p.

Bajo una situación programada se esperaría un incremento del área sembrada del 10% sobre el área actual para el año 2020, manteniéndose constante de allí en adelante, y el mismo crecimiento de la población de los escenarios socioeconómicos. El escenario tendencial por su parte sugiere una reducción del 25% del área sembrada para el año 2020 y se mantiene constante en adelante, y un incremento en la tasa de crecimiento de la población en 30% más de la tasa en el escenario programado.

Escenarios con cambio climático: Sensibilización de escenarios con relación a la cobertura original.

Para la sensibilización de los escenarios biofísicos contruidos sobre la base la clasificación de Holdridge, ante los cambios en temperatura y precipitación generados por el cambio climático, se calcularon los cambios en cobertura tomando en cuenta los valores que se obtuvieron con los escenarios de cambio climático²¹⁵.

Con base en los resultados de los escenarios de cambio climático que muestran que la temperatura en El Salvador se incrementara entre 0.8° C y 1.1° C para el 2020, las Zonas de Vida que corren mayor riesgo son las localizadas en las en las partes altas del país, porque son las que presentan le menor temperatura (la zona fría esta ubicada a alturas mayores de 1,800 m snmm y con temperaturas medias anuales menores a los 17° C). Por esta razón se realizó un estudio de especies en la zona de vida del Bosque Húmedo Montano Bajo y Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Dada la necesidad de considerar información primaria se decidió realizar una evaluación rápida de la flora del Parque Nacional de Montecristo conocido como el bosque Nebuloso de Montecristo, cuenta con 3,920 ha de las cuales 920 pertenecen a El Salvador. Según la clasificación de Holdridge, este parque se encuentra en la zona de bosque muy húmedo montano bajo.

En la Zona de Vida, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo, bajo el escenario de +1.1° C de temperatura y +3.5% de precipitación, se estima una reducción de 257.9 km² a 158.0 km². En la misma zona de vida, bajo el escenario de +2.5° C de temperatura y -36.6% de precipitación, se estima una reducción a 102.0 km². Como bien se dice en la introducción de esta sección, se requiere de una exhaustiva revisión técnica para poder presentar estos resultados con el suficiente rigor científico.

Otras consecuencias que puede sufrir la cobertura del escenario de referencia, debido a cambios en el clima son: el incremento de los incendios forestales; pérdida de biodiversidad y disminución de la infiltración de agua, a causa del cambio del uso del suelo.

Escenarios con cambio climático: Sensibilización de escenarios para café.

El café es afectado más por la precipitación que por las temperaturas, aunque esta última determina mucho la calidad del grano. Una baja de precipitación puede afectar la etapa de fructificación del grano o los excesos en las lluvias que pueden provocar caída o floración prematura. En el análisis de zonificación para café el potencial de tierras aptas para el grano es de 5,218 km², es decir un aproximado de 521,800 ha, con base en los límites máximos y mínimos de temperatura y precipitación, para esta especie. Actualmente la imagen de satélite reporta una cobertura de café aproximadamente 264,860 ha.

²¹⁵ Centella A., M. Ayala, A. Aguilar, L. Castillo, N. Gómez, E. Morillo, W. Sosa, O. Chacón y S. De la O Reyes, 1998: Proyecto MARN-GEF-PNUD: ELS/97/G32: Comunicación Nacional Cambio Climático. Escenarios de cambio climático para la evaluación de impactos en de El Salvador. 49 p.

La cobertura de café, bajo el escenario de +1.1° C de temperatura y +3.5% de precipitación, se estima un incremento de 5,218 km² a 14,939 km². Este escenario es poco probable porque se entraría en conflicto con otros usos del suelo: otros cultivos agrícolas o de otra índole, urbano, etc. Bajo el escenario de +3.5° C de temperatura y -36.6% de precipitación, se estima una reducción de los 5,218 km² originales a 2,639 km². Con relación a este escenario, se puede citar las anomalías detectadas en un año con ocurrencia del fenómeno de El Niño, cuando se observa una reducción significativa de las lluvias, y como consecuencia la caída de las flores y frutos, y el aumento de plagas.

Las pérdidas de una posible reducción de las tierras potencialmente aptas para el cultivo de café en 41%, bajo el escenario de reducción de la precipitación y aumento de la temperatura, tomando en cuenta que el área actual es de 264,830 ha, con una producción de 3,153,877 qq oro, y manteniendo los rendimientos actuales constantes, habría una pérdida aproximada de 108,580 ha de superficie, lo que significaría en términos económicos una reducción 1,293,089.6 qq oro, es decir aproximadamente \$646,544,800⁰⁰, que dejarían de percibirse.

Propuestas de medidas de adaptación.

Sector forestal.

Los ecosistemas forestales son altamente vulnerables a algunas de las manifestaciones del cambio climático, y aunque poseen la capacidad autónoma de adaptarse a cambios en el clima estos son limitados por factores biofísicos como la conjugación óptima de factores como suelo, temperatura, precipitación, etc. Además la capacidad adaptativa depende de factores socioeconómicos como la competencia por el uso del suelo, debido al avance de la frontera agrícola y urbana.

El marco de medidas de adaptación en el ámbito nacional deberá estar orientado a recuperar la cobertura vegetal del territorio nacional, en forma integral, principalmente las cabeceras de las cuencas y zonas altamente frágiles. Las cabeceras de las principales cuencas en el país son compartidas con otros países, por lo que los esfuerzos deberán ser regionales. Partiendo de la existencia de un 3.85% de cobertura entre bosque denso y salado, y un 9.15% con cobertura permanente que totaliza 13.1% de cobertura vegetal aproximada, la propuesta sería establecer una cobertura vegetal del 30% del territorio nacional de la siguiente manera: 1.9% de regeneración natural, 5% en sistemas agroforestales, y 10% en plantaciones con fines comerciales.

Sector cafetal.

El cultivo del café es altamente sensible a las proyecciones de los escenarios de cambio climático de incremento en la temperatura; y variaciones en los regímenes de precipitación. El mayor porcentaje del cultivo del café se da en tierras altas por lo que al aumentar la temperatura del aire superficial, su capacidad de adaptación autónoma de desplazamiento altitudinal será limitada, dado que se desarrolla en las curvas de nivel de mayor altura. Por otro lado el cultivo de café es vulnerable a las variaciones en las lluvias, que ocasionan la caída del café o una mayor incidencia de enfermedades para la planta.

La propuesta de medida de adaptación de los daños en el cafetal está enmarcada en la propuesta de medidas de adaptación de los daños de la cobertura original, en particular dentro del 5% de recuperación a través de sistemas agroforestales. Las medidas de adaptación del ecosistema forestal en general, y del sector cafetal en particular, al cambio climático y a sus manifestaciones como incremento de la temperatura del aire superficial, modificaciones de los regímenes de precipitación en cuanto a su distribución, frecuencia, intensidad y duración, están orientadas a la recuperación de la cobertura original. La capacidad adaptativa del sector cafetal depende de factores biofísicos como socioeconómicos, como la interrelación que tienen los bosques con el manejo de los microclimas (regulación de la temperatura y humedad relativa del aire, por efecto de la vegetación); el lugar que ocupa el sector dentro de la economía nacional (principal producto de exportación, generación de empleos temporales, etc.), que lo hace más o menos vulnerables al cambio climático.

5.3.5. Estudios sobre la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector recursos hídricos y recursos agrícolas.

La importancia de ambos sectores se ha mencionado a lo largo del presente diagnóstico. Así en la Convención Marco sobre Cambio climático, en su artículo 4 sobre los compromisos, en el literal (e), se menciona textualmente: "cooperar en los preparativos para la adaptación a los impactos del cambio climático, desarrollar y elaborar planes apropiados e integrados para la gestión de las zonas costeras, *los recursos hídricos y la agricultura* y para la protección y rehabilitación de las zonas, particularmente de Africa, afectadas por la sequía y la desertificación, así como por las inundaciones".

El IPCC ha señalado que tanto por su grado de vulnerabilidad (sensibles al clima) como por su importancia en el desarrollo sostenible (consumo humano, generación de energía, fuente de empleo, sostén de ecosistemas, etc.), ambos sectores deben ser incluidos en las estrategias de adaptación al cambio climático.

En esa línea y dentro del Proyecto Centroamericano sobre Cambio Climático en El Salvador, se realizaron dos estudios preliminares, uno sobre los recursos hídricos y el otro sobre los recursos agrícolas. Ambos trabajos se realizaron en 1995, bajo la coordinación y apoyo del Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH), La comisión centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) y el Programa de Estudios de País, de los Estados Unidos de América (USCSP).

El propósito del estudio sobre los recursos hídricos en El Salvador fue analizar la vulnerabilidad de los recursos hídricos del país ante los impactos potenciales del cambio climático, simulando el efecto de los cambios en temperatura y precipitación sobre la escurrimiento en las microcuencas hidrográficas del río Sucio y Sensunapán. Por otra parte, los objetivos específicos del estudio fueron: análisis y valorización de los impactos de un potencial cambio climático en los recursos hídricos, a fin de suministrar a las sociedades y economías mecanismos de respuesta; desarrollo de metodologías de evaluación del impacto en el recurso hídrico a través de modelos de simulación a largo plazo; difusión de las implicaciones que el cambio en el clima del planeta tendrá sobre los recursos hídricos del país, entre los tomadores de decisiones para la pronta búsqueda de soluciones e ejecución.

En cuanto al abordaje metodológico utilizado en el estudio en mención, consistió en las siguientes etapas: estimación del balance hídrico de la microcuenca; selección de escenarios de cambio climático incrementales; análisis de impactos potenciales sobre la demanda y oferta, con base a diferentes usos del recurso. En la primera etapa a partir de las mediciones de la red hidrometeorológica y luego de realizar los análisis de consistencia estadística de las series de tiempo, se calculó la escurrimiento superficial, precipitación media y evapotranspiración. Definidos los períodos de calibración (1969-1976) y validación (1977-1984) de las series de mediciones, se calibró un modelo (CLIRUN3) para generar las series de escurrimiento simuladas, que en un siguiente paso fueron comparadas y analizadas estadísticamente con las series de mediciones observadas.

En una siguiente etapa se seleccionaron los escenarios de cambio climático, de tipo sintético. El análisis consistió en la comparación de las series de mediciones observadas con las series generadas por el modelo, habiendo incorporado los valores discretos de los escenarios. Posteriormente en otra etapa, y una vez calculadas los valores de la escurrimiento bajo los escenarios de cambio climático, se hizo un análisis de los impactos potenciales sobre diferentes usos del recurso (generación de energía, agua potable, riego, uso industrial). Las principales limitaciones metodológicas del estudio fueron las siguientes: no se realizó un análisis socioeconómico del recurso (línea de referencia y escenario socioeconómico); no se identifican ajustes autónomos de las microcuencas a los cambios de escurrimiento ni se proponen medidas de adaptación al cambio climático. Otra limitación fue la de contar con series de tiempo de caudales, precipitación y temperatura provenientes de registros cortos o de baja calidad.

El propósito del estudio sobre los recursos agrícolas en El Salvador fue evaluar los posibles efectos en el rendimiento y desarrollo del cultivo de maíz en las zonas de Ahuachapán, Nueva Concepción y San Miguel, ante diferentes escenarios climáticos. Por otra parte, los objetivos específicos del estudio fueron: comparación de rendimientos como respuesta del cultivo utilizando los escenarios incrementales de cambio climático; identificación de los rendimientos que mejor se adaptan al cambio climático; y evaluación de la vulnerabilidad del cultivo en las zonas consideradas.

En cuanto al abordaje metodológico utilizado en el estudio en cuestión, consistió en las siguientes etapas: descripción de la línea de referencia; selección de los escenarios incrementales de cambio climático; análisis de sensibilidad de los rendimientos en el cultivo del maíz; análisis de los impactos del cambio climático. En la primera etapa se consideraron los siguientes criterios: que presenten condiciones climatológicas diferentes; condiciones agroecológicas distintas; uso actual y potencial del suelo agrícola; disponibilidad de registros climáticos, estudios edafológicos y estadística de los rendimientos del cultivo del maíz.

En una siguiente etapa se seleccionaron los escenarios de cambio climático incrementales. Posteriormente en otra etapa, se utilizó un modelo (IBSNAT) con el cual se obtuvo el rendimiento en kg/ha; la biomasa en kg/ha; el período entre la siembra y la cosecha; requerimientos de agua para el cultivo; cantidad de nitrógeno utilizado por la planta. El análisis de los impactos del cambio climático consistió en la comparación de las series de mediciones observadas con las series generadas por el modelo habiendo incorporado los valores discretos de los escenarios. Los rendimientos del cultivo de maíz que se obtuvieron en función de la variación de la temperatura y precipitación, no fueron consistentes con los rendimientos que se obtienen del análisis de registros de 1961 a 1995 (las observaciones registran reducciones de rendimientos con incremento de la temperatura y decremento de la precipitación). Por otra parte los valores utilizados en los escenarios sintéticos no guardan relación con los valores obtenidos con escenarios de cambio climático generados con Modelos de Circulación Simples/Modelos de Circulación General (MCS/MCG). En estos últimos las proyecciones sugieren una intensificación de la canícula en los meses de julio, agosto y septiembre, así como incremento de la temperatura en todos los meses del año.

Capítulo 6. Conclusiones.

Con base en la investigación bibliográfica de la documentación sobre el marco conceptual del cambio climático en el ámbito global y regional²¹⁶, y de las investigaciones realizadas sobre la vulnerabilidad, los impactos potenciales y adaptación al cambio climático al nivel global y en la región de América Latina²¹⁷, se realizó un análisis de las investigaciones sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador, realizados en el marco de la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático.

Las conclusiones que se presentan son sobre: las investigaciones y estudios que se han realizado hasta el momento en el país sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático; la vulnerabilidad ante el clima actual incluyendo los eventos climáticos extremos y variabilidad climática; la vulnerabilidad e impactos del cambio climático; y las posibles medidas para la adaptación al cambio climático.

Investigaciones y estudios sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador.

Tomando en consideración que el Programa de Apoyo a las Comunicaciones Nacionales (NCSP por sus siglas en inglés), ha presentado una propuesta sobre un nuevo enfoque para las futuras investigaciones y estudios sobre vulnerabilidad, que tiene como propósito iniciar los estudios con la evaluación de las medidas de adaptación, retomando las evaluaciones de los impactos potenciales. En este tema las conclusiones son:

- Los escenarios de cambio climático que se utilizaron en los estudios sectoriales realizados en el marco del Proyecto Centroamericano sobre Cambio Climático, fueron de tipo incremental por lo que los resultados no son consistentes físicamente (las interacciones entre las variables temperatura y precipitación no son adecuadamente representadas). Las proyecciones de variables biofísicas (escorrentía) y socioeconómicas (rendimientos) se hicieron con modelos (CLIRUN Y IBSNAT), que para su adecuada aplicación requieren de una alta inversión en recursos.
- Las investigaciones realizadas dieron un importante aporte al estado del conocimiento logrando dos resultados: generación de la climatología para el período 1961-1990 y de escenarios de cambio climático para el 2020, 2050 y 2100, así como construcción de modelos de análisis para la elaboración de estrategias de adaptación al cambio climático.
- El propósito y alcance de las investigaciones realizadas en el país, pretenden sentar las bases para futuros trabajos, que dentro de una estrategia de creación de capacidades, complementen el estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación, y propicien la definición de una estrategia nacional de adaptación.
- Los objetivos específicos que definieron el grado de profundidad de los estudios sectoriales sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, tuvieron como puntos coincidentes los siguientes: caracterización biofísica y socioeconómica del sistema/sector; evaluación de los impactos potenciales del cambio climático y propuesta de posibles medidas de adaptación.
- Las evaluaciones de los efectos negativos de las manifestaciones del cambio climático en algunos sistemas/sectores (agropecuario en zona costera, seguridad alimentaria, forestal y cafetal) de El Salvador, siguieron el abordaje metodológico recomendado en las guías y manuales diseñados por el IPCC, UNEP, US-CSP, a saber: definir el problema, incluyendo el área de estudio, sus sectores, etc.; seleccionar el método de evaluación más apropiado para el problema; realizar el análisis de sensibilidad; seleccionar y aplicar los escenarios de cambio climático; evaluar los impactos biofísicos y socioeconómicos; evaluar los ajustes autónomos; evaluar las estrategias de adaptación.

²¹⁶ CMCC. IPCC. WMO. PNUMA/CSP. US/CSP, NCSP.

²¹⁷ IPCC. US/CSP.

- Las propuestas de posibles medidas de adaptación al cambio climático en los sistemas/sectores mencionados en la conclusión anterior, fueron agrupadas con base a una clasificación recomendada en el manual de UNEP-CSP, a saber: compartir pérdidas, prevención de efectos, cambio de uso, investigación y cambios conducentes al fortalecimiento de la conciencia pública en el sistema de educación y de información.
- El abordaje metodológico para evaluaciones de impactos potenciales y capacidad adaptativa al cambio climático que se ha venido utilizando define la línea de referencia y escenario de referencia del sector/sistema a ser analizado, luego calcula las proyecciones del clima futuro con los escenarios de cambio climático, para evaluar los impactos potenciales y finalmente proponer las posibles medidas de adaptación a las manifestaciones del cambio climático.
- Un nuevo enfoque para la evaluación de la adaptación y los impactos potenciales del cambio climático, que se recomienda que los futuros estudios deberán aplicar, es un marco de referencia para política de adaptación, y pone el énfasis en la evaluación de la adaptación (autónoma o planeada), mas que en la evaluación de los impactos potenciales. Ambos enfoques son complementarios y tienen como propósito la evaluación integrada de la vulnerabilidad, recabando información para reducir el grado de vulnerabilidad e influyendo en la toma de decisiones políticas para crear o mejorar la capacidad adaptativa.
- El sector primario (cultivos: agrícolas, acuícolas y pecuarios) así como el sector gestión de los recursos hídricos (continentales, mar territorial, etc.), requieren de una evaluación de vulnerabilidad ante el cambio climático, con mayor énfasis en la adaptación. Bajo el concepto de que la vulnerabilidad depende de la sensibilidad y la adaptación a los impactos, el abordaje metodológico que tiene como eje a los escenarios de cambio climático, se concentra en el análisis de sensibilidad, y sobre todo ante el clima futuro.

Vulnerabilidad ante el clima actual en El Salvador.

El clima en El Salvador esta influenciado por la ocurrencia de eventos climáticos extremos como los huracanes y las inundaciones asociadas, y por las manifestaciones de la variabilidad climática como el fenómeno El Niño/Oscilación del Sur y las variaciones de los regímenes de precipitación. El grado de vulnerabilidad de los sectores/sistemas del país está determinado principalmente por el grado de deterioro del medio ambiente y el nivel de riqueza de la población. En este tema las conclusiones son:

- La posible relación entre la ocurrencia del ENOS (fase El Niño) y las fuertes reducciones en la precipitación, es sin duda un resultado relevante, dado que las proyecciones de corto, mediano y largo plazo de rendimientos y desarrollos de sistemas/sectores que dependen de la precipitación (gestión de recursos hídricos, agricultura, generación de energía, etc.), podrán apoyarse en los escenarios existentes del desarrollo temporal y espacial del ENOS. La magnitud de la anomalía negativa es aproximadamente el 15% de la precipitación anual promedio por lo que sus efectos en la reducción del rendimiento en el cultivo de granos básicos (promedio entre cultivos de -11%), impactarán la seguridad alimentaria de la población.
- Con cada vez más frecuencia e intensidad (sobre todo desde el ENOS de 1976-77) se ha manifestado en nuestro país uno de los eventos naturales más estudiados en el mundo en el pasado siglo. El ENOS en latitudes tropicales y subtropicales, ha incrementado las sequías e inundaciones, afectando la salud humana por sus efectos en la seguridad alimentaria; los ecosistemas forestales por la pérdida de áreas por inundación; la zona costera aumentando la contaminación de las aguas adyacentes a la línea de costa por el incremento de las corrientes; el sector agropecuario afectando los rendimientos de los cultivos por la pérdida de humedad en el suelo; la gestión de recursos hídricos disminuyendo la capacidad de producción de energía hidroeléctrica propiciando el incremento de otras fuentes de energía menos limpias y no renovables (combustibles fósiles).

- En la investigación sobre la vulnerabilidad en el sector seguridad alimentaria del país, se señaló que el efecto histórico del ENOS en la producción de granos básicos (frijol, maíz, sorgo, arroz), por efecto de la sequía (fase El Niño) es una reducción promedio en los rendimientos de -11%, mientras que por efecto de las lluvias anormales (fase La Niña) es de -19%. De igual manera en el evento ENOS de 1997-1998 se reportaron 111 incendios que destruyeron 4,244 manzanas de suelos.
- Los ECE más comunes en latitudes tropicales (entre los 0° y 30° de latitud N y S) son los centros de baja presión que al cargarse de energía sobre el océano pueden llegar a convertirse en huracanes. En octubre de 1998 el Mitch se desplazó de la trayectoria habitual de las tormentas tropicales, y ocasionó invaluables pérdidas humanas y económicas y sociales en la región centroamericana. El grado de sensibilidad intensificado por la degradación ambiental, así como la baja capacidad de adaptación por la falta de recursos (infraestructura, personal capacitado, económicos), quedó de manifiesto.
- En El Salvador durante escasos seis días el paso del Mitch ocasionó la muerte de 173 personas, 19 desaparecidos y pérdidas económicas de aproximadamente US\$ 388 millones (69% en el sector productivo, 19% en infraestructura, 9% en asentamientos humanos rurales y urbanos, 3% en sistemas naturales).

Vulnerabilidad e impactos del cambio climático en El Salvador.

Los resultados relevantes que se obtuvieron con los escenarios de cambio climático, como posibles manifestaciones del clima futuro de El Salvador son: incremento de la temperatura del aire superficial de 0.8° a 1.1° C para el horizonte 2020 y de 2.5° a 3.7° C para el 2100; tendencia en las proyecciones a la reducción de las precipitaciones durante los meses de julio a septiembre para los horizontes 2020, 2050 y 2100 (intensificación de la canícula); mejor estimación del incremento del nivel del mar global de 55 cm para el 2100 (posible área inundada 279.6 km² de la zona costero-marina).

Las variaciones en el clima y sus repercusiones en la seguridad alimentaria se han convertido en tema de diversas investigaciones, y que ante el incremento de la población es necesario identificar las tendencias futuras de la disponibilidad de alimentos. Los efectos de las posibles variaciones de la temperatura y precipitación inducidos por el cambio climático en el país, puede generar cambios en la productividad estimándose pérdidas en los granos básicos de 14.9%. Con respecto a este tema las conclusiones son:

- Los efectos de la canícula (intervalo de tiempo de temperatura alta y precipitación baja), manifestación de la variabilidad climática, sobre los rendimientos de los cultivos de granos básicos (promedio entre los cultivos de -27%), para el período 1972-1997, combinados con las proyecciones que se obtienen de los tres MCG de una intensificación de la canícula, nos sugieren una situación verdaderamente alarmante, que de no iniciarse inmediatamente medidas de adaptación a los efectos negativos del cambio climático, se vislumbran en un futuro cercano, problemas de escasez de alimentos o de mayor gasto público en la importación de granos básicos.
- A pesar de que la estimación del área inundada por efecto del incremento del nivel del mar, debe ser revisada en su parte metodológica, la pérdida del 1% del territorio nacional, equivalente al 10% de la zona costero-marina, en un país donde la presión demográfica (duplicación de la población en treinta años), incrementará la competencia entre los diferentes usos de suelo (agrícola, urbano, industrial, servicios ambientales, etc.) a niveles críticos, genera una preocupación social ante un posible problema nacional.

- Los impactos potenciales reportados fueron mermas o modificaciones en: la producción de los diferentes cultivos (plantas y animales); las áreas con vocación agropecuaria o para asentamientos humanos; la infraestructura (comunicación, transporte, producción, etc.); los sistemas naturales (bosques densos y salados, biodiversidad, dominancia de especies, etc.); las vidas o de calidad de vida en los asentamientos humanos; las fuentes de empleo en los diferentes sectores productivos (agropecuario, industrial y servicios); la proliferación de vectores para enfermedades de organismos vivos (plantas, animales y humanos); la salinización de suelos y agua subterránea; la disponibilidad de agua subterránea y superficial; las áreas bajas y de pendiente suave; los suelos y deslaves en áreas de pendiente fuerte; el crecimiento y período de cultivo de plantas y animales.
- El análisis de los impactos potenciales del cambio climático sobre diferentes sistemas/sectores del país, muestra la necesidad de implementar el ordenamiento ambiental que está instituido en la ley del Medio Ambiente en su título II, capítulo I, artículo 6, sobre la creación del Sistema Nacional de Gestión del Medio ambiente (SINAMA). Para la toma de decisiones rápida y oportuna es recomendable reforzar el Sistema de Información Ambiental (SIA), que tenga como posibles productos la distribución espacial de los usos actuales, potenciales y convenientes de al menos los recursos primarios: suelo, agua y aire.
- Una apreciación general del grado vulnerabilidad y de los impactos potenciales del cambio climático sobre las personas que habitamos el territorio nacional, con su medio ambiente y actividades humanas es que: se vienen registrando al menos desde 1961 las manifestaciones del fenómeno; las proyecciones que se obtuvieron con los escenarios de cambio climático sugieren una intensificación de las manifestaciones; los efectos en los diferentes sistemas/sectores han mermado nuestra capacidad de desarrollo sostenible; el fenómeno es de escala global y de largo período por lo que requiere de acciones no solo al nivel nacional sino que regional y en concordancia con el esfuerzo global coordinado por la CMCC; que se propongan posibles medidas de adaptación que mediante el manejo sostenible de los recursos naturales busque reducir el grado de vulnerabilidad.

Posibles medidas para la adaptación al cambio climático en El Salvador.

El nuevo enfoque en el abordaje metodológico propuesto por el NCSP para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático, considera evaluar en dos momentos: la vulnerabilidad actual y la vulnerabilidad futura. Al partir de evaluar la vulnerabilidad actual a diferencia del enfoque anterior que partía de los escenarios de cambio climático (clima futuro), tiene como principal ventaja que para caracterizar las condiciones climáticas, socioeconómicas y biofísicas actuales se debe realizar recopilación de información de campo (entrevistas y mediciones) que permiten incorporar desde el inicio a los interlocutores y decisores en el proceso de identificación de los impactos y de priorización de las opciones de adaptación. Las conclusiones en este tema son:

- En el marco conceptual en el capítulo sobre adaptación al cambio climático del diagnóstico, se señala que existen una serie de actividades desadaptativas que incrementan el grado de vulnerabilidad ante las manifestaciones del clima y los efectos adversos sobre los sistemas/sectores.

- Con relación al fortalecimiento de la capacidad de adaptación al cambio climático, se pueden retomar una serie de medidas de adaptación que se han diseñado para responder a los ECE (sequías, inundaciones, tormentas tropicales, etc.), manifestaciones de la variabilidad climática actual. Los ECE son por lo general de corta duración y alta intensidad, y algunas respuestas que se pueden proponer son: los seguros para actividades productivas sensibles a pérdidas por efectos climáticos, como una medida del primer grupo; un sistema de alerta temprana conectado a los sistemas de rastreo mundiales como el GCOS²¹⁸, como una medida del segundo grupo; hacer valer el código civil en su artículo 595 que establece evitar construir o habitar dentro de las diez varas contiguas a la zona de playa, a partir de la pleamar superior, es una medida del tercer grupo; la investigación del ciclo hidrológico para cuantificar cual es la disponibilidad, uso y reserva real del recurso agua, es una medida del cuarto grupo; campañas educativas e informativas sobre el almacenamiento adecuado del agua, para evitar la proliferación de vectores responsables de la transmisión de enfermedades para el humano, es una medida del quinto grupo.
- Todas estas medidas pueden tener costos más bajos si son orientadas a reducir las causas y no a contrarrestar los efectos. El uso actual del suelo para vivienda se ha extendido a zonas propensas a deslaves e inundaciones, como quebradas, cuencas hidrográficas, línea de costa, etc. El uso conveniente del suelo podría ser en el caso de las quebradas conservación de especies y de hábitat, que en un concepto integrado son parte de los corredores biológicos; para las cuencas hidrográficas, río arriba recarga de los mantos acuíferos, río abajo cultivos bajo el sistema de riego, en el delta cultivos permanentes y protección de los recursos costero-marino; para la línea de costa barreras vivas de retención de sedimentos como hileras de palmeras. De lo anterior se concluye que una necesidad sería identificar cuales son aquéllas actividades humanas desadaptativas y adaptativas y cuales son las que facilitan la reducción del grado de vulnerabilidad a las manifestaciones del clima y sus cambios.

²¹⁸ GCOS: Global Climate Observation system.

Capítulo 7. Recomendaciones.

Considerando los artículos 4.1 (b), 4.1 (e), 4.4 de la Convención Marco sobre Cambio Climático; así como la decisión 11 de la Primera Conferencia de las partes en su numeral 1 literal (d); relativo a los compromisos en materia de adaptación al cambio climático; y la actividad que tiene como propósito proveer a las partes de la CMCC no incluidas en el anexo I, con un marco metodológico práctico para desarrollar y reportar la etapa II de adaptación en las comunicaciones nacionales, se hacen los siguientes señalamientos.

El análisis de las evaluaciones realizadas en El Salvador sobre la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, a la luz del marco conceptual del presente diagnóstico, ha permitido identificar las siguientes debilidades y necesidades en el estado actual del conocimiento sobre el tema:

- Las investigaciones analizadas señalan algunos impactos o efectos adversos generados por cambios en los valores medios de los parámetros climáticos (temperatura y precipitación), sobre los sistemas/sectores, pero necesitan ser complementados por evaluaciones de posibles medidas de adaptación a ser definidos por los actores afectados por los cambios con base en su capacidad adaptativa al clima actual.
- La línea de referencia y los escenarios socioeconómicos que se desarrollaron para evaluar los impactos potenciales del cambio climático sobre los sistemas/sectores, deberían ser complementados con métodos para estimar tanto los costos de ejecución de las medidas de adaptación como los beneficios potenciales, que pueden ser identificados con los impactos del cambio climático (o daños) evitados, o las ventajas asociadas a los efectos positivos.
- En las evaluaciones de impactos realizadas no enfatizaron en describir las actividades humanas desadaptativas, y proponer alternativas que reduzcan el grado de vulnerabilidad ante el cambio climático en El Salvador. Es necesario identificar en cada uno de los sistemas/sectores cuales son los procesos o procedimientos que potencialmente propicien un incremento en los efectos negativos de la variabilidad climática y/o del cambio climático. De igual forma es necesario buscar alternativas a cada uno de estos procesos o procedimientos, que basados en el conocimiento de la capacidad de carga de los sistemas naturales o en análisis de costo-beneficio en los sectores socioeconómicos, estén orientados en una política de desarrollo sostenible.

A la luz de estas debilidades y necesidades en el estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador, se han identificado requerimientos, los cuales se incorporan en las siguientes recomendaciones:

- Deberá realizarse una evaluación del clima presente, incluyendo la variabilidad y eventos climáticos extremos y los impactos que provocan.
- Como punto de partida, en la identificación de los impactos potenciales del cambio climático en El Salvador, se recomienda estudiar la vulnerabilidad ambiental, socioeconómica e institucional y adaptación al clima actual.
- Para la definición de las posibles medidas de adaptación al cambio climático, se recomienda incluir la respuesta adaptativa de los sistemas/sectores a la variabilidad climática (ENOS y ECE, entre otros).
- Como parte de la creación de capacidades nacionales para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático, se recomienda desarrollar, probar y ejecutar un marco analítico de indicadores socioeconómicos y ambientales específicos de cada sistema/sector a estudiar.

- Para la reducción del grado de vulnerabilidad cuyos costos son más bajos y su efectividad es mayor, que la restauración y reconstrucción, se recomienda examinar en detalle las actividades humanas que incrementan la vulnerabilidad a la variabilidad climática y al cambio climático, es decir las actividades desadaptativas.

El conjunto de recomendaciones que se obtienen como productos del diagnóstico del estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador, será retomado en la propuesta de una estrategia para la creación de capacidades nacionales para la adaptación al cambio climático cuyo propósito será prepararse para la adaptación a los impactos potenciales del cambio climático, y cuyo alcance será identificar necesidades de creación de capacidades en las siguientes áreas.

Parte III. Propuesta de una estrategia para la creación de capacidades nacionales sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

Del diagnóstico a la estrategia.

Con base en la investigación bibliográfica de la documentación sobre el marco conceptual del cambio climático en el ámbito global y regional²¹⁹, y de las investigaciones hechas sobre la vulnerabilidad, los impactos potenciales y adaptación al cambio climático al nivel global y en la región de América Latina²²⁰, se efectuó un análisis de las investigaciones sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador, realizados en el marco de la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático (PCNCC).

Algunas conclusiones se obtuvieron del análisis de la síntesis del marco conceptual del cambio climático en el ámbito global y regional y de las investigaciones hechas sobre la vulnerabilidad, los impactos potenciales y adaptación al cambio climático al nivel global y en la región de América Latina:

- El IPCC²²¹ concluye que los sistemas/sectores vulnerables al clima y sus cambios, tanto la variabilidad climática natural (ENOS, ECE), como al cambio climático de largo período y de escala global, inducido por actividades antropógenas, son: la salud y asentamientos humanos, sistemas naturales terrestres y acuáticos (suelos, bosques, ríos, zona costera, etc.) y sectores socioeconómicos (agropecuaria, silvicultura, pesquerías, gestión de recursos hídricos, etc.), todos vitales para el desarrollo y bienestar de las personas;
- Uno de los insumos para el análisis de la vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas/sectores, es la línea de referencia y los escenarios socioeconómicos. La importancia de esta herramienta radica en que tanto el grado de sensibilidad como la capacidad de adaptación, dependen de variables socioeconómicas así como de variables biofísicas;
- Tanto los sistemas naturales (medio ambiente natural) como los sectores socioeconómicos (medio ambiente transformado y artificial), están expuestos a las manifestaciones del clima y sus cambios, y son afectados tanto de forma positiva como negativa;
- Existen una serie de actividades desadaptativas que incrementan el grado de vulnerabilidad ante las manifestaciones del clima y los efectos adversos sobre los sistemas/sectores.

Otras conclusiones se obtuvieron del análisis de resultados relevantes de las observaciones del clima actual en el país y de los escenarios de cambio climático, como posibles manifestaciones del clima futuro en El Salvador:

- Incremento de la temperatura del aire superficial de 1.2° C durante el período 1961-1990 (0.04° C/año);
- Desfase de 1 a 2 meses entre la señal de ENOS y los valores extremos de precipitación (-275 mm en 1972 y -300 mm en 1983);
- Incremento de la temperatura del aire superficial de 0.8° a 1.1° C para el horizonte 2020 (0.02° C/año) y de 2.5° a 3.7° C para el 2100;
- Tendencia en las proyecciones a la reducción de las precipitaciones durante los meses de julio a septiembre para los horizontes 2020, 2050 y 2100 (intensificación de la canícula);
- Mejor estimación del incremento del nivel del mar global de 55 cm para el 2100 (posible área inundada 279.6 km² de la zona costero-marina).

²¹⁹ CMCC. IPCC. WMO. PNUMA/CSP. US/CSP.

²²⁰ IPCC. US/CSP.

²²¹ IPCC WGII, 1996: Second Assessment Report and Third Assessment Report.

El diagnóstico sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador, plantea una serie de conclusiones en los siguientes temas: investigaciones y estudios sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador; vulnerabilidad ante el clima actual en El Salvador; vulnerabilidad ante el cambio climático en El Salvador; vulnerabilidad ante la variabilidad climática en El Salvador; línea de referencia y escenarios socioeconómicos en El Salvador; impactos potenciales del cambio climático en El Salvador; posibles medidas para la adaptación al cambio climático en El Salvador.

A la luz de las conclusiones se identificaron debilidades en el estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador²²², que definieron requerimientos, los cuales fueron incorporados en las recomendaciones del diagnóstico²²³. Las debilidades y recomendaciones definen algunas de las líneas de acción y áreas temáticas de la propuesta de una estrategia para la creación de capacidades nacionales sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador.

Se realizaron una serie de entrevistas con algunos actores y sectores nacionales²²⁴ relacionados con los temas de vulnerabilidad y adaptación al clima y sus cambios, incluyendo el cambio climático, a fin de conocer el futuro potencial de acuerdos vinculantes entre la atención actual a los efectos negativos de eventos climáticos extremos y la variabilidad climática, con los esfuerzos globales que se están realizando con relación a la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

Ahora bien para ejecutar las recomendaciones del diagnóstico y avanzar en el estado del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador, se ha diseñado una propuesta de una estrategia cuyo propósito es hacer viable la asistencia técnica y financiera a ser proporcionada por los países desarrollados, con el fin de reducir el grado de vulnerabilidad e incrementar la capacidad de adaptación al cambio climático, de los sectores socioeconómicos y sistemas biofísicos del país.

²²² Consultoría: Líneas prioritarias de acción para la definición y ejecución de una estrategia nacional de adaptación al cambio climático en El Salvador. Segundo informe: Diagnóstico del estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador. P 75.

²²³ Consultoría: Líneas prioritarias de acción para la definición y ejecución de una estrategia nacional de adaptación al cambio climático en El Salvador. Segundo informe: Diagnóstico del estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador. P 75.

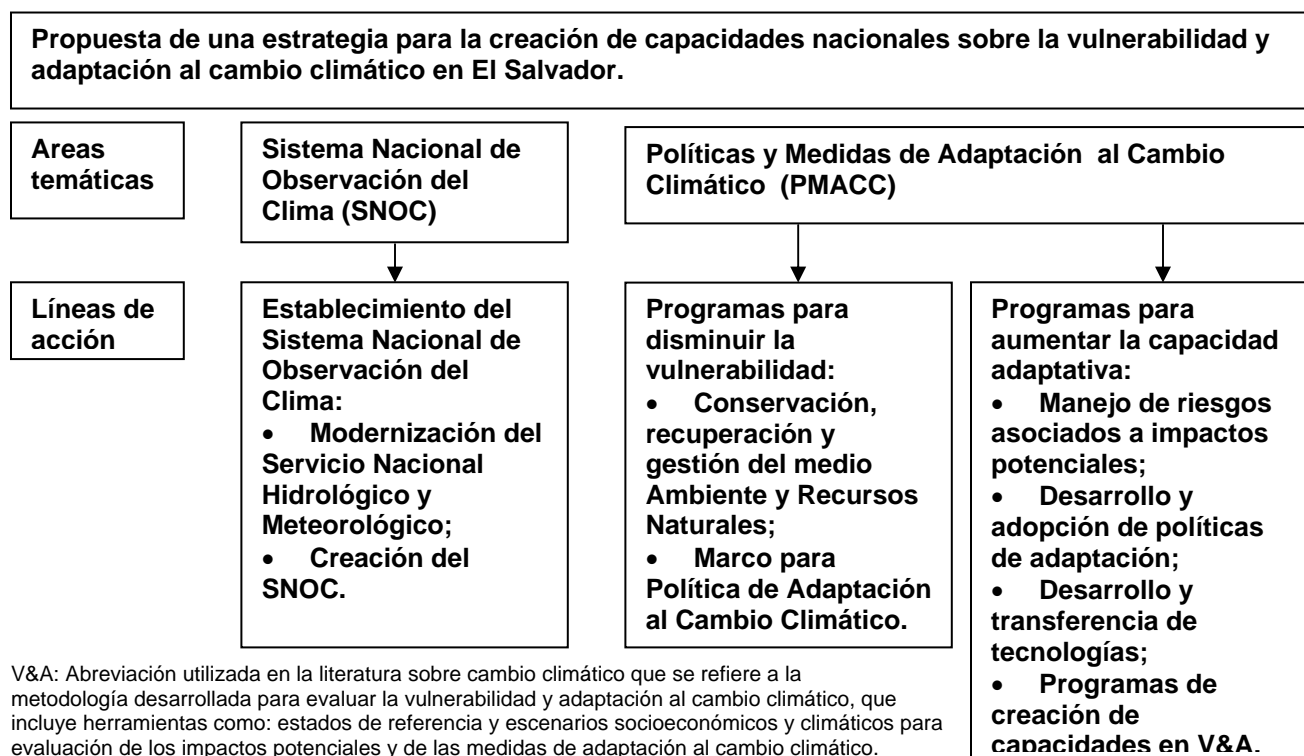
²²⁴ MARN, MAG/DGRNR, MSPAS, MIRE, CND, CEPRODE, CORDES, AID, etc.

Estructura de la estrategia.

La propuesta tiene como propósito la creación de capacidades nacionales para la evaluación de los impactos potenciales del cambio climático en sectores socioeconómicos y sistemas biofísicos para la elaboración de políticas y medidas de adaptación al cambio climático en El Salvador. El proceso de creación de capacidades consiste en la identificación, desarrollo e integración de los conocimientos, experiencias y habilidades del recurso humano y la creación o fortalecimiento de las instituciones y los sistemas de información requeridos.

La propuesta sirve de marco a una serie de acciones que deberán ser desarrolladas en las líneas estratégicas de cada área temática. Para el caso del Sistema Nacional de Observación del Clima (SNOC), las acciones van encaminadas a establecerlo, en primer lugar modernizando el Servicio Nacional Hidrológico y Meteorológico (SNMH) actual, tanto con relación al recurso humano como a la red de estaciones hidrometeorológicas y mareográficas, ampliando su alcance actual de pronóstico del tiempo a que incluya la observación del clima actual incluyendo la variabilidad climática y eventos climáticos extremos y las proyecciones del clima futuro. En segundo lugar, ampliando el alcance del SNMH hacia un SNOC, vinculándolo con iniciativas como el Sistema Global de Observación del Clima (GCOS por sus siglas en inglés) y otros esfuerzos que se estén haciendo dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés).

Con relación a las políticas y medidas de adaptación al cambio climático (PMACC), las acciones tienen como objetivo integrarlas dentro de las actuales políticas, programas y proyectos de desarrollo, sobre todo aquéllos que se refieren al manejo del medio ambiente y sus recursos naturales, por dos vías: disminuir el grado de vulnerabilidad (DGV) y aumentar la capacidad adaptativa (AGA) de los sectores/sistemas del país. Las acciones de la primera vía van encaminadas a atender los factores inherentes de los sectores/sistemas que los hacen más vulnerables a los efectos de las manifestaciones del clima y sus cambios. Por otra parte las acciones de la segunda vía pretenden fortalecer y ampliar las actuales estrategias de adaptación a los eventos naturales extremos, a fin de enfrentar el cambio climático minimizando los impactos potenciales.



Capítulo 8. Sistema Nacional de Observación del Clima.

Un Sistema Nacional de Observación del Clima (SNOC) es el vínculo entre el Servicio Nacional Meteorológico e Hidrológico (SNMH) y el Sistema Global de Observación del Clima (GCOS).

En la formación de un SNOC se deberá considerar las experiencias en otros países en desarrollo, donde la efectividad se ha logrado partiendo de la integración de instituciones (gubernamentales, no gubernamentales, etc.) cuyo quehacer gira en torno a la educación superior (universidades, etc.), investigación (centros de investigación, etc.), aplicación (sectores de la sociedad organizados, etc.) y divulgación (medios de comunicación, etc.), del clima sus efectos positivos y negativos sobre las actividades humanas. A continuación se presentan antecedentes, propósitos, alcances, elementos y aplicaciones de un SNOC.

En 1992 fue establecido el GCOS, co - patrocinado por la Organización Meteorológica Mundial (WMO por sus siglas en inglés), la Comisión Intergubernamental Oceanográfica (IOC por sus siglas en inglés) de la UNESCO, el Programa para el Medio Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP por sus siglas en inglés), y el consejo Internacional para la Ciencia (ICSU por sus siglas en inglés).

Un SNOC confiable es esencial para un mejor entendimiento del funcionamiento del sistema climático; evaluar impactos potenciales sobre sectores y sistemas del país; y proponer estrategias de adaptación para la variabilidad climática, los eventos climáticos extremos y el cambio climático.

Dado que las escalas espacial y temporal del sistema climático son globales, un SNOC deberá estar vinculado con los esfuerzos internacionales encaminados a promover el fortalecimiento de los sistemas de observación y así asegurar que las observaciones e información necesaria para planificar el desarrollo de sectores y sistemas influenciados por el clima, sean generadas y esté disponible de manera apropiada y oportuna para todos los usuarios potenciales.

Algunos de los elementos de un SNOC son: planta de personal profesional actualizado en la ciencia del sistema climático y sus interacciones con las actividades humanas; red de estaciones climáticas modernas incorporando las tecnologías de los sensores remotos, y conectadas a los centros globales de procesamiento y análisis de datos climatológicos; centros de pronósticos hidrometeorológicos y proyecciones del clima, y redes de información y divulgación al nivel nacional o regional.

Un SNOC deberá contar con el involucramiento de expertos de diferentes disciplinas sectores e instituciones: meteorología, geografía, oceanografía, hidrología, física, química, biología, sociología y economía, actualizados en la ciencia del cambio climático y las interacciones del clima con las actividades humanas.

De acuerdo a la guía complementaria para las Partes de la Convención sobre Cambio Climático, con relación a la preparación de los reportes nacionales sobre los sistemas globales de observación del clima²²⁵, el conjunto de parámetros climáticos que deberían medirse sistemáticamente por un SNOC es: temperatura del aire y viento superficial, precipitación, perfiles verticales de temperatura, humedad, y viento, composición fisicoquímica del aire: ozono, dióxido de carbono, CFC²²⁶, metano, óxido nitroso, vapor de agua, radiación solar, UV²²⁷, turbidez, aerosoles, etc. (atmósfera); temperatura del mar en la superficie, viento, olas, elevación del nivel del mar, fondo del mar referido a la red geodésica, perfiles verticales de temperatura, salinidad y corrientes (océano); descarga superficial de agua, flujos de agua superficial, flujos de agua de subsuelo, precipitación, evapotranspiración, humedad relativa, material biogeoquímico desde tierra al océano, humedad de suelo, uso del agua.

²²⁵ GCOS coordinators. Supplementary reporting format to: UNFCCC reporting guidelines on national communications. August 2000.

²²⁶ CFC: clorofluorocarbonos.

²²⁷ UV: Radiación ultravioleta.

La información generada por los SNOG constituye un insumo importante para los sistemas de alerta temprana, que deberán tener la capacidad probada de prevenir con la mayor antelación posible los efectos negativos de fenómenos climáticos de los cuales los que más afectan al territorio nacional son las sequías e inundaciones. El diseño adecuado de los sistemas de alerta temprana, deberá considerar los mecanismos de generación de los fenómenos climáticos; los sectores o sistemas más vulnerables a los efectos negativos; los procedimientos y mecanismos más efectivos para registrar, avisar, evacuar y proteger a los asentamientos humanos bajo riesgo.

Otra aplicación de la información generada por los SNOG es para la planificación del manejo de sectores y sistemas como: el agropecuario, soporte de la seguridad alimentaria y generadora de divisas y empleo; la zona costero-marina, con variedad de recursos para el desarrollo como topografía propicia para el transporte terrestre y aéreo, morfología de costa adecuada para el transporte marítimo, áreas adecuadas para el turismo, humedales como lagunas costeras, deltas de ríos, esteros y bahías con alto valor ambiental, planicie costera conveniente para desarrollar la producción agropecuaria semi-intensiva; los ecosistemas forestales, y sus servicios como conservación de especies, filtración de sedimentos, retención de agua, entre otros; energético, que puede aprovechar fuentes de energía del sistema climático como la hidráulica, solar, eólica, oleaje, mareas.

8.1. Estado actual del Servicio Nacional Meteorológico e Hidrológico.

Actualmente el SNMH está constituido por: el Servicio Meteorológico y Servicio Hidrológico de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables del Ministerio de Agricultura y Ganadería, y el Departamento de Hidrografía del Centro Nacional de Registros del Ministerio de Economía, y están involucrados en las mediciones de algunas variables atmosféricas, hidrológicas y oceanográficas. De momento no existe coordinación entre ambas instituciones, por ejemplo con relación a integrar una base de datos de las diferentes mediciones.

El Servicio Meteorológico de la DGRNR/MAG²²⁸ tiene las siguientes responsabilidades: efectuar la vigilancia del tiempo atmosférico con fines de protección a la población, asesoría en agricultura, industria, comercio, turismo, salud, navegación aérea y marítima, así como el cumplimiento de acuerdos mundiales de intercambio de información meteorológica; elaborar estudios e investigaciones de las relaciones de los elementos y factores atmosféricos para la protección, prevención y planificación de actividades que influyan en el medio ambiente, aplicando modelos meteorológicos; proporcionar información meteorológica y estadística con fines ambientales, agrometeorológicos, climáticos, aeronáuticos y educativos, tomando en consideración las normas técnicas establecidas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM); coordinar la operatividad, rehabilitación y mejoría de las redes básicas de observación meteorológica del país, a fin de asegurar la oportuna disponibilidad de información para los usuarios; realizar observaciones y mediciones meteorológicas en forma continua, periódica y permanente y efectuar el análisis de los datos obtenidos.

Las variables o parámetros meteorológicos medidos son: temperatura del aire superficial, viento, precipitación, humedad del aire y radiación, con el fin de elaborar y divulgar el almanaque salvadoreño anualmente para ser usados en la protección a la población, asesoría en agricultura, industria, comercio, turismo, salud, navegación aérea y marítima. La cobertura temporal y espacial de las observaciones no ha sido la adecuada debido a varios factores: equipo no actualizado, discontinuidades en las series, dificultades logísticas, falta de mantenimiento, etc. Las causas del deterioro de la red de monitoreo han sido varias. Una de las razones fue el conflicto armado que vivió el país en la década de los 80's que: imposibilitaba la sustitución del equipo analógico por equipo digital de transmisión electrónica de datos; destruyó total o parcialmente gran parte de la red estaciones; y dificultaba el poder llegar a las estaciones para su mantenimiento.

²²⁸ DGRNR/MAG: Dirección General Recursos Naturales Renovables/Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Las estaciones, paquetes de programas y nodos de conexión para red con que cuenta son: estaciones, meteorológicas automáticas-telemétricas (8), pluviométricas (80), climatológicas (28); paquete de programas para el análisis y transmisión de datos VSAT/STAR 4 (100%²²⁹), paquete de programas para el procesamiento de información climatológica CLICOM (60%); interconexión de red nacional (8), conexión con centros globales de procesamiento y análisis de mediciones sistemáticas climatológicas (4).

El personal con que se cuenta son 76 personas organizadas en las siguientes categorías: coordinador área de meteorología (1); enlace institucional ante el COEN²³⁰ (1); meteorólogo pronosticador (5); meteorólogo auxiliar (4); observador sinóptico y aeronáutico (21); coordinador de la unidad de climatología y redes de observación (1); meteorólogo auxiliar climatológico (3); observador climatológico tipo A y B (22); coordinador de la unidad de procesamiento de la información y comercialización (1); otros (17).

Los proyectos que está desarrollando el servicio meteorológico son:

- Fortalecimiento y modernización de la red meteorológica. Objetivo: fortalecer y modernizar la red para recopilación de datos meteorológicos. Descripción: actualización de las capacidades de procesamiento para el análisis de la información meteorológica. (NOAA/AID²³¹);
- Respuesta y prevención a desastres. Objetivo: formación y creación de capacidades. Descripción: instalación, manejo, y mantenimiento del sistema de predicción de inundaciones y alerta temprana (NOAA/AID);
- Creación de capacidades al nivel comunal. Objetivo: capacitar a las comunidades en el uso práctico de la observación de uno de los componentes del sistema climático: la atmósfera. Descripción: instalación de una estación meteorológica convencional para fines educativos. (ADESCAM²³²).

Por otra parte, el Servicio Hidrológico de la DGRNR/MAG tiene las siguientes responsabilidades: medición de caudales por medio de aforos aéreos o por vadeo a la red de estaciones hidrométricas instaladas (convencionales, automáticas o telemétricas); limpieza y mantenimiento de las estaciones (secciones transversales); mantenimiento del equipo hidrométrico (molinetes, tornos, etc.); programación de monitoreo a la red de estaciones hidrométricas; monitoreo, recolección de datos, mantenimiento y manejo de la red de estaciones hidrométricas convencionales; recolección de datos de las estaciones hidrométricas automáticas y telemétricas de la red hidrológica nacional.

Las variables o parámetros hidrológicos medidos son: evaporación, tasa de precipitación, altura del río, caudales, con el fin de elaborar y divulgar el Anuario Hidrológico y proporcionar asistencia técnica en materia de hidrología a instituciones públicas y privadas. La cobertura temporal y espacial de las observaciones no ha sido la adecuada debido a varios factores: equipo no actualizado, discontinuidades en las series, dificultades logísticas, falta de mantenimiento, etc.

Las estaciones, paquetes de programas y nodos de conexión para red con que cuenta son: estaciones hidrométricas con apoyo del PAES²³³ (20: 10 convencionales, 7 automáticas y 3 telemétricas), GOES²³⁴ (4 convencionales), USGS²³⁵ (4 telemétricas), USGS/CEL²³⁶ (1 telemétrica); red local de 7 computadoras personales con apoyo de NOAA/USGS²³⁷, para el Centro de Información Hidrológica con capacidad para almacenamiento y procesamiento de las mediciones sistemáticas de hasta 72 estaciones hidrométricas.

²²⁹ Los valores de %, sugieren el grado de utilización de los paquetes de programas, y se puede deber a que: no tienen el paquete completo, no se esta capacitado para manejar todos sus componentes; se ha dañado el paquete o el equipo en el cual se corre, etc.

²³⁰ COEN: Comité de Emergencia Nacional.

²³¹ NOAA/AID: National Oceanic and Atmospheric Administration/Agencia Internacional para el Desarrollo.

²³² ADESCAM: Asociación de Desarrollo Comunal del Area Metropolitana.

²³³ PAES: Programa Ambiental de El Salvador, financiado con un préstamo del BID.

²³⁴ GOES: Gobierno de El Salvador.

²³⁵ USGS: United States Geological Survey.

²³⁶ USGS/CEL: United States Geological Survey/Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del río Lempa.

²³⁷ NOAA/USGS: National Oceanic and Atmospheric Administration/United States Geological Survey.

El personal con que se cuenta son 19 personas organizadas en las siguientes categorías: área de hidrometría, hidromensor (4), auxiliar de hidromensor (3), otros (2); centro de información hidrológica, coordinador del centro de información (1), cálculo y procesamiento de datos (2), otros (3); estudios especiales (1); área administrativa (3).

Los proyectos que está desarrollando el servicio hidrológico de la DGRNR/MAG son:

- Respuesta y prevención a desastres en la cuenca tri-nacional del río Lempa. Objetivo: desarrollar una propuesta de un centro regional para reducción de desastres y desarrollo de un plan regional para enfrentar desastres naturales, con énfasis en la sostenibilidad de la red de alerta temprana. (NOAA/AID/CCAD²³⁸);
- Sistemas de predicción y alerta temprana. Objetivo: Ejecución del sistema de alerta temprana a inundaciones al nivel comunitario. Descripción: diseño y ejecución de un sistema automatizado para comunidades en áreas susceptibles a inundaciones en la cuenca del río Grande de San Miguel. (NOAA/AID);
- Programa regional de manejo de la cuenca del río Lempa. Objetivo: ejecución de un sistema de predicción hidrológica para la cuenca del río Lempa. Descripción: diseño e inicio de ejecución del sistema nacional de predicción hidrometeorológica para la cuenca del río Lempa (NOAA/AID/CCAD);
- Monitoreo del recurso hídrico. Objetivo: fortalecer la red de estaciones hidrométricas. Descripción: rehabilitación de Estaciones hidrométricas, diseño de una red de monitoreo del recurso hídrico (disponibilidad y calidad), establecimiento de normas y de base de datos (PAES);

El Departamento de Hidrografía del CNR/MINE²³⁹ tiene las siguientes atribuciones: editar el almanaque de mareas; recopilar, procesar y almacenar la información mareográfica; desarrollar levantamientos batimétricos en cooperación con otras instituciones; ejecutar proyectos de investigación como descomposición de la medición de la elevación del nivel del mar en sus diferentes señales (mareas, presión atmosférica, ondas internas, movimiento vertical del fondo marino, etc.), que se encuentran al nivel de propuesta al Instituto Geográfico Interamericano.

Las variables o parámetros oceanográficos medidos son: temperatura del agua superficial y elevación del nivel del mar, con el fin de elaborar y divulgar el almanaque de mareas anualmente para ser usado en la construcción de obras portuarias y en la pesca artesanal e industrial. La cobertura temporal y espacial de las observaciones no ha sido la adecuada debido a varios factores: equipo no actualizado, discontinuidades en las series, dificultades logísticas, falta de mantenimiento, etc.

El personal con que se cuenta es solamente el jefe de la unidad y un encargado del mantenimiento del equipo. Las estaciones mareográficas son dos, una analógica y a partir de diciembre recién pasado una digital, ambas en el puerto de Acajutla. Se selecciono a Acajutla porque de momento solamente allí se tenía una estación de medición (analógica) y para darle continuidad al registro. Las mediciones son enviadas vía satélite al centro de pre-procesamiento de Puerto Rico, y la información se puede acceder vía Internet²⁴⁰.

²³⁸ NOAA/AID/CCAD: National Oceanic and Atmospheric Administration/Agencia Internacional para el Desarrollo/ Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.

²³⁹ CNR/MINE: Centro Nacional de Registros/ Ministerio de Economía.

²⁴⁰ <http://www.vitelinc.com/datacommandnt/>

Los proyectos que está desarrollando el departamento de hidrografía del CNR/MINE son:

- Creación de capacidades para fortalecer el sistema mareográfico nacional. Objetivo: Desarrollar capacidades nacionales y regionales para la instalación y mantenimiento de las estaciones. Descripción: Como un primer paso se capacitara en la instalación y mantenimiento del equipo, para posteriormente capacitar en el procesamiento y análisis de la información generada. (NOAA/AID/CCAD/IGN²⁴¹);
- Desarrollo y ejecución del marco geodésico para El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua. Objetivo: Establecimiento de estaciones de referencia de operación continua (CORS por sus siglas en ingles). Descripción: una o dos estaciones CORS, estarán conectadas con el servicio internacional de rotación de la tierra para el levantamiento de mapas y la localización global de las estaciones hidrometeorológica. (NOAA/AID/CCAD/IGN);
- Reconstrucción y mejoramiento de las estaciones mareográficas en el golfo de Fonseca. Objetivo: Establecimiento de aproximadamente cinco estaciones mareográficas en el golfo de Fonseca. Descripción: Las estaciones mareográficas servirán para realizar observaciones de la elevación del nivel del mar y los movimientos verticales del fondo marino en el golfo de Fonseca. (NOAA/AID/CCAD/IGN).

8.2. Sistema Global de Observación del Clima.

Como se mencionó al inicio del presente capítulo, el SNOG es el vínculo entre el SNMH y el GCOS, el cual pretende ser un sistema operacional, automanejable, de largo período, capaz de proveer las observaciones requeridas para: estudiar el sistema climático; detectar y relacionar con sus orígenes al cambio climático; evaluar los impactos de la variabilidad climática y del cambio climático; apoyar la investigación que permita el mejoramiento del conocimiento, y la modelación y predicción del sistema climático y sus cambios. Asimismo, pretende abarcar el sistema climático en su totalidad incluyendo los procesos atmosféricos, oceánicos, hidrológicos, criosféricos y terrestres.

El GCOS ha sido creado y trabaja en asociación con otros sistemas de observación existentes, tales como: el de Vigilancia Global de la Atmósfera (GAW por sus siglas en ingles) de la WMO; Sistema Global de Observación del Océano (GOOS por sus siglas en ingles); y el Sistema Global de Observación de la Tierra (GTOS por sus siglas en ingles). También hecha mano de redes de observación establecidas en programas de investigación tales como: el Programa de Investigación del Clima Global (WCRP por sus siglas en ingles); y el Programa Internacional para la Geosfera y Biosfera (IGBP). GCOS es un socio en la Estrategia Integrada de observación Global (IGOS por sus siglas en ingles), la cual conjunta a los sistemas globales de observación, las agencias financieras y los programas de investigación internacional para alcanzar objetivos generales de la observación global tales como el estudio de los ciclos del carbono y del agua.

Para establecer el SNOG es indispensable tomar en cuenta, iniciativas que se están desarrollando en respuesta a decisiones de la Conferencia de las Partes (COP por sus siglas en ingles)²⁴² de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en ingles)²⁴³. Dentro de ese marco²⁴⁴ el GCOS, ha iniciado un programa global que tiene como propósito diseñar y ejecutar planes regionales de acción, encaminados a establecer los SNOG para la medición sistemática del clima, la predicción y alerta temprana de los ECE y la variabilidad climática, y la definición de medidas de adaptación²⁴⁵.

²⁴¹ NOAA/AID/CCAD/IGN: National Oceanic Atmospheric Administration/Agencia Internacional para el Desarrollo/Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo/Instituto Geográfico Nacional.

²⁴² Capacity-building in developing countries (non-annex I parties). Implementation of articles 4.8 and 4.9 of the Convention (Decision 3/CP.3 and articles 2.3 and 3.14 of the Kyoto Protocol).

²⁴³ UNFCCC Reporting Guidelines on global climate change observing systems. Research and Systematic Observation.

²⁴⁴ Decisión 14 de la Cuarta Conferencia de las Partes; decisión 5 de la Quinta Conferencia de las Partes; decisión 2 de la Cuarta Conferencia de las Partes.

²⁴⁵ GEF, 2000: Capacity Building for observation Systems for Climate Change.

Las actividades que se van a desarrollar dentro del programa global, consisten en diez talleres regionales (2001 al 2003) y actividades complementarias como el desarrollo de planes de acción²⁴⁶. Los objetivos de los talleres son:

- Proveer entrenamiento para la preparación de los reportes nacionales sobre observaciones sistemáticas, así como identificar necesidades de entrenamiento adicionales;
- Facilitar la recolección de información sobre observaciones sistemáticas para incluir en las comunicaciones nacionales consistentes con las guías de reportes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés), y para el desarrollo de un reporte resumen de la región;
- Obtener un mejor entendimiento de las deficiencias del sistema de observación en la región, y desarrollar un Plan de Acción para superarlas;
- Lograr un entendimiento más amplio de oportunidades para mejorar el sistema de observación conjuntando al nivel regional tanto a los países en desarrollo con los donadores interesados;
- Facilitar la interacción entre los actores vinculando a los coordinadores del cambio climático con los representantes del servicio nacional hidrológico y meteorológico y otros actores relacionados en la observación del clima.

8.3. Líneas de acción para el establecimiento del SNOC.

Con base en el estado actual del SNMH y en consistencia con el propósito y los alcances del programa global del GCOS, se proponen las siguientes líneas de acción:

En respuesta a la Conferencia de las Partes (CP) de la UNFCCC, la Secretaria del GCOS, ha iniciado un Programa Global de creación de capacidades que en su fase inicial ha realizado un taller regional en las Islas del Pacífico Sur, que en su resolución para el fortalecimiento del GCOS en la región del Pacífico, reconoce que: "la red de observación del Servicio Nacional Meteorológico e Hidrológico (SNMH) provee el fundamento sobre el cual el fortalecimiento del GCOS debe ser construido", estableciendo el SNOC.

A. Línea de acción 1: Modernización del SNMH.

El propósito de la modernización del SNMH es convertirlo en un servicio efectivo que proporcione de una forma oportuna los pronósticos del tiempo a todos aquellos sectores que los requieren, y establecer los acuerdos vinculantes con los sistemas globales de observación (GAW, GOOS, GTOS, GCOS).

Acciones:

- *Diseño, establecimiento y rehabilitación de Redes de monitoreo de datos Meteorológicas e Hidrológicas.* Con el objetivo de modernizar la red de estaciones hidrometeorológicas, incluyendo estaciones automáticas y telemétricas, se está ejecutando un proyecto²⁴⁷ para mejoramiento de las capacidades regionales para mitigar el impacto de los desastres en cuencas internacionales, que tiene los componentes de fortalecimiento y modernización de la red meteorológica e hidrológica.
- *Creación del centro de pronóstico hidrometeorológico.* Con el objetivo de realizar pronósticos en tiempo real de caudales y niveles de agua, así como escenarios de inundación, se está ejecutando un proyecto que en uno de sus componentes incorpora un modelo hidrológico que será calibrado con la información histórica in situ, y que incluye una subrutina de un modelo geológico que será calibrado con un levantamiento topográfico de la cuenca. Este esfuerzo podrá vincularse con otra iniciativa regional²⁴⁸ cuyo propósito es hacer pronósticos del tiempo de escala regional y estacional.

²⁴⁶ PDF B proposal for funding, GEF. Project Title: Capacity building for observation Systems for Climate Change.

²⁴⁷ SICA/USAID, 2000-2001: Mejorar las capacidades de la región para mitigar el impacto de los desastres en cuencas internacionales. Cuenca internacional del río Lempa.

²⁴⁸ NOAA/USAID: Centro Regional de Pronóstico Regional y Estacional.

- *Medición, procesamiento y análisis de la contaminación en el aire y en el agua.* Con el objetivo de cuantificar el grado de deterioro de sistemas biofísicos, para evaluar las fuentes de contaminantes y proponer medidas de control de efluentes, se ha propuesto la creación de una nueva área llamada de monitoreo de la contaminación, sin embargo, esta iniciativa está vinculada a reformas institucionales del estado, todavía pendientes de definición²⁴⁹.
- *Establecimiento del área de hidrogeología en el SNMH.* Con el objetivo de ampliar el alcance del análisis de la hidrosfera, principal responsable en el sistema climático de los flujos de energía (evaporación, condensación y precipitación), y considerando que el ciclo hidrológico se vería impactado debido al cambio climático, incidiendo en la disponibilidad del agua, niveles de precipitación, etc., el desarrollo de esta área es vital, para relacionar la disponibilidad de los recursos hídricos en el subsuelo con la estructura de estratos geológicos. Esta iniciativa estará vinculada a las reformas institucionales pendientes, y podría absorber el área de hidrometeorología de ANDA.
- *Capacitación del personal del SNMH.* Con el objetivo de actualizar las capacidades del recurso humano en cuanto a las tendencias del clima actual y futuro, con énfasis en el análisis de la variabilidad climática y eventos climáticos extremos y sus efectos sobre los sectores socioeconómicos y sistemas biofísicos, a fin de generar información del clima relevante para proponer respuestas adaptativas. Se capacitara al personal en técnicas de procesamiento de datos y análisis de series de tiempo, para identificar magnitudes y frecuencias del clima y sus cambios.

B. Línea de acción 2: Creación del SNOC.

El propósito de crear el SNOC es garantizar los vínculos y compromisos internacionales que se establezcan entre el SNMH con los sistemas globales de observación (GAW, GOOS, GTOS, GCOS), y así participar en forma activa en los esfuerzos globales que se están desarrollando para predecir el comportamiento del sistema climático.

Acciones:

- *Ampliación de las atribuciones del SNMH.* Con el objetivo de: estudiar las variaciones de largo período como el cambio climático, y definir la climatología del país; detectar la ocurrencia de sistemas ciclónicos, sequías, inundaciones, fenómenos como El Niño/La Niña, y brindar información en tiempo real de la evolución de estos fenómenos; facilitar la planificación de actividades humanas afectadas por el clima y sus cambios, se deberá: ordenar, procesar y analizar la información generada hasta la fecha por las redes de estaciones hidrometeorológicas; establecer una red de estaciones de mediciones de variables oceanográficas y terrestres; capacitar al personal del SNMH en el procesamiento, análisis y producción de proyecciones del clima futuro.
- *Creación de capacidades para el establecimiento del SNOC.* Con el objetivo de identificar las necesidades en materia de capacidades (humanas, institucionales y de información) para el establecimiento del SNOC, se está realizando una consultoría cuyo producto principal es diagnosticar sobre el estado actual del SNMH, y proponer las áreas críticas que requieren apoyo para tener una participación activa en los esfuerzos que se están realizando en ese tema dentro del proceso de negociaciones y de aplicación de la CMCC.

²⁴⁹ Propuesta de modernización del Servicio Hidrológico Nacional, DGRNR, 2001.

- *Desarrollo de un Sistema de Predicción del Clima, Estacional y Regional (SPCER).* Con el objetivo de reducir la vulnerabilidad biofísica de los sistemas naturales, y facilitar la definición y ejecución de una política regional de predicción del clima, se deberá desarrollar un SPCER en América Central²⁵⁰. Este sistema, es un componente de un modelo atmosférico regional ya existente, que ha tenido gran éxito en la simulación de la variabilidad observada de la precipitación para períodos críticos en la región. Sus productos son similares a los que proveen el DOC/NOAA²⁵¹ sobre El Niño/La Niña acerca de las variaciones climáticas estacionales. DOC esta proveyendo algunas de las herramientas necesarias para desarrollar el SPCER en los países afectados por el Mitch, entre las que se pueden mencionar: validación del modelo, adquisición, e instalación del equipo de computación necesario, entrenamiento, transferencia tecnológica, y apoyo. El apoyo se llevara a cabo a través de talleres de capacitación que en forma ideal coincidan con eventos de la variabilidad climática natural como el ENSO.
- *Participación activa en iniciativas internacionales encaminadas a mejorar el conocimiento del clima global presente y futuro.* Con el objetivo de preparar un plan de acción regional que sirva de base para la preparación de propuestas de financiamiento para la ampliación del alcance de los Servicios Nacionales Meteorológico e Hidrológico (SNMH's) hacia Sistemas Nacionales de Observación del Clima (SNOC's), se deberá: desarrollar reportes sobre los requisitos y prioridades nacionales para el establecimiento de los SNOC's; desarrollar un reporte consolidado sobre los requerimientos y prioridades regionales para el establecimiento de los SNOC's; facilitar el desarrollo de un plan de acción regional que incorpore los requerimientos y prioridades identificadas en los reportes (nacionales y regional). Una propuesta para creación de capacidades para los sistemas de observación del cambio climático, propone identificar un socio regional que le facilite la incorporación de expertos regionales, y contactar a aquellas instituciones nacionales con mayor capacidad para ejecutar las acciones necesarias para cubrir los requerimientos y prioridades para el establecimiento de los SNOC's. En una síntesis preliminar de socios regionales potenciales, que se presenta en dicha propuesta se sugiere que para el área Centroamericana podría ser el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH) o el Instituto Interamericano (IAI por sus siglas en ingles)²⁵². Los reportes nacionales de requerimientos y prioridades para el establecimiento del Sistema de Observación del Clima, deberían ser parte del proceso de elaboración de las comunicaciones nacionales sobre el cambio climático como es solicitado por las partes de la UNFCCC en la Decisión 5 de la quinta Conferencia de las Partes (D.5/CP.5).

²⁵⁰ DOC/NOAA: Departamento de Comercio/Administración Atmosférica y Oceánica Nacional.

²⁵¹ El DOC/NOAA del Gobierno de los Estados Unidos de América, iniciaron en 1999 la ejecución del SPCER.

²⁵² GEF. PDF B Proposal for funding. Capacity Building for observation Systems for Climate Change.

Capítulo 9. Políticas y medidas de adaptación al cambio climático.

9.1. Avances en materia de adaptación al cambio climático en El Salvador.

Los impactos potenciales del cambio climático y del posible incremento en intensidad y frecuencia de fenómenos naturales como los eventos climáticos extremos (ECE)²⁵³ y la variabilidad climática²⁵⁴, podrían afectar el desarrollo socioeconómico del país. La incorporación de políticas y medidas de adaptación al cambio climático en las actuales políticas, programas y proyectos de desarrollo en ejecución o gestión, se deberá realizar para reducir el grado de vulnerabilidad y aumentar la capacidad adaptativa al cambio climático de los sectores socioeconómicos²⁵⁵ y sistemas biofísicos²⁵⁶ en El Salvador.

El grado de vulnerabilidad y capacidad de adaptación al cambio climático, ECE y variabilidad climática, depende al menos de las siguientes propiedades inherentes de los sectores/sistemas: el grado de deterioro biofísico del medio ambiente y el nivel de bienestar socioeconómico de la población.

La incorporación de las políticas y medidas de adaptación al cambio climático en las actuales políticas, programas y proyectos de desarrollo, es necesaria porque el sistema climático, sus manifestaciones naturales como la variabilidad climática y ECE, intensificadas por el cambio climático, interactúa con los diferentes sectores socioeconómicos y sistemas biofísicos.

Las interacciones del clima y sus cambios con los sectores/sistemas del país pueden tener efectos positivos o negativos. Algunos impactos potenciales del cambio climático son: favorecer la aparición de epidemias de enfermedades de transmisión vectorial para los humanos; destruir asentamientos humanos localizados en áreas susceptibles a inundaciones; reducir la producción de granos básicos; reducir los caudales de agua superficial induciendo la salinización del agua de subsuelo; provocar la pérdida de las partes bajas de la zona costero-marina incluyendo los humedales de agua salobre por inundación; aumentar la frecuencia de los incendios forestales por el aumento de temperatura y pérdida de humedad en el suelo y aire.

El país adquirió compromisos con la ratificación de la UNFCCC²⁵⁷, los cuales se estipulan en el artículo 4, en donde se establece que todos los países miembros de la Convención deberán desarrollar medidas para facilitar la adaptación adecuada al cambio climático, con el fin de reducir el grado de vulnerabilidad y aumentar la capacidad adaptativa de los sectores/sistemas al cambio climático.

Los presidentes Centroamericanos suscribieron, en la declaración de Guatemala II de octubre 1999, el Marco Estratégico para la Reducción de la Vulnerabilidad y los Desastres en Centroamérica (MERVDCA), que supone la elaboración de planes específicos, a desarrollarse a los niveles nacionales y regional, en tres grandes áreas temáticas: la reducción de vulnerabilidades y el impacto de los desastres; el manejo integrado y la conservación de los recursos del agua; y la prevención y el control de los incendios forestales.

La declaración de los presidentes Centroamericanos también incluye una propuesta de un Plan Regional de Reducción de Desastres (PRRD), que tiene como propósito promover y ejecutar acciones regionales y nacionales que lleven a reducir las vulnerabilidades de tipo económico, social, cultural, y ambiental; mientras que el objetivo general del PRRD es fortalecer los Sistemas Nacionales para la Gestión de los Riesgos y Desastres mediante la promoción y coordinación al nivel nacional y regional, de acciones sectoriales y transectoriales y de apoyo directo al proceso de toma de decisiones políticas.

²⁵³ Ejemplos de ECE en nuestro país son los sistemas ciclónicos (huracanes), períodos de sequía, olas de calor o de frío, etc.

²⁵⁴ Ejemplo de la variabilidad climática en nuestro país es El Niño/Oscilación del Sur (ENOS) y La Niña en su fase fría.

²⁵⁵ Salud y asentamientos humanos, agropecuario, seguridad alimentaria y nutricional, gestión de recursos hídricos, etc.

²⁵⁶ Zona costero-marina, humedales, ecosistemas forestales, etc.

²⁵⁷ El Salvador ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático el 10 de agosto de 1995.

En El Salvador, el marco normativo orientado a reducir el grado de deterioro biofísico incluye fundamentalmente lo siguiente: la Política Nacional del Medio Ambiente (documento elaborado por el MARN pero sin divulgación), la Ley del Medio Ambiente²⁵⁸ y sus reglamentos, y la Ley Forestal²⁵⁹.

En 1998 se promulgo la Ley de Medio Ambiente, la cual establece en su artículo 2, Principios de la Política Nacional del Medio Ambiente, en sus literales e) que literalmente se lee "En la gestión de protección del medio ambiente, prevalecerá el principio de prevención y precaución" y j) "En la gestión publica del medio ambiente deberá aplicarse el criterio de efectividad, el cual permite alcanzar los beneficios ambientales al menor costo posible y en el menor plazo, conciliando la necesidad de protección del ambiente con las de crecimiento económico" y en el artículo 3, Política Nacional del Medio Ambiente, que literalmente se lee "La política nacional del medio ambiente es un conjunto de principios, estrategias y acciones, emitidas por el consejo de Ministros, y realizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que en lo sucesivo de esta ley podrá llamarse el Ministerio y por el Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente. La política nacional del medio ambiente deberá guiar la acción de la administración publica, central y municipal, en la ejecución de planes y programas de desarrollo", los principios y criterios que deben de regir los planes y programas de desarrollo nacional, en materia de uso sostenible de los recursos naturales, incluyendo el sistema climático.

Aunque dentro de Ley de Medio Ambiente no se menciona en forma explícita al sistema climático como tal, si se regulan las obligaciones del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), con relación a algunos componentes del sistema climático.

En el artículo 55, bajo el título Obligación de elaborar Planes de Prevención y Contingencia Ambiental, literalmente se lee "El ministerio, en coordinación con el Comité de Emergencia Nacional, elaborara el Plan Nacional de Prevención y Contingencia Ambiental, siendo este último el que lo ejecutará. El Plan pondrá énfasis en las áreas frágiles o de alto riesgo, de acuerdo a un Mapa Nacional de Riesgo Ambiental que será elaborado por el ministerio con el apoyo de las instituciones especializadas.

El GOES ha desarrollado planes y programas que incluyen el manejo de riesgos tales como: 1) propuesta de un Plan Nacional de Reconstrucción (PNR)²⁶⁰ que incluye programas para: modernización del Sistema Nacional de Emergencia (SNE), y apoyo para el funcionamiento y operativización del SNE; 2) propuesta de un Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (PNODT), que incluye entre otros, programas para: fortalecimiento institucional, evaluación ambiental estratégica del PNODT, mejoramiento socioeconómico de la población y creación de un sistema de información territorial.

Otros proyectos en ejecución o gestión en donde está involucrado el GOES son los siguientes: Programa Regional para la Gestión de Riesgos en América Central²⁶¹; PDF-B, Estrategia de Adaptación al Cambio Climático para América Central²⁶²; Vulnerabilidad del río Lempa: prevención y mitigación de desastres²⁶³; Manejo sostenible de la cuenca trinacional del río Lempa²⁶⁴; Conservación de los ecosistemas costeros en el Golfo de Fonseca²⁶⁵.

²⁵⁸ Ley del Medio Ambiente, Tomo No. 339 del Diario Oficial No 79, de fecha 2 de marzo 1998, Decreto Legislativo No. 233.

²⁵⁹ Ley Forestal, Tomo No 238 del Diario Oficial No 50, de fecha 13 de marzo 1973, Decreto legislativo No 268.

²⁶⁰ GOES. Plan Nacional de Reconstrucción: Transformando el país para reducir la Vulnerabilidad ante los Desastres. Vol. I: Ejes Estratégicos.

²⁶¹ PNUD/GEF/CEPREDENAC. El propósito del programa "Regional para la gestión de riesgos en América Central" es facilitar una reducción de vulnerabilidades y desastres en Centroamérica.

²⁶² PNUD/GEF. El propósito del proyecto "PDF-B, Estrategia de Adaptación al Cambio Climático para América Central" es Definir y Ejecutar una estrategia de adaptación a los impactos adversos del cambio climático.

²⁶³ BID/MARN. El propósito del programa "Vulnerabilidad del río Lempa: prevención y mitigación de desastres" es reducir el riesgo asociado con el problema de las inundaciones que regularmente afecta la zona, y también con el riesgo asociado a otros fenómenos de origen natural o antropogénico.

²⁶⁴ AIDUSA/SICA. El propósito del proyecto "Manejo sostenible de la cuenca trinacional del río Lempa", es mejorar la capacidad regional para mitigar los efectos provocados por los desastres, específicamente para el manejo trinacional de la cuenca del río Lempa.

²⁶⁵ DANIDA/SICA. El propósito del proyecto "Conservación de los ecosistemas costeros en el Golfo de Fonseca" es elaborar el marco estratégico para el manejo integral del Golfo de Fonseca, que deberá caracterizarse por un alto nivel de participación de los usuarios y de las comunidades locales.

El GOES presentó en 1999 una propuesta de un Plan Nacional de Reconstrucción que incluye en el área temática del Sistema Nacional de Preparación y Respuesta ante los Desastres dos programas: Modernización del Sistema Nacional de Emergencia; y Apoyo para el Funcionamiento y Operativización del Sistema Nacional de Emergencias, con enfoque en el nivel local.

El objetivo del primer programa es definir un marco conceptual del manejo y control de operaciones de emergencia, actualización del marco jurídico, planificación contingencial y local con enfoque participativo de la sociedad civil.

El objetivo del segundo programa es definir un sistema de predicción y alerta temprana, que incluya la producción y difusión de información, que facilite la planificación participativa e integral en el manejo de desastres y capacitación de los actores locales en el marco de los Comités Locales de Emergencia.

Los objetivos de la evaluación ambiental estratégica del PNODT esta enmarcado en el artículo 17 de la Ley de Medio Ambiente²⁶⁶; y el objetivo del sistema de información territorial es crear la sistematización de la información de la información manejada durante la elaboración del PNODT, tanto al nivel de análisis y propuestas, a través de tecnologías actualizadas del tipo SIG.

En el diagnóstico del estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador, se reseñó las investigaciones sobre el tema que se realizaron en el marco de la Primera Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático²⁶⁷. El diagnóstico está dentro del marco de un proyecto aprobado por el GEF para la región centroamericana orientado a la creación de capacidades para la definición y ejecución de una estrategia de adaptación a los impactos potenciales del cambio climático. Otro proyecto que responde a decisiones de la Conferencia de las Partes de la UNFCCC²⁶⁸, es el de creación de capacidades para un sistema de observación del cambio climático para mejorar la evaluación de las medidas de adaptación al clima y sus cambios.

En resumen, se están dando los primeros pasos encaminados a la inclusión de las políticas y medidas para la adaptación al cambio climático en las políticas, planes y programas de desarrollo nacionales aun cuando las iniciativas no sean específicas de cambio climático, tales como:

- Existe abundante documentación y estudios realizados en El Salvador sobre cambio climático. La documentación producida hasta la fecha realiza una buena descripción del fenómeno, sin embargo pareciera necesario que debe profundizarse aun más el conocimiento de las interrelaciones entre los problemas ambientales locales y globales.
- En cuanto al desarrollo y la implementaron de políticas y estrategias del cambio climático se observa la ausencia de adecuada información, conocimiento y capacidades en cambio climático y sus relaciones con las políticas sectoriales y socioeconómicas en general.
- Existen programas y planes, aprobados o en marcha, que ofrecen excelentes oportunidades para los aspectos de corte transversal sean incorporados a las políticas sectoriales: el PNODT y el MERVDCA, son algunos ejemplos.

²⁶⁶ "Las políticas, planes y programas de la administración pública, deberán ser evaluadas en sus efectos ambientales, seleccionando la alternativa de menor impacto negativo, así como a un análisis de consistencia con la Política Nacional de Gestión del Medio Ambiente.

²⁶⁷ Consultoría: Líneas prioritarias de acción para la definición y ejecución de una estrategia nacional de adaptación al cambio climático en El Salvador. Segundo informe: Diagnóstico del estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador. P 75.

²⁶⁸ Decisiones: 2 de CP4; 14 de CP4; 5 de CP5.

9.2. Líneas de acción para la adopción de políticas y medidas de adaptación al cambio climático.

La adaptación al cambio climático puede alcanzarse por dos vías: una vía es reduciendo el grado de vulnerabilidad de los sectores socioeconómicos y sistemas biofísicos, ejecutando políticas y medidas que faciliten la recuperación y conservación de los recursos naturales y estimulen el manejo sostenible del medio ambiente; y la otra vía es aumentar la capacidad adaptativa de los sectores/sistemas adoptando políticas y medidas que faciliten el desarrollo y transferencia de tecnologías de adaptación que van desde la prevención y estudio de las manifestaciones del cambio climático hasta la comprobación de la relación costo - efectividad de tecnologías propias.

A. Línea de acción 1: Desarrollo de programas encaminados a disminuir la vulnerabilidad.

El propósito de dichos programas sería reducir la vulnerabilidad de los sectores socioeconómicos y ecosistemas naturales, por un lado, disminuyendo el grado de deterioro biofísico, recuperando y manejando de manera sostenible el medio ambiente; y por otro lado, mejorando los niveles de vida de la población vulnerable, logrando la erradicación de la pobreza y un nivel apropiado de desarrollo humano.

(a) Medio ambiente y recursos naturales.

Reducir la vulnerabilidad ambiental creando las condiciones para un desarrollo nacional sostenible, a fin de prepararse ante el cambio climático que conlleve posibles cambios en las distribuciones espacio - temporales en los campos de temperatura y precipitación, que a su vez resulten en variaciones de la humedad del suelo, aumento de la elevación del nivel del mar, incremento en la frecuencia de los ECE, olas de calor, inundaciones, sequías, etc.

Acciones:

a) Ecosistemas naturales:

- *Buscar alternativas para evitar la fragilización del medio ambiente y sus recursos naturales.* Con el objetivo de disminuir los niveles de fragilidad estructural de los sistemas naturales, se deberá evaluar la capacidad de carga de los sistemas biofísicos. Una forma de disminuir la fragilidad de los ecosistemas son los programas de manejo integrado de ecosistemas específicos. En el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, uno de los planes de acción que se están impulsando incluye los programas de manejo integrado de la franja costero-marina (ICM por sus siglas en inglés). El ICM basado en la importancia ambiental, social y económica de la franja costero-marina, y los impactos potenciales del cambio climático fundamentalmente asociado al incremento de la elevación del nivel del mar, sirve de marco para desarrollar medidas de adaptación al cambio climático²⁶⁹.
- *Identificación y evaluación de experiencias recientes en variabilidad climática y eventos climáticos extremos.* Con el objetivo de retomar las experiencias que se han tenido en años recientes con relación a los efectos del paso de sistemas ciclónicos sobre la población y sus actividades, se deberá diseñar perfiles de proyectos de manejo de cuencas hidrográficas y cuerpos de agua costeros y mar territorial, de vital importancia para el desarrollo del país. En esa línea se cuentan con una serie de programas, planes y proyectos que se están desarrollado con relación al clima y sus efectos posteriores al paso de la tormenta Mitch, y que incluyen el manejo de la cuenca del río Lempa²⁷⁰ (regional); del golfo de Fonseca²⁷¹ (regional); del bajo Lempa²⁷² (nacional).

²⁶⁹ IPCC, 1997. Guidelines for Integrating Coastal Management Programs and National Climate Change Action Plans.

²⁷⁰ AIDUSA/SICA. El propósito del proyecto "Manejo sostenible de la cuenca trinacional del río Lempa", es mejorar la capacidad regional para mitigar los efectos provocados por los desastres, específicamente para el manejo trinacional de la cuenca del río Lempa.

²⁷¹ DANIDA/SICA. El propósito del proyecto "Conservación de los ecosistemas costeros en el Golfo de Fonseca" es elaborar el marco estratégico para el manejo integral del Golfo de Fonseca, que deberá caracterizarse por un alto nivel de participación de los usuarios y de las comunidades locales.

- *Diseño de un sistema de pago de servicios ambientales.* Con el objetivo de fortalecer la viabilidad económica de medidas de adaptación como el corredor biológico Mesoamericano, se deberá diseñar un sistema de valorización del medio ambiente, necesario para políticas y medidas como el ordenamiento territorial nacional. El corredor biológico de América Central para las dos masas continentales (América del Sur y América del Norte) puede ser utilizado para las respuestas adaptativas espontáneas de las especies ante los cambios latitudinales del clima que se proyectan con el cambio climático.

b) Sectores económicos:

- *Programas de manejo integrado de sectores y sistemas.* Con el objetivo de disminuir el grado de vulnerabilidad ante los efectos del clima actual y del cambio climático, se deberá proponer programas cuyos alcances incluyan: la integración de políticas y programas entre sectores socioeconómicos tales como las de desarrollo económico y social, transporte: acuático, terrestre y aéreo, turismo: recreación y entretenimiento, cultivos: agrícolas, pecuarios y acuícolas, etc.; integración entre instituciones involucradas en el manejo de los sectores socioeconómicos a todos los niveles gubernamentales, incluyendo tanto la integración vertical (nacional, regional, y local) como horizontal (entre instituciones gubernamentales al mismo nivel); integración entre actividades de gestión del sector público y privado; integración entre actividades de gestión que se estén realizando en los diferentes ambientes (acuáticos, terrestres, aéreos).
- *Definir los atributos básicos de la gestión territorial al nivel nacional.* Con el objetivo de establecer el marco de referencia espacial necesario para las distintas actividades humanas, señalando la vocación de las diversas zonas del territorio, se deberá formular las directrices, normativas y mecanismos de incentivos y sanciones económicas necesarios para la organización del territorio de acuerdo a sus características y potencialidades.
- *Desarrollo y transferencia de tecnologías ambientalmente adecuada (EST por sus siglas en inglés).* Con el objetivo de desarrollar un abordaje metodológico integrado que surja de las necesidades y prioridades nacionales, se deberá lograr la cooperación entre varios actores sociales: el sector privado, gubernamental, la comunidad de donantes, instituciones bilaterales y multilaterales, ONG's, instituciones de investigación y educación superior (universidades), para desarrollar proyectos demostrativos de adaptación tales como: identificación de necesidades tecnológicas; facilitar la accesibilidad a la información tecnológica; identificación y evaluación de experiencias recientes en variabilidad climática y eventos climáticos extremos; Registro de respuestas adaptativas (espontáneas y planificadas) a la variabilidad climática y eventos climáticos extremos; Diseño de un sistema de pago de servicios ambientales; evaluación ambiental estratégica de políticas, planes y programas de la administración pública.

c) Sistemas sociales:

- *Invertir en el mejoramiento de los sistemas de salud y educación.* Con el objetivo de aumentar el nivel de bienestar socioeconómico de la población y reducir la vulnerabilidad social, se deberá mejorar la calidad y aumentar la cobertura de los sistemas de salud sobre todo en los sectores más vulnerables: niños y ancianos, y de educación. El gasto público para educación en términos del porcentaje del PIB para 1990 fue de 2.0% y para 1997 fue de 2.5%. El gasto público para educación en términos del porcentaje del gasto público total para 1997 fue de 16.0%. El gasto público en salud en términos del porcentaje del PIB para 1990 fue de 1.4% y para 1998 2.6%. El porcentaje de población sin acceso a saneamiento para 1998 fue de 10%. La cantidad de médicos por cada 100,000 mil habitantes para 1995 fue de 91²⁷³.

²⁷² BID/MARN. El propósito del programa "Vulnerabilidad del río Lempa: prevención y mitigación de desastres" es reducir el riesgo asociado con el problema de las inundaciones que regularmente afecta la zona, y también con el riesgo asociado a otros fenómenos de origen natural o antropogénico.

²⁷³ PNUD, 2000. Informe sobre desarrollo humano 2000. p 216.

- *Fortalecer la organización de la población para la gestión de riesgos.* Con el objetivo de disminuir las pérdidas de vidas humanas y bienes materiales, así como formas de degradación del medio ambiente, ocasionados por eventos climáticos extremos y la variabilidad climática, se deberá facilitar la integración de los programas de desarrollo que desde las organizaciones locales existentes de la población (gubernamentales y no gubernamentales) se han propuesto, y se están ejecutando o gestionando, y que incluyen componentes tales como: la descentralización de los servicios públicos; detección y prevención de desastres; etc.

(b) Desarrollo de un marco para política de adaptación al cambio climático.

Una propuesta para un Marco para Política de Adaptación (APF) por sus siglas en inglés al cambio climático, ha sido diseñada para las Partes no incluidas en el anexo I de la UNFCCC, que están desarrollando y ejecutando la etapa II sobre adaptación al cambio climático, incluida en la Decisión 11 de la primera Conferencia de las Partes²⁷⁴. La propuesta pretende responder la creciente necesidad de un esfuerzo más efectivo para avanzar en las estrategias de adaptación al cambio climático.

El propósito del APF es ayudar a seleccionar aquellas políticas y medidas de adaptación a riesgos climáticos particulares (variabilidad climática y eventos climáticos extremos) que sean prioritarios y específicos para un país o región. El APF tiene como punto de partida las metodologías previas, como la guía técnica del IPCC²⁷⁵, la guía del US-CSP²⁷⁶, y el manual de la UNEP²⁷⁷. Los estudios que han utilizado estas metodologías, han seguido las 7 etapas, a saber: definir el problema, incluyendo el área de estudio, sus sectores, etc.; seleccionar el método de evaluación más apropiado al problema; probar el método/realizar los análisis de sensibilidad; seleccionar y aplicar los escenarios de cambio climático; evaluar los impactos biofísico y socioeconómicos; evaluar los ajustes autónomos; evaluar las estrategias de adaptación.

Un elemento central del APF es que los estudios de adaptación deben dividirse en dos fases: las evaluaciones de la vulnerabilidad actual y futura. Esto es porque la información necesaria para reducir el grado de vulnerabilidad futura es la que proviene de las evaluaciones de los impactos observados y de la efectividad de las políticas y medidas de adaptación actuales en atender los efectos negativos de los eventos climáticos extremos y de la variabilidad climática.

La estructura del APF está formada de dos fases (presente y futuro), cada una con 7 elementos que constituyen los componentes del proyecto, siendo cada uno de ellos estudios por sí. El propósito del proyecto es caracterizar la vulnerabilidad y capacidad adaptativa (V&CA) presente y llevar dicha caracterización hacia el futuro. Por lo tanto cada componente del proyecto en la fase de evaluación de la V&CA presente, está conectado a la componente del proyecto que es su contraparte en la fase de evaluación de la V&CA futura. Esta transferencia de información sobre la V&CA presente en los estudios sobre la V&CA futura tiene implicaciones para el diseño del proyecto en su conjunto.

Acciones:

- *Evaluaciones de la vulnerabilidad y capacidad adaptativa presente.* Con el objetivo de priorizar las políticas y medidas actuales de adaptación al cambio climático, se deberán realizar estudios de adaptación cuyos componentes en la primera fase son:
 - Revisión del contexto político para el desarrollo nacional, incluyendo como han sido tomados en cuenta los riesgos climáticos;

²⁷⁴ Decision 11/Conference of the Parties 1, 1995: Initial Guidance on policies, programme priorities and eligibility criteria to the operating entity or entities of the financial mechanism.

²⁷⁵ Carter, T.R., et al., 1994: IPCC Technical Guidelines for assessing Climate change Impacts and Adaptations.

²⁷⁶ Benioff, R., et al., 1996: Vulnerability and Adaptation Assessments: An International Guidebook. U.S. Country Studies Program.

²⁷⁷ Feenstra, J., et al., 1998: Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies, version 2.0. UNEP Country Studies Program.

- Estudiar las manifestaciones del clima que pueden representar riesgos climáticos, sobre todo la variabilidad climática y eventos climáticos extremos;
 - Evaluación de las condiciones socioeconómicas actuales y sus tendencias para caracterizar la capacidad adaptativa presente y sus limitaciones;
 - Estudiar los recursos naturales y la gestión ambiental, debido a que las políticas y medidas de adaptación al clima están íntimamente relacionadas con las políticas y medidas de los recursos naturales y la gestión ambiental;
 - Investigar sobre los impactos observados, incluyendo los daños ocasionados por eventos climáticos extremos y la variabilidad climática tales como pérdidas en vidas humanas, pérdidas económicas, pérdidas en infraestructura, pérdidas de hábitats y alteración de ecosistemas;
 - Clasificar las políticas y medidas de adaptación que actualmente se ejecutan, para definir la línea de referencia para la adaptación, con base a trabajo de campo que incluye visitas a las áreas propensas a inundaciones o sequías, entrevistas con los actores locales (gubernamentales, no gubernamentales, gremiales), comprobación in situ de la ejecución de las políticas y medidas;
 - Analizar la efectividad de la capacidad adaptativa que esta íntimamente relacionada con la política de desarrollo sostenible, identificando sus limitaciones para atender los eventos climáticos extremos y la variabilidad climática, entre los cuales se puede mencionar carencia de recursos financieros, falta de tecnología, escasez de información, carencia de opciones alternativas, limitaciones legales o sociales, estimaciones incorrectas o imprecisas de los riesgos y preferencia por beneficios de corto plazo sobre la seguridad de largo plazo.
- *Evaluaciones de la vulnerabilidad y capacidad adaptativa futura.* Con el objetivo de fortalecer y crear capacidades en adaptación para preparar planes nacionales que incorporen los riesgos asociados al cambio climático en los planes, programas y proyectos nacionales de gestión y desarrollo, se deberán realizar estudios de adaptación cuyos componentes en la segunda fase son:
- Estudiar formas de facilitar la incorporación de las políticas y medidas de adaptación al cambio climático al proceso político para el desarrollo;
 - Caracterización del clima futuro y sus riesgos asociados en la medida que sean relevantes para las políticas y medidas de adaptación, desarrollando y transfiriendo otras formas de proyectar a partir del clima pasado y presente de un país o región el clima futuro (herramientas del análisis de series de tiempo, recopilación y análisis de la información histórica sobre manifestaciones del clima (correntadas, tormentas, vientos, marejadas, etc.) en desastres pasados, etc.);
 - Aportar elementos para una metodología que desarrolle escenarios socioeconómicos desde los países o regiones, para mejorar el conocimiento de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático desde los países y regiones;
 - Examinar cambios naturales o antropogénicos en los recursos naturales y ambientales, además del cambio climático, para que las políticas y medidas de adaptación al cambio climático sean consistentes con las políticas y medidas de conservación, recuperación y manejo del ambiente y sus recursos naturales;
 - Incorporar las experiencias recientes de adaptación a los impactos observados en la evaluación de los impactos potenciales del cambio climático;
 - Desarrollar una gama de posibles políticas, estrategias y medidas de adaptación al cambio climático, para ser presentadas a los hacedores de políticas;

- Definir los requerimientos para fortalecer e incrementar la capacidad adaptativa actual para poder atender las manifestaciones del cambio climático.
- En este punto cuando se han completado los 14 componentes de ambas fases (7 de cada una), los resultados deben ser analizados a la luz de las circunstancias particulares de cada país, incluyendo las condiciones socioeconómicas que determinan en gran medida la capacidad adaptativa, y los impactos climáticos específicos para el país o región, y sus riesgos asociados (léase probabilidad de ocurrencia).

Esta propuesta de marco para política de adaptación al cambio climático, será aplicada en el proyecto regional de adaptación al cambio climático (PRACC), cuyo propósito es la definición y ejecución de una estrategia de adaptación a los impactos adversos del cambio climático y cuya fase de factibilidad estará finalizada en octubre del 2001 previéndose el inicio de la ejecución en el 2002; el proyecto de Evaluación Integrada de Impactos y Adaptación al Cambio Climático en Sectores y Regiones AIACC (por sus siglas en inglés), cuyo propósito es proveer a los países de la región con información relevante sobre los impactos del clima presente y futuro y las respuestas adaptativas espontáneas o planificadas; y en el proceso de elaboración de las comunicaciones nacionales, compromiso adquirido con la ratificación de la UNFCCC, cuyo propósito es dar a conocer a la comunidad internacional el avance en materia de evaluación del grado de vulnerabilidad y capacidad de adaptación al cambio climático en los diferentes sectores/sistemas del país.

B. Línea de acción 2: Desarrollo de programas encaminados a aumentar la capacidad adaptativa.

El propósito de dichos programas sería fortalecer y ampliar las estrategias y prácticas actuales de adaptación a eventos naturales extremos, y de cambiar o abandonar aquellas que sean desadaptativas, a fin de enfrentar el cambio climático sin un incremento significativo de impactos potenciales negativos.

(a) Manejo de los riesgos asociados a los impactos potenciales negativos del cambio climático.

Para disminuir la probabilidad de ocurrencia de los desastres y las pérdidas asociadas, a la protección del desarrollo y a un fortalecimiento de las capacidades de recuperación, se debería incluir el componente de manejo de los riesgos en todos los planes, programas y proyectos de desarrollo nacional, y estudiar las causas de los eventos naturales extremos y sus efectos negativos, los cuales con las condiciones socioeconómicas que aumentan la vulnerabilidad, pueden generar los desastres.

Una de las manifestaciones del cambio climático es un posible incremento en frecuencia o intensidad de los valores extremos de precipitación, provocándose inundaciones o sequías, sobrepuestos a una tendencia de largo período de una ligera reducción de la precipitación. En el capítulo Latinoamericano del Reporte de la tercera evaluación del IPCC, se señala que las proyecciones de los escenarios de cambio climático para la región de América Latina sugieren que el clima futuro se caracterizara por condiciones más secas con incrementos en las precipitaciones extremas²⁷⁸. Ambos efectos (inundaciones o sequías) pueden ser devastadores para los asentamientos humanos localizados en áreas de mayor vulnerabilidad. En el caso de las inundaciones las zonas de mayor riesgo son los deltas y riberas de los ríos por su altitud y cercanía con los cauces de las cuencas. Los efectos de las inundaciones sobre las poblaciones son pérdidas de vidas humanas, en los cultivos de alimentos, animales domésticos, enseres del hogar y daños en la infraestructura de las comunicaciones y viviendas. Para el caso de las sequías las zonas de mayor riesgo son las tierras de cultivo que dependen de régimen natural de lluvias para su abastecimiento de agua. El efecto principal de la sequía son pérdidas económicas que como se mencionan en el diagnóstico son del mismo orden que las reducciones en la precipitación. Existe también un efecto de largo período que es la tendencia a la degradación por la pérdida de humedad en el suelo como fase inicial.

²⁷⁸ IPCC: Third Assessment Report. Latin American Chapter, 2001.

Acciones:

- *Proponer programas que tengan como objetivo planes de emergencia al nivel comunal.* Con el objetivo de fomentar actividades de fortalecimiento y creación de las estructuras y capacidades locales (comunales, zonales) en mitigación de desastres, se deberá promover: planes para la conservación y recuperación de los recursos naturales en zonas de alto riesgo ante los desastres naturales; programas y apoyar aquellos ya existentes que algunas ONG's o municipalidades desarrollan con énfasis en la atención a las emergencias; diseño, ejecución y evaluación de proyectos comunitarios de protección para las poblaciones en casos de desastres.
- *Establecimiento de sistemas de predicción y alerta temprana.* Con el objetivo de conocer y difundir con la mayor antelación posible y de manera confiable la ocurrencia de eventos climáticos extremos que ocasionan impactos potenciales socioeconómicos y biofísicos, se deberá: establecer sistemas de alerta temprana en las zonas bajo riesgo de desastres, los cuales deberán estar intercomunicados a un centro de pronóstico hidrometeorológico; ordenar, procesar y analizar la información histórica del clima; medir las principales variables atmosféricas, terrestres y oceanográficas; y capacitar al personal del centro de pronóstico en proyecciones del clima futuro.

(b) Desarrollo y adopción de políticas de adaptación.

Desarrollar iniciativas para aumentar la capacidad adaptativa de los sectores y sistemas más vulnerables, a fin de reducir los efectos negativos e incrementar los efectos positivos del cambio climático sobre la población, la producción, la infraestructura y el medio ambiente, en los principales sectores y sistemas del país, incorporando la evaluación de respuestas adaptativas al cambio climático en las políticas, planes y programas sectoriales.

Acciones:

- *Participación en los esfuerzos internacionales para avanzar en el proceso de adaptación al cambio climático dentro de la UNFCCC.* Con el objetivo de responder a la creciente necesidad para realizar un esfuerzo más efectivo para avanzar en la definición y ejecución de estrategias para la adaptación al cambio climático, se deberán aplicar y ejecutar los principios e iniciativas de un nuevo marco de referencia para evaluaciones de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Una propuesta para un Marco de políticas para adaptación (APF por sus siglas en inglés) se inició en los trabajos realizados en los talleres del Programa de Apoyo al proceso de las Comunicaciones Nacionales (NCSP por sus siglas en inglés), y esta concebido para las Partes no incluidas en el Anexo I de la UNFCCC, y que están desarrollando y ejecutando la etapa II para la adaptación al cambio climático²⁷⁹.
- Evaluaciones de impactos potenciales del cambio climático en El Salvador. Estudiar la magnitud, extensión del impacto y sus efectos biofísicos o socioeconómico sobre la unidad de exposición, y las respuestas adaptativas espontáneas y planificadas de los sectores/sistemas ante el cambio climático, para identificar debilidades en el estado del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.
- Evaluación de las estrategias actuales locales, sectoriales, nacionales y regionales para reducir vulnerabilidades ante el clima (ECE, variabilidad climática). Identificar cuáles son los sectores o sistemas más vulnerables a las manifestaciones del clima actual y cuáles son las vulnerabilidades que resultan del análisis integrado intersectorial al nivel nacional, para proponer medidas de adaptación ante el clima futuro.
- Evaluación de las actuales políticas macroeconómicas, sectoriales, y planes de desarrollo local. Estudiar si los principales requerimientos y lineamientos para la acción al nivel local, sectorial y nacional incluyen o no políticas y medidas de adaptación al cambio climático, para fortalecer la capacidad de respuesta y gestión de las organizaciones comunales, sectoriales, no gubernamentales, gubernamentales locales y centrales ante los impactos potenciales del cambio climático.

²⁷⁹ Decisión 11/CP. 1. Define las etapas para la adaptación a los efectos adversos del cambio climático: etapa I, planeamiento; etapa II, medidas para la creación de capacidades adicionales; etapa III, medidas de para facilitar la adecuada adaptación.

- Evaluación de opciones y medidas de adaptación. Estudiar el papel de las organizaciones comunales, sectoriales, no gubernamentales, gubernamentales locales y centrales, el marco legal existentes y propuestas de modificaciones de ley, para proponer un paquete de políticas de adaptación al cambio climático a ser incorporada en las políticas, planes y programas de desarrollo nacional.
- *Fortalecimiento del marco normativo con estrategias sectoriales que incluyan la adaptación al cambio climático.* Con el objetivo de incrementar la capacidad de adaptación al cambio climático, en los diferentes sectores y sistemas, especialmente los más vulnerables: niños, ancianos, zonas bajas propensas a inundaciones, áreas de pendientes pronunciadas propensas a deslaves o derrumbes, sistemas frágiles, etc., se deberán formular y poner en marcha estrategias en los sectores y sistemas prioritarios, que incluyan la adaptación al cambio climático.

Salud humana.

- Evaluación de los impactos potenciales del cambio climático sobre la infraestructura física hospitalaria y los sistemas de agua potable.
- Evaluación de medidas de adaptación con diferentes horizontes de tiempo, sobre todo las de corto plazo.
 - Las campañas de inmunización.
 - La seguridad sanitaria en agua y saneamiento poblacional.
 - La política nacional de medicamentos.
- Capacitación sobre medidas preventivas en salud ambiental.

Seguridad alimentaria y nutricional.

- Realización de campañas de medición de seguridad alimentaria y nutricional, sobre todo en poblaciones de alto grado de vulnerabilidad.
- Programas de información, educación y capacitación para promover prácticas saludables e higiénicas de manipulación de alimentos.
- Producción y consumo de alimentos nutricionalmente mejorados sobre todo en asentamientos humanos vulnerables, en campañas permanentes.
- Control de la calidad sanitaria de los alimentos de producción nacional y extranjera.

Asentamientos humanos.

- Actualización y promoción de la vigencia de las normas sobre uso del suelo con base al grado de vulnerabilidad.
- Actualización de las normas de construcción de viviendas y obras civiles con base en información actualizada acerca de los valores extremos de precipitación y escorrentía, entre otras variables.
- Control de calidad de los materiales de construcción para reducir la vulnerabilidad habitacional.

Agropecuaria.

- Identificación de experiencias exitosas en cultivos o sistemas productivos que sean resistentes a sequías e inundaciones.
- Diseñar y llevar a la práctica un sistema nacional de información sobre el impacto de fenómenos climáticos de escala global o regional sobre los precios y mercados internacionales de productos agropecuarios de relevancia para el país.
- Formulación de paquetes de recomendaciones técnicas para cada tipo de cultivo o actividad que puedan ser adoptados por los afectados potenciales ante fenómenos adversos.
- Promoción de proyectos de irrigación y almacenamiento de agua en áreas propensas a la sequía.

- Establecimiento de un sistema de pronósticos de plagas y enfermedades basado en pronósticos de cambios en las condiciones del clima.
- Sistema de seguimiento a la disponibilidad de productos agropecuarios para asegurar la alimentación y nutrición de la población en casos de sequías o inundaciones.
- Diseño de mecanismos para asegurar que existan reservas para el abasto de productos básicos para la población en caso de sequías o inundaciones.
- Fomento de prácticas de agricultura sostenible.
- Establecer sistemas de mediciones, seguimiento y alerta temprana de sequías o inundaciones.

Medio ambiente.

- Inclusión en los planes de desarrollo locales y nacionales acciones para proteger y recuperar ecosistemas a fin de aumentar la capacidad adaptativa de los sectores/sistemas. Los ecosistemas frágiles a proteger, recuperar y manejar de forma sostenible son: áreas de ladera; áreas de frontera agrícola; cabeceras y tramos intermedios de las cuencas; humedales; zona costero - marina; bosques protectores de recarga hídrica.

(c) Desarrollo y transferencia de tecnologías para la adaptación al cambio climático.

Aumentar la capacidad adaptativa de los sectores y sistemas más vulnerables, a fin de contribuir al desarrollo sostenible del país, definiendo y ejecutando mecanismos de creación de capacidades y de transferencias (flujo de información, conocimiento y capacidades) en: los centros de educación superior, investigación, tecnológicos y de comunicación; instituciones gubernamentales (centrales y locales); ONG's; organizaciones gremiales; para facilitar los flujos de conocimiento, experiencias y equipamientos entre estos actores.

Acciones:

- *Identificación de necesidades tecnológicas para la adaptación al clima y sus cambios.* Con el objetivo de cubrir una serie de vacíos en las tecnologías para la adaptación (conocimiento, experiencia y equipamiento), se deberá identificar necesidades tecnológicas que aumenten la capacidad de adaptación de los sistemas/sectores. En las entrevistas realizadas se recogen experiencias de desarrollo de tecnologías que surgen del proceso de prueba y error, que parten de la visión holística de que al centro del desarrollo deberá estar el humano en armonía con su entorno: diseño de viviendas de acuerdo a las características de fragilidad del medio ambiente; combinación de cultivos de granos básicos con cultivos semitecnificados como la copra; propuestas de ordenamiento territorial basadas en la vocación del uso de suelo.

(d) Establecimiento de programas de creación de capacidades en vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

Como línea de acción de largo período, fortalecer y crear capacidades nacionales para atender la vulnerabilidad futura, mejorando a las instituciones y recurso humano científico y técnico en la comprensión de la génesis de los fenómenos climáticos, sus interacciones con las actividades humanas, y como se han adaptado a lo largo de la historia dichas actividades al clima, su variabilidad y eventos extremos.

Acciones:

- *Establecimiento de convenios entre instituciones de educación superior e investigación para desarrollar proyectos de investigación cooperativos sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.* Con el objetivo de contribuir a la creación de capacidades (humanas, metodológicas), se deberá promover la firma de convenios entre universidades, centros de investigación de países desarrollados y de otros en desarrollo, que sirvan de marco de proyectos que tengan como propósito investigar y proponer medidas de adaptación sectoriales acorde al estado de referencia biofísico y socioeconómico de los sectores/sistemas.
- *Establecimiento de convenios entre instituciones de educación superior e investigación para desarrollar programas de estudios de post - grado en ciencias del clima (geosfera, océano, atmósfera).* Con el objetivo de que las capacidades nacionales en vulnerabilidad y adaptación al cambio climático adquieran las bases científicas y técnicas del funcionamiento del sistema climático, y tengan más elementos para realizar evaluaciones sobre las causas, los impactos, las adaptaciones, los costos y beneficios de las manifestaciones del cambio climático, se deberán realizar estudios especializados de post - grado en geografía, oceanografía, meteorología, ecología, etc.
- *Establecimiento de programas de entrenamiento en tecnología y metodología aplicadas al manejo de la información (medición, procesamiento y evaluación).* Con el objetivo de que las capacidades nacionales en vulnerabilidad y adaptación al cambio climático se actualicen en las tecnologías y metodología de sistemas de información que mejoren la gestión de los recursos naturales y el medio ambiente, y puedan realizar evaluaciones intersectoriales integradas en tiempo real de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, se deberán establecer programas de capacitación en: percepción remota, transmisión satelital, sistemas de información geográfica, etc.
- *Establecimiento de una red institucional nacional sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.* Con el objetivo de fortalecer las capacidades institucionales que estén involucradas con la detección, prevención, atención y evaluación de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, y puedan intercambiar información de una manera más eficiente y las propuestas de medidas de adaptación tomen en consideración las experiencias nacionales exitosas ante la amenaza de eventos climáticos extremos y variabilidad climática, se deberá establecer una red entre el Servicio Nacional de Meteorología e hidrología, el Sistema Nacional de Emergencia, Centros de educación Superior e Investigación, etc.

Estos programas también se podrían desarrollar dentro del proyecto regional de adaptación al cambio climático (PRACC), cuyo propósito es la definición y ejecución de una estrategia de adaptación a los impactos adversos del cambio climático y cuya fase de factibilidad estará finalizada en octubre del 2001 previéndose el inicio de la ejecución en el 2002; el proyecto de Evaluación Integrada de Impactos y Adaptación al Cambio Climático en Sectores y Regiones AIACC (por sus siglas en ingles), cuyo propósito es proveer a los países de la región con información relevante sobre los impactos del clima presente y futuro y las respuestas adaptativas espontaneas o planificadas; y en el proceso de elaboración de las comunicaciones nacionales, compromiso adquirido con la ratificación de la UNFCCC, cuyo propósito es dar a conocer a la comunidad internacional el avance en materia de evaluación del grado de vulnerabilidad y capacidad de adaptación al cambio climático en los diferentes sectores/sistemas del país.

Mecanismos de ejecución de la estrategia.

La ejecución de la propuesta de una estrategia de creación de capacidades sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, se deriva del compromiso del gobierno de El Salvador, tal y como lo establece el artículo 4.1 (a), que todos los países, tomando en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas, deberán desarrollar programas nacionales de mitigación y adaptación al cambio climático.

Mecanismos de coordinación intergubernamental e inter-sectorial.

En la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático de El Salvador, la cual fue presentada oficialmente ante la Secretaría de la Convención en abril del 2000, en cumplimiento al compromiso establecido en el artículo 12 (1) de la convención que se lee textualmente "de conformidad con el párrafo 1 del artículo 4, cada una de las partes transmitirá a la Conferencia de las Partes, por conducto de la Secretaría, los siguientes elementos de información: a) un inventario nacional de GEI; b) medidas adoptadas o por adoptar, para la aplicación de la Convención; c) cualquier otra información relevante para el logro del objetivo de la Convención", se establece entre otros elementos los arreglos institucionales requeridos para la aplicación efectiva de la Convención, entre los cuales se plantea la creación de una Comisión Nacional de Cambio Climático, y de otros mecanismos que faciliten la coordinación inter-sectorial.

En el artículo 6 de la Ley del Medio Ambiente se establece un mecanismo de coordinación inter-institucional, al crear el Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente (SINAMA), formado por el MARN que será su coordinador, las unidades ambientales en cada ministerio y las instituciones autónomas y municipales.

En el título V, Prevención y Control de la Contaminación; capítulo III, prevención y control de la contaminación; bajo el título: protección de la atmósfera, esta el artículo 47 de la Ley del Medio Ambiente, que en su literal c) establece que el MARN, con apoyo del SINAMA elaborara y coordinara la ejecución de Planes Nacionales para el Cambio Climático, y en el artículo 68 del Reglamento General de la ley en cuestión se agrega la finalidad de cumplir con las responsabilidades que emanan del Convenio del mismo nombre y del Protocolo de Kioto.

La Unidad de Cambio Climático del MARN ha elaborado una propuesta de creación de una Comisión Nacional de Cambio Climático (CNCC), la cual sería un mecanismo de coordinación interministerial que tiene como propósito la incorporación del tema: cambio climático en las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo nacional en ejecución o gestión, mediante la coordinación interministerial, a fin de facilitar el cumplimiento de los compromisos del país ante la Convención.

Un elemento innovador en la propuesta de constitución de la CNCC, es que establece la creación de grupos de apoyo: comité científico-técnico y grupos consultivos sectoriales. Tomando en cuenta que la CNCC es un mecanismo de coordinación inter - institucional solo al nivel de gobierno central, dejando por fuera otros niveles gubernamentales (autónomas y municipales), y de la sociedad civil, así como privadas, los grupos de apoyo permiten extender el alcance de la coordinación a: instituciones de educación superior e investigación, ONG's ambientalistas, asociaciones empresariales, gobiernos e instancias locales, entre otras.

El ámbito dentro del cual la CNCC trabajara será el que esta enmarcado sobre la base del artículo 2 "el objetivo ultimo de la presente Convención es lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático" y el artículo 3 "las Partes, en las medidas que adopten para lograr el objetivo de la Convención y aplicar sus disposiciones, se guiaran, entre otros por los siguientes principios:", y en sus numerales 2 y 4: 3(2) "Deberían tenerse plenamente en cuenta las necesidades específicas y las circunstancias especiales de las Partes que son países en desarrollo, especialmente aquellas que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático"; 3(4) "Las políticas y medidas para proteger el sistema climático contra el cambio inducido por el ser humano deberían ser apropiadas para las condiciones específicas de cada una de las Partes y estar integradas en los programas nacionales de desarrollo", de la Convención".

Vale la pena resaltar que la extensión de la coordinación ínter-institucional que logra la CNCC con los grupos de apoyo se da sobre todo en los temas de: creación de capacidades nacionales ; desarrollo y transferencia de tecnologías; y educación y sensibilización publica sobre el tema del cambio climático (comité científico-técnico); políticas y medidas de adaptación en los sectores socioeconómicos y sistemas biofísicos particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático (grupos consultivos sectoriales).

Con relación a este último tema, el propósito de los grupos consultivos sectoriales será proporcionar al gobierno información sectorial relevante a ser considerada en el diseño de las políticas y medidas de adaptación al cambio climático. Parte de la información sectorial requerida son aquellos esfuerzos que están haciendo instituciones gubernamentales, de la sociedad civil y privadas para atender los efectos adversos (inundaciones, sequías, olas de calor o de frío, etc.) del clima (sistemas ciclónicos, El Niño/Oscilación del Sur, sistemas microclimáticos, frentes fríos, etc.).

Tomando en cuenta que una de las manifestaciones del cambio climático es el posible incremento en intensidad o frecuencia de los eventos climáticos naturales, y que éstos son el resultado de las interacciones entre los componentes del sistema climático (atmósfera, océano, hidrosfera, geosfera) y las variaciones de los procesos físico - químicos y biogeoquímicos que gobiernan los flujos de materia y energía dentro del sistema climático, un conjunto de medidas de adaptación al cambio climático, son aquellas medidas de adaptación espontáneas y planificadas al clima.

La nueva metodología propuesta para evaluación de las posibles medidas de adaptación, incluida en la propuesta de marco de política para la adaptación al cambio climático²⁸⁰, esta sustentada por principios basados en retomar las experiencias pasadas y presentes de los diferentes sectores y sistemas en cuanto a respuestas espontaneas o planeadas antes los efectos del clima y sus cambios (variabilidad climática y eventos climáticos extremos), así como prestando particular atención a aquellas actividades que pueden tender a aumentar la vulnerabilidad ante el cambio climático, es decir actividades desadaptativas. La aplicación de estos principios requiere la integración de las políticas y medidas de adaptación al cambio climático con los programas de prevención desastres y reducción de riesgos, y otros programas relevantes, tal y como algunas de las iniciativas de la sociedad civil que a continuación se presentan.

- Anteproyecto de Ley de Prevención y Mitigación de Desastres y de Protección Civil. Presentado por el Foro de la Sociedad Civil de El Salvador, constituida por ONG's ambientalistas y ONG's de desarrollo social y económico, ante la Asamblea Nacional de la República en junio del 2000²⁸¹.
- Sistema Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres, y de Protección Civil. Propuesto por la Unidad Ecológica Ambiental, ONG ambientalista y miembro del Foro de la Sociedad Civil de El Salvador, presentada en octubre de 2000²⁸².

²⁸⁰ NCSP: An Adaptation Policy Framework. Capacity building for stage II adaptation.

²⁸¹ Foro de la sociedad civil de El Salvador. Enero, 2001.

²⁸² Hacia una gestión ecológica de los riesgos. Bases conceptuales y metodológicas para un sistema nacional de prevención y mitigación de desastres, y de protección civil - SNPMD -. Federación luterana mundial. Unidad ecológica salvadoreña, 2000.

- Programas de reconstrucción y transformación de la región ante eventos naturales extremos (atmosféricos, geológicos). Propuestos por ONG's ambientalistas internacionales de Canadá, España, Estados Unidos y Suecia (ONG-5) que realizan actividades en el área Centroamericana, presentada en mayo de 1999²⁸³.

²⁸³ Declaración y recomendaciones. Encuentro internacional de ONG's sobre Centroamérica en Estocolmo el 23/5 - 24/5 1999.

Referencias y literatura consultada.

- Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. Mayo 4, 1998:** Diario oficial, tomo No. 339, número 79, decreto No. 233. Ley del Medio Ambiente. 73 p.
- Battelle Memorial Institute, 1998:** Human Choice & Climate Change: Ten Suggestions for Policymakers. Guidelines from an International Social Science Assessment.
- Benioff, R., et al., 1996:** Vulnerability and Adaptation Assessments: An International Guidebook. U.S. Country Studies Program.
- Carter, T.R., et al., 1994:** IPCC Technical Guidelines for assessing Climate change Impacts and Adaptations.
- Centella A., et al. Julio, 1998:** Proyecto MARN-GEF-PNUD: ELS/97/G32. Escenarios climáticos de referencia para la República de El Salvador. 37 p.
- Centella A., M. Ayala, A. Aguilar, L. Castillo, N. Gómez, E. Morillo, W. Sosa, O. Chacón y S. De la O Reyes, 1998:** Proyecto MARN-GEF-PNUD: ELS/97/G32: Comunicación Nacional Cambio Climático. Escenarios de cambio climático para la evaluación de impactos en de El Salvador. 49 p.
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1998:** Estudio Climático de datos Meteorológicos mensuales para llegar a una zonificación agroclimática. 25 p.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 1997:** Diagnóstico de la Institucionalidad Regional Centroamericana.
- Comisión Nacional de Desarrollo, 1999:** Acciones Iniciales del Plan de Nación.
- Comisión Nacional de Desarrollo, 2000:** Acciones Territoriales del Plan de Nación.
- Comité regional de recursos hidráulicos. Comisión Centroamérica de Ambiente y Desarrollo. Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección General de recursos Naturales Renovables. División de Meteorología e Hidrología. Diciembre, 1995:** Grupo de recursos hídricos El Salvador. Informe Final. 37 p.
- Comité Regional de Recursos Hidráulicos. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, 1997:** Plan de Acción Centroamericano para el Desarrollo integrado de los Recursos Hídricos (PACADIRH).
- Decision 11/Conference of the Parties 1, 1995:** Initial Guidance on policies, programme priorities and eligibility criteria to the operating entity or entities of the financial mechanism.
- Department of the Environment, transport and the regions, 2000:** Climate change: assessing the impacts - identifying responses. The first three years of the UK Climate Impacts Programme.
- Department of the Environment, transport and the regions. December, 1997:** Climate change and its impacts: a global perspective. Some recent results from the UK research programme. 16 p.
- Environment Protection Agency, 2000:** An annotated summary of climate change related resources.

Environmental Science and Technology Library. April, 1996: Vulnerability and Adaptation Assessments an International Handbook.

FCCC/CP/1999/L.4/Add.1: Framework Convention on Climate Change. Conference of the Parties, 1999: UNFCCC Reporting Guidelines on global climate change observing systems.

FCCC/SB/2000/CRP.16: Framework Convention on Climate Change. Subsidiary body for scientific and technological advice. Subsidiary body for implementation, 2000: Capacity-building in developing countries (non-annex I parties).

FCCC/SB/2000/CRP.18: Framework Convention on Climate Change. Subsidiary body for scientific and technological advice. Subsidiary body for implementation, 2000: Implementation of articles 4.8 and 4.9 of the Convention (Decision 3/CP.3 and articles 2.3 and 3.14 of the Kyoto Protocol).

FCCC/SBI/2000/INF.4: Framework Convention on Climate Change. Subsidiary body for implementation, 2000: National Communications from parties not included in annex I to the convention. Report of Latin America and the Caribbean regional workshop of the consultative Group of Experts.

FCCC/SBSTA/1999/CRP.3: Framework Convention on Climate Change. Subsidiary body for scientific and technological advice, 1999: Research and Systematic Observation.

FCCC/SBSTA/2000/CRP.15: Framework Convention on Climate Change. Subsidiary body for scientific and technological advice, 2000: Development and transfer of technologies.

Feenstra, J., et al., 1998: Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies, version 2.0. UNEP Country Studies Program.

Global Climate Observing System, 2000: Report of the Pacific Islands Regional Implementation workshop on improving global climate observing systems.

Global Climate Observing System, 2000: Supplementary reporting format to UNFCCC reporting guidelines on national communications.

Global Environment Facility, 2000: PDF B Proposal for Funding Global Environment Facility. Capacity Building for Observation Systems for Climate Change.

Gobierno de El Salvador, 1999: Alianza para el Futuro. Programas Institucionales.

Gobierno de El Salvador, 1999: Plan Nacional de Reconstrucción: Transformando el país para reducir la Vulnerabilidad ante los Desastres. Vol. I: Ejes Estratégicos.

Grupo intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático, 1995: Directrices técnicas del IPCC para evaluar los impactos del cambio climático y las estrategias de adaptación. 62 p.

Hulme et al., 2000: The use of Simple Climate Models for Preparing Vulnerability and Adaptation Assessments for National Communications.

Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group I, 1996: Climate Change 1995. The science of climate Change. Contribution to the Second Assessment Report. 571 p.

- Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group II, 1996:** Climate Change 1995. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution to the Second Assessment Report. 879 p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group II, 1998:** The regional impacts of climate change. An assessment of vulnerability. 517 p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group II, 2000:** Methodological and Technological Issues in Technology Transfer.
- International workshop, 1997:** Planning for climate change through integrated coastal management.
- Lopez et al., 1995:** Grupo de recursos hídricos, El Salvador, informe final.
- Medrano et al., 1996:** Caracterización de la vulnerabilidad del litoral salvadoreño frente a un futuro ascenso en el nivel del mar.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, División de Meteorología e Hidrología, Departamento de Meteorología, 1995:** Proyecto Centroamericano sobre Cambio Climático, sector: recursos agrícolas.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo/Global Environment Facility, 2000:** Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Banco Interamericano de Desarrollo, 2001:** Programa de Vulnerabilidad del río Lempa. Prevención y Mitigación de Desastres.
- Monterrosa de Tobar A. M. Octubre, 1999:** Proyecto MARN-GEF-PNUD: ELS/97/G32. Evaluación de los impactos del cambio climático en la zona costera de El Salvador. Sector agropecuario. 110 p.
- Oficina de Información sobre el Cambio Climático. Octubre, 1993:** Cambio climático. 28 p.
- Parry, M.L. (Ed.), Assessment of Potential Effects and Adaptations for Climate Change in Europe:** Summary and Conclusions. Jackson Environment Institute, University of East Anglia, Norwich, UK, 2000, 24 pp.
- PNUD, 2000.** Informe sobre Desarrollo Humano 2000. 290 p.
- Proyecto GEF/ELS/97/G32. Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, Fase II.** Consultoría: Líneas prioritarias de acción para la definición y ejecución de una estrategia nacional de adaptación al cambio climático en El Salvador. Segundo informe: Diagnóstico del estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador.
- Secretaría del cambio climático. Octubre, 1998:** El protocolo de Kioto de la Convención sobre el Cambio Climático. 37 p.
- Secretaría del cambio climático. Octubre, 1999:** Convención sobre el Cambio Climático. 30 p.
- Sistema de Integración Centroamericana/ Centro de coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central, 1999:** Marco estratégico para la Reducción de la Vulnerabilidad y los desastres en Centroamérica.

Sistema de Integración Centroamericana/ Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo,

2001: Proyecto Conservación de los Ecosistemas Costeros en el Golfo de Fonseca (PROGOLFO). Plan Operativo Anual 2001.

Solorzano et al. Diciembre, 1999: Proyecto MARN-GEF-PNUD: ELS/97/G32. Evaluación rápida del cambio climático en los ecosistemas forestal, cafetal y agroalimentario y su relación con el sistema urbano y la salud de la población. 187 p.

UC Revelle program on Climate science and policy. University of California. June, 2000: Carbon sinks: scientific uncertainties and climate change implications. 14 p.

Umaña, 1998: Escenarios socioeconómicos para la evaluación de los impactos del cambio climático en El Salvador.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). June, 2000: National communications from parties not included in annex I to the convention. 26 p.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). May, 1999: Compendium of Decision Tools to Evaluate Strategies for adaptation to Climate Change. 49 p.

United Nations Office for Project Services, 2000: Approach to prepare for Stage II Adaptation for use in non-annex I National Communications.

United States-Department of Commerce's, 1999. Implementation Plan for Reconstruction Work in Central America.

Anexos

El punto de partida de la propuesta de una estrategia para creación de capacidades sobre vulnerabilidad y adaptación al Cambio Climático, fue un diagnóstico del estado actual del conocimiento sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador. Uno de los productos del diagnóstico fueron tres recomendaciones que deberán ser desarrolladas en un plan de trabajo, con base a la presente estrategia.

Otro de los insumos que se tuvieron para la propuesta de una estrategia, fueron las propuestas locales, nacionales y regionales para reducir el grado de vulnerabilidad e incrementar la capacidad de adaptación ante los efectos de fenómenos naturales, de organizaciones de la sociedad civil, ONG's, gobierno central, organizaciones regionales, entre otras. También se retomó propuestas de instituciones no gubernamentales como ONG's y organizaciones de la sociedad civil. Además se desarrolló un cuestionario general y cuestionarios específicos para diferentes actores claves de la problemática de los efectos negativos que pueden tener eventos naturales extremos. El cuestionario general sobre la marcha sirvió más bien de introducción al propósito de la propuesta de una estrategia en el marco de la convención del cambio climático. Los cuestionarios específicos pretendieron obtener información sobre cual era la interrelación entre el trabajo realizado por ellos y el tema de la estrategia: vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. La selección de los entrevistados se hizo, considerando las tres áreas temáticas definidas por las recomendaciones del diagnóstico: fortalecimiento del sistema de observación del clima: desarrollo y transferencia de tecnología para la adaptación; desarrollo de acciones en materia de vulnerabilidad y adaptación.

El 13 de enero al ocurrir el terremoto, todos los esfuerzos que se han hecho al nivel local, nacional y regional con relación a políticas y medidas para reducir la vulnerabilidad e incrementar la capacidad de adaptación a las amenazas que representan las manifestaciones de los eventos naturales, fueron ejecutadas, y un diagnóstico podrá evaluar cuales fueron los aciertos y las deficiencias para mejorar el accionar en futuras situaciones similares. Como se menciona anteriormente, la relación que guarda la propuesta que aquí se presenta con los difíciles momentos que vive el país, se da en los tres ejes de la estrategia: el proceso de creación de capacidades; la metodología desarrollada en el marco de la convención de cambio climático para evaluar el grado de vulnerabilidad y capacidad de adaptación de los diferentes sectores y sistemas que constituyen a la sociedad, así como al país como un todo integrado; la situación problemática a resolver, que en este caso son las manifestaciones del cambio climático, que en su mayoría son eventos naturales intensificados por efecto del calentamiento global.

Premisas y avances en las áreas temáticas.

- Fortalecimiento del sistema de observación del clima. Se parte de la premisa que la observación sistemática del clima, aumentara la capacidad para realizar pronósticos y proyecciones que permitan a corto plazo, por ejemplo, desarrollar sistemas de alerta temprana y a mediano, largo plazo, por ejemplo, planificar el uso potencial más recomendable para el suelo en la zona costero-marina. Un avance significativo, son los esfuerzos internacionales que tienen como propósito incorporar los esfuerzos nacionales y regionales en un marco analítico de referencia (GCOS, ICSU, IGBP, IGOS, WCRP), con principios, standards, indicadores e índices, para incorporar a los países en desarrollo a la red y sistema de información global de observación del clima.
- Desarrollo y transferencia tecnológica para la adaptación al cambio climático. Se parte de la premisa que para desarrollar tecnología propia deben existir a corto plazo, por ejemplo, proyectos de tecnología aplicada a las diferentes actividades humanas productivas y no productivas y a mediano, largo plazo, por ejemplo, programas de educación, investigación, y ejecución que en centros de estudios superiores e investigación. Un avance significativo, son los proyectos demostrativos que se desarrollan al nivel local y regional donde alrededor de sistemas ambientales como cuencas hidrográficas se realizan experiencias de desarrollo de tecnología como manejos de cultivo para condiciones de sequías (semillas resistentes a condiciones ambientales extremas) e inundaciones (barreras y cultivos intercalados).

- Desarrollo de acciones sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Se parte de la premisa que para determinar el grado de vulnerabilidad y capacidad de adaptación de los sectores socioeconómicos y sistemas ambientales ante los impactos potenciales del cambio climático, a corto plazo por ejemplo, se debe evaluar la información histórica de los efectos del clima y su variabilidad natural sobre los mismos y a mediano, largo plazo evaluar los efectos negativos del cambio climático aplicando escenarios socioeconómicos actualizados y escenarios climáticos regionales. Un avance significativo, es el proceso de creación de capacidades en el abordaje metodológico para evaluar la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático y sus manifestaciones, que puede ser aplicado en la evaluación de los impactos potenciales de fenómenos naturales extremos y sus manifestaciones.

Entrevistas

Entrevista con Ana Elizabeth González de AID (Medio Ambiente).

Que planes, programas o proyectos esta desarrollando AID para reducir la vulnerabilidad e incrementar la adaptación al cambio climático y sus manifestaciones?

R. Los proyectos que se han desarrollado sobre el clima y sus efectos son posteriores al Mitch. Los objetivos de los proyectos son: reconstruir las economías; mejorar sus capacidades para responder y aminorar los impactos de los eventos climáticos extremos y otros desastres naturales. Para esto plantean reconstruir la red de estaciones; capacitar al personal.

Con quien desarrolla arreglo institucionales para ejecutar los planes, programas o proyectos?

R. La ayuda viene por dos vías: la que es administrada por la oficina de AID/ES es canalizada a través de ONG de USA (CARE, CHF, CTF) a los siguientes beneficiarios: 10 municipios del bajo Lempa, CORDES, la que es administrada por la oficina AID/USA o AID/GUATEMALA es canalizada a través de las agencias de USA (NOAA, USGS, EPA, USACE, FEMA, OFDA) a los siguientes beneficiarios: SICA (CRRH, CATIE), MAG, IGN, CIG (MOP), MARN, CEPA, CEPRODE, CORDES.

Los planes, programas o proyectos que están desarrollando, son al nivel local, nacional o regional?

R. El documento base es un Plan de Ejecución para los trabajos de reconstrucción en América Central y los proyectos son: Manejo de la cuenca del río Lempa como parte del plan de acción de asistencia del Servicio Nacional del tiempo de la NOAA (regional); plan de acción de asistencia del Servicio nacional de datos e información ambiental y de satélite de la NOAA (regional); Plan de acción de asistencia del Servicio Nacional del océano de la NOAA (El Salvador); Plan de acción de asistencia del Servicio Nacional del tiempo de la NOAA (El Salvador); Plan de acción de asistencia de la Agencia de Protección al Medio Ambiente (El Salvador); Plan de acción de asistencia de la Agencia Federal de manejo de Emergencia (El Salvador).

Que productos se esperan obtener de los planes, programas o proyectos?

R. En cada una de las vertientes existen productos. En la vertiente canalizada por las instituciones nacionales se puede mencionar el Centro de Pronostico en el MAG, el sistema de alerta automática. En la vertiente canalizada por ONG se puede mencionar reconstrucción de infraestructura básica (carreteras, escuelas, viviendas).

Entrevista con Carlos Salazar de MARN (responsable de meteorología y punto focal de la convención de desertificación)

Cómo esta organizado el MARN, en el tema de meteorología y prevención de desastres?

R. Se han generado productos de forma aislada: manuales de prevención con MIRE; talleres con CEPRODE, Sismografía, con el apoyo de la NOAA.

Como responsable de meteorología, cual es su propósito, objetivos, plan de trabajo, programas o proyectos?

R. Se han ejecutado acciones con el COEN con base al artículo 55 de la ley de Medio Ambiente. Se construyo un mapa sobre riesgos de inundaciones y deslaves, a partir de información existente y visitas de campo. Posteriormente fue llevado a consulta con el COEN, economía agropecuaria, IGN, y responsables de otras áreas del MARN.

Tiene alguna vinculación con el tema del cambio climático o variabilidad climática?

R. No hay vinculación directa, aunque se le ha encomendado apoyar a la UCC con relación al tema de meteorología.

Ha tenido alguna capacitación o asistencia técnica en materia de como enfrentar la variabilidad climática?

R. Fui entrenado en el servicio meteorológico por 15 años, siendo director del departamento de meteorología del 86 al 87. Fui además punto focal del cambio climático en 1994, yendo a la COP en Ginebra ese año.

Forma parte de algún comité nacional o en materia de desastres o similares?

R. Se ha asistido a talleres con CEPREDENAC, COEN, pero desde hace un año ha dejado de asistir.

Cuenta con algún tipo de cooperación regional o internacional?

R. no.

Tiene alguna coordinación y de que tipo con las siguientes instituciones: COEN, MSPAS, MAG, MOP, CEL, CEPA, DMH, universidades, centro de investigaciones, ONG's, gobiernos locales, comunidades?

R. No se tienen planes de coordinación, y solamente se ha asistido a talleres de manera conjunta.

Considera que existe vinculación entre la convención de desertificación y la de cambio climático?

R. Si. El cambio climático intensifica la desertificación.

Cuales son los temas que en la practica podrían vincularse?

R. La convención de desertificación estudia 4 factores ambientales sequía, inundaciones, erosión eólica, variabilidad climática.

Cuales son los beneficios de la convención para el país en términos ambientales, sociales, y económicos?

R. Ambiental, protección del suelo (tierra). Socioeconómico, erradicar la pobreza.

Existe recursos financieros o asistencia técnica para programas o proyectos? cuales están en gestión y cuales ya se ejecutaron?

R. Limitados. Por ejemplo los \$10,000.00 que estaban disponibles para realizar un diagnóstico sobre la situación nacional sobre los riesgos potenciales ante la sequía, inundaciones, erosión eólica, y variabilidad climática, no han sido utilizados. El Plan de trabajo para el 2001 que incluye entre otros el Plan de Acción Nacional, La política de Desertificación, la III Jornada de concientización, el Nodo de la Red Centroamericana, tiene financiamiento en gestión como el proyecto regional de Planes de Acción que tienen financiamiento de GTZ.

Existe vinculación entre dichos programas o proyectos con el cambio climático?

R. No hay vinculación, aunque existen iniciativas como la del BID para el proyecto Establecimiento y Desarrollo de un arreglo institucional entre las 3 convenciones de las NU (biodiversidad, cambio climático, desertificación), región América Central. También tiene fondos limitados de la secretaria de la convención de desertificación.

Ha existido o se proyecta establecer coordinación entre ambas convenciones al nivel nacional, regional o internacional?

R. no, solo las iniciativas o perfiles de proyectos.

Cuales son los principales obstáculos para la aplicación de los compromisos de la convención en el país?

R. financieros, tiene el apoyo institucional y de personas pero no de recursos económicos.

Entrevista con Carlos Aguilar Molina del MARN (responsable de cuencas y recursos hídricos).

Cómo esta organizado el MARN, en el tema de cuencas y recursos hídricos?

R. Con base al artículo 48 de la Ley de Medio Ambiente se señalan tres áreas: promover el manejo integrado del recurso agua; promover la integración entre las autoridades locales, departamentales y nacionales; supervisar la disponibilidad de suficiente cantidad del recurso con la calidad requerida para los diferentes usos (consumo humano, generación de energía, riego, entretenimiento, turismo, etc.). Así como el artículo 48, el art. 71 también sirve de base para el trabajo sobre cuencas y recursos hídricos.

Cómo responsable de cuencas y recursos hídricos, cual es su propósito, objetivos, plan de trabajo, programas o proyectos?

R. El propósito esta señalado en la Ley. Dentro del plan de trabajo para el 2001 como responsable de cuencas y recursos hídricos, y siguiendo el programa institucional 124 contenido dentro de la alianza para el futuro del actual gobierno se pretende crear organismos de cuenca siendo el primero el que se creara el presente año en el lago de Ilopango. De igual forma se requiere desarrollar proyectos que generen como productos un inventario, el balance hídrico, políticas y estrategias sobre el manejo de cuencas y recursos hídricos.

Tiene alguna vinculación con el tema del cambio climático o variabilidad climática?

R. Participo en un Comité de Energía y Recursos Naturales de las Naciones Unidas, en donde se menciona la relación entre el manejo sostenible de los recursos hídricos con el cambio climático. Antes del Mitch en años de El Niño ya se habían manifestado efectos negativos del clima, con inviernos más copiosos que están asociados con la fase de La Niña.

Ha tenido alguna capacitación o asistencia técnica en materia de como enfrentar la variabilidad climática?

R. No he tenido. El cambio climático es un proceso de largo período e irreversible. El clima depende de la precipitación, cobertura vegetal y suelo.

Forma parte de algún comité nacional?

R. No existe ningún comité. Es una de las tareas pendientes dentro del plan del trabajo del 2001.

Cuenta con algún tipo de cooperación regional o internacional?

R. No hay cooperación.

Tiene alguna coordinación y de que tipo con las siguientes instituciones: COEN, MSPAS, MAG, MOP, CEL, CEPA, DMH, universidades, centro de investigaciones, ONG's, gobiernos locales, comunidades?

R. No hay planes de coordinación con la mayoría a excepción de ANDA a través de los programas institucionales 82, 83, 124, 125, 126, con el MAG a través del Programa de Medio Ambiente, se pretende con CEL, y con Economía por la explotación de recursos mineros en las cuencas. También se han desarrollado talleres con 10 municipalidades del bajo Lempa. CARE esta interesado en los comités de cuencas. ANDA es el responsable de llevar a cabo el balance Hídrico y esta esperando que resuelva una consultoría con el BID para continuar con el trabajo.

Entrevista con Julio Olano del MAG (Director de Recursos Naturales).

Que relación se tiene con la OMM?. Se tiene conocimiento del GCOS?. Cuál es la relación con CEPREDENAC?. Cómo esta constituido el CEPREDENAC nacional?.

R. No se ha aprovechado la relación con la OMM (Oscar Arango) para ser incluido dentro de la GCOS, ni tampoco la relación con CEPREDENAC, donde por razones diversas dejo de asistir el representante del COEN y solo asiste la representante de MIRE (Señora de Cubías), aunque también mantienen relación el MAG y el MOP.

Que planes, programas o proyectos se están desarrollando para fortalecer el sistema de observación del clima?

R. A partir del Mitch la NOAA como agencia cooperante, el AID como agencia administradora de fondos, SICA como agencia regional ejecutante, y con un fondo de US\$4,000,000 sé esta mejorando el sistema de medición y procesamiento de datos meteorológicos e hidrológicos para poder pronosticar y así prevenir los desastres naturales.

Cuántas estaciones nuevas se están instalando dentro de este esfuerzo?

R. Como productos de esa transferencia tecnológica se han instalado 5 estaciones telemétricas en el río Grande de San Miguel y 6 estaciones en el río Lempa, aunque se pretende que sean 20 en este ultimo. Las actuales 6 son 4 en El Salvador y 1 en Guatemala y Honduras respectivamente. En forma inmediata hay transmisión pero aun el modelo de predicción (matemático y numérico) no está calibrado, pero en esa dirección se están digitalizando toda la información histórica que se encuentra en los registros del servicio meteorológico e hidrológico.

Cuál son los productos principales de estos planes, programas o proyectos?

R. El centro de pronostico que por cuestión de espacio quedo dividido, quedando la parte de meteorología está en el Matazano y la parte de hidrografía en santa tecla. En el centro de pronostico estarán trabajando 6 personas en tres turnos que están siendo capacitados en el manejo del equipo y que procesaran la información y estarán enlazados con la CEL. De hecho se busca la creación de un comité asesor al COEN. Se pretende que sean las comunidades las que reciban en forma directa la señal de alerta ya sea a través de ONG's como CORDES, aunque la posición oficial es que los depositarios de la información sean las gobernaciones de San Vicente y Usulután, para el caso del delta del río Lempa.

En que fase de desarrollo se encuentra los planes, programas o proyectos?

R. Las nuevas estaciones están en las fases de montaje y capacitación inicial. El inicio de operaciones se prevé para este año, entrando a la fase de funcionamiento donde entre otras cosas la información será enviada desde las estaciones al satélite (GEOS) que a su vez transmitirá la información a Puerto Rico para que desde allí mandarían la información ya procesada al centro de pronostico. Se menciona que a la información se le podrían obtener otros productos como predicción de clima (además del tiempo).

Existe un sistema de alerta temprana y como funciona?

R. El sistema de alerta temprana automática que estará situado en Concepción Batres permitirá avisar a la población cuando se aproximan condiciones climáticas extremas y sobre todo el tiempo que se demoraran en alcanzar su máximo. Sobre las variables meteorológicas e hidrológicas a medir se mide: precipitación, humedad relativa, temperatura, nivel del agua, caudal.

Cuales son las necesidades de recursos para lograr sostenibilidad en este esfuerzo?

R. Aun para este año se tienen recursos financieros para el mantenimiento y operación de la red de mediciones y del centro de pronóstico. Sé está gestionando con el gobierno central, y organismos internacionales los US\$90,000 anuales que se requieren para mantener en funcionamiento todo este esfuerzo.

Una forma de lograr sostenibilidad del centro de pronóstico es que sea una institución autónoma en lo administrativo y que genere ingresos por la venta de servicios de pronósticos y proyecciones. Se ha evaluado esa posibilidad?

R. Con PREICA y un consultor contratado a través de SICA se están buscando los mecanismos de autofinanciamiento, bajo el principio de vender la información. El antecedente en fecha reciente de una demanda que gano el pueblo contra una empresa estatal por daños en cultivos tiene varias aristas a analizar. De quien es responsabilidad? Cómo se pudo haber evitado las pérdidas económicas? Estaban asegurados los cultivos contra esas eventualidades?.

Que acciones ha desarrollado su institución como punto focal del IPCC?

R. En cuanto a la UNFCCC y el IPCC y para hacer más efectivo el funcionamiento se requiere reactivar las obligaciones de la División de Meteorología e Hidrología.

Tiene programas o proyectos para creación de nuevas capacidades en las áreas de meteorología e hidrología, cuales y con que propósito?

R. De hecho con esta inversión de recursos sé está capacitando al personal en las últimas técnicas sobre pronósticos del tiempo. Sé está desarrollando una consultoría con el CRRH (Luis García) para identificar necesidades de creación de capacidades en el servicio meteorológico e hidrológico.

Que convenios, proyectos y programas ha suscrito y desarrollado de forma conjunta con las siguientes instituciones: COEN, MSPAS, MAG, MOP, CEL, CEPA, DMH, universidades, centro de investigaciones, ONG's, gobiernos locales, comunidades?

R. Dentro de este proyecto se trabajara en forma conjunta con CEI, COEN, CEPREDENAC, CRRH. Existe también trabajo con ONG como CORDES, CEPRODE, iglesia luterana, con los cuales se pretende trabajar para divulgar de forma más eficiente la información. El organismo que actualmente es responsable de atender las emergencias naturales es el COEN que está constituido por los organismos de socorro, los bomberos, el ejercito, fuerza naval, gobernaciones. El enfoque es atender las emergencias una vez que ha sucedido el desastre natural.

Cuál es la estrategia de la dirección de riego para atender el problema de la sequía?

R. Se cuenta con 22 reservorios y se pretenden construir 30 reservorios más sobre todo en las zonas identificadas como más afectadas por la sequía. Han surgido una serie de usos alternativos para el agua. Se reporta que el nivel freático en la zona costera ha bajado hasta 2 m y en algunos lugares de oriente hasta 12 m. Los fondos para estos trabajos han provenido del presupuesto nacional por lo que es una iniciativa que ha tenido apoyo al nivel institucional.

Cuál es la estrategia del servicio forestal para atender el problema de los incendios?

R. Sé está trabajando con la ley forestal para el otorgamiento de permisos con incentivos. La división ha actualizado el inventario forestal (FAO). A partir de un mapa de suelo y por eliminación determinaron que el 40% del territorio nacional es apto para forestal productivo. En esa línea han hecho también guías técnicas.

Entrevista con Ada del Carmen Duran del MSPAS (Gerencia de Salud Ambiental).

Que papel juega la gerencia de salud ambiental en la prevención de desastres naturales?

R. En el organigrama del MSPAS la Unidad de Desastres es la encargada de coordinar las actividades del ministerio ante los desastres naturales. La gerencia de salud ambiental más bien realiza acciones de mediciones, difusión de la salud y su entorno. En ese sentido y como el ministerio es el encargado de otorgar un permiso de funcionamiento, se ha diseñado un manual de control de emisiones y una guía técnica que contiene un formulario que permitirá recabar información sobre las fuentes, las descargas, y las extensiones de las mismas.

Uno de los sectores más vulnerables al clima y sus cambios son los asentamientos humanos. El MSPAS y en particular la gerencia de salud ambiental está desarrollando acciones o medidas dirigidas a reducir la vulnerabilidad del sector?

R. Otro de los proyectos que está desarrollando la gerencia de salud ambiental gira alrededor del centro de salud en la vivienda en donde participan el viceministerio de vivienda, FUSAI, Ministerio de Trabajo, Universidad Politécnica. Se han invitado a otras instituciones gubernamentales y privadas como al MARN y CASALCO. El propósito del centro es definir lineamientos y estrategias para procurar una vivienda y su entorno saludable. Tiene un objetivo intrínseco de evitar duplicidad de esfuerzos realizando la misma tarea dos instituciones distintas, como por ejemplo el viceministerio de vivienda tiene como función evaluar la calidad de los elementos primarios del medio ambiente: aire, suelo y agua, que a su vez es desarrollada por el MSPAS a través de su gerencia de salud ambiental.

La situación actual (línea de referencia) de los asentamientos humanos en el país sugiere que un alto porcentaje de los mismos se localizan en zonas frágiles. Que estudios ha desarrollado o ha participado la gerencia de salud ambiental para aumentar la capacidad de adaptación de los asentamientos humanos ante posibles eventos climáticos extremos?

R. Uno de los primeros productos del centro de salud en la vivienda fue hacer un diagnóstico sobre la situación actual de la vivienda y su entorno. Además en el anuario del ministerio se encuentra información epidemiológica. Para facilitar la obtención de permisos y la revisión técnica de las solicitudes sé está pensando en una ventanilla única para controlar el otorgamiento de permisos. Se señala que la política actual de vivienda facilita la construcción de viviendas para satisfacer la demanda aunque con muy pocas limitaciones o controles sobre donde se puede construir.

Entrevista con Lidia Castillo de CEPRODE (ONG).

Cuál es el propósito y alcances de CEPRODE?

R. El propósito es diseñar, implementar y evaluar programas comunitarios de protección para población en casos de desastres, y para la conservación y recuperación de los recursos naturales en zonas de alto riesgo por desastres naturales. Los alcances del plan de trabajo son: la promoción integral de la persona, la familia y la comunidad entre sectores pobres y en alto riesgo; participación de estos sectores en forma activa, responsable y consciente, en los procesos de desarrollo en el ámbito local y en las transformaciones sociales más amplias en el ámbito nacional; generación de modelos alternativos de desarrollo que puedan beneficiar al mayor número posible de familias con un uso racional de recursos.

El diagnóstico del grado de vulnerabilidad y capacidad de adaptación de diferentes sistemas/sectores de El Salvador ante las manifestaciones del cambio climático (calentamiento global, intensificación de eventos climáticos extremos, y de fenómenos naturales como El Niño), sugiere la necesidad de creación de capacidades tanto humanas, institucionales y de sistemas de información. Que actividades realiza CEPRODE en esa línea de trabajo?

R. CEPRODE cuenta con un grupo expertos nacionales de tiempo completo y sobre todo parcial de las ciencias sociales y naturales (ingenieros en informática, ingenieros agrónomos, abogados, periodistas, filósofos, geólogos, ingenieros civiles, economistas) y además cuenta con el apoyo de expertos internacionales (geólogos del mundo por ejemplo). Al nivel institucional existe coordinación en el trabajo con otras ONG, aunque los esfuerzos por constituir una coordinadora han fracasado porque se han tratado de constituir alrededor de proyectos políticos y no como instituciones de investigación aplicada que promueva las capacidades nacionales (humanas, institucionales, sistemas de información) para un desarrollo sostenible. Aun así están interesados en cualquier esfuerzo que a partir de tareas concretas genere más que una red de instituciones una red de información. Con relación a los sistemas de información, el USGS les ha proporcionado un SIG nacional de zonas de riesgo, y nosotros tenemos una metodología de presentación que facilita la toma de decisiones y se cuenta con un centro de documentación para facilitar la accesibilidad de la información generada en nuestros estudios.

Que opinión le merece los esfuerzos que se están realizando al nivel de los gobiernos locales para constituir un comité de reconstrucción?

R. Se coincide en los objetivos y hemos coordinado el trabajo de las comunidades con los esfuerzos de las alcaldías. La metodología que seguimos es a partir de las necesidades identificadas por la comunidad (riesgos de inundación, deslaves, delincuencia, falta de servicios públicos, etc.) se propone una evaluación que desde el punto de vista técnico clasifique las necesidades identificadas en orden de importancia, para proceder a la etapa de consecución de fondos. Generalmente los donantes piden que el trabajo sea coordinado con los gobiernos locales por lo que se establece algún tipo de coordinación.

Cuál piensa usted que debería ser el papel del MARN para facilitar la aplicación de una política de atención a desastres naturales?

R. Con base a la experiencia no se ha podido coordinar el trabajo con el MARN y con otros organismos del ejecutivo como COEN. La impresión que se tiene es que se duplican esfuerzos por la falta de comunicación. Como ejemplo menciono que los geólogos nacionales privados y gubernamentales no han realizado mediciones de campo y han emitido juicios a partir de información generada por misiones de geólogos internacionales de diferentes países (Japón, España, Alemania, etc.). Se debe facilitar la accesibilidad a la información geológica al nivel nacional, regional o local.

Cuales son los proyectos que ha desarrollado CEPRODE?

R. Hasta finales del año pasado se totalizaba 37 proyectos realizados con las siguientes instituciones: NOVIB, SEMA, FIS, FUPAD, FIAES, FONAES, cooperación italiana, AID, UICN. Los proyectos han cubierto temas como: planes locales de atención a la emergencia; capacitación prevención desastres; mitigación de impactos de la sequía; prevención y combate de incendios; mantenimiento forestal; inventario de fauna y flora de zonas protegidas; rehabilitación de áreas críticas; desarrollo agrícola sostenible; estrategias de ecoturismo; agricultura en laderas; gestión de riesgos.

Además del diagnóstico se ha presentado una propuesta de creación de capacidades para la adaptación al cambio climático. Las tres áreas de trabajo que se han sugerido en dicha estrategia son: fortalecimiento del sistema de observación del clima; desarrollo y transferencia de tecnología; acciones sobre la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Realiza CEPRODE actividades en estas áreas?

R. En la mayoría de comunidades donde se trabaja se han instalado sensores de medición de variables meteorológicas: precipitación, temperatura e hídricas: nivel del agua. Varios de los proyectos realizados consideran la vulnerabilidad de las comunidades.

Entrevista con Luis Ramos del MARN (punto focal del Corredor Biológico Mesoamericano).

Considera que existe vinculación entre el programa/proyecto del corredor biológico Mesoamericano y la convención de cambio climático? cual?

R. Los corredores biológicos, al menos los que son constituidos por bosques proveen el servicio ambiental de fijación de carbono, y ofrece una forma de adaptación de las especies facilitando la migración de las mismas.

Cuales son los temas que en la practica podrían vincularse?

R. El corredor biológico Mesoamericano es una propuesta para ordenamiento territorial con la prioridad de preservar la biodiversidad y los servicios ambientales que de esta se obtienen.

Cuales son los beneficios de la convención para el país en términos ambientales, sociales, y económicos?

R. En términos ambientales la conservación de la biodiversidad, facilitando la preservación de la fauna y flora en las zonas protegidas y en los corredores biológicos.

Existe recursos financieros o asistencia técnica para programas o proyectos? cuales están en gestión y cuales ya se ejecutaron?

R. El proyecto obtiene fondos GEF de la ventana de la convención de biodiversidad. El CBM apoya el diseño que realizara el MARN para un sistema de pago de servicios ambientales. Este proyecto concuerda con el objetivo del CBM de fortalecer la viabilidad económica del CBM. El apoyo al manejo de áreas protegidas por parte de ONG's e instituciones gubernamentales. Otro de los proyectos que están planteados en la visión común del proyecto 2001-2005 es el desarrollo de herramientas de planificación territorial en áreas prioritarias. Dentro del sistema de pago se pretende hacer la valorización de bienes y servicios ambientales.

Existe vinculación entre dichos programas o proyectos con el cambio climático?

R. El corredor biológico es una propuesta de ordenamiento territorial que por ser una acción que conlleva el manejo sostenible de los recursos naturales, incluidos los climáticos, es coincidente con el objetivo de la convención de cambio climático.

Ha existido o se proyecta establecer coordinación entre ambas convenciones al nivel nacional, regional o internacional?

R. No existe coordinación al momento, aunque se reconoce que ambas convenciones, cambio climático y biodiversidad, surgen de la reunión de Río y tienen como propósito ultimo desarrollar las sociedades en armonía con la naturaleza, garantizando la sostenibilidad de los recursos naturales, incluyendo los climáticos y la biodiversidad.

Cuales son los principales obstáculos para la aplicación de los compromisos de la convención en el país?

R. De tipo político. La toma de decisiones políticas no incorpora en su totalidad las opiniones técnicas de los temas, y un efecto de lo anterior es que el conocimiento científico no es valorado en su magnitud. El CBM tiene como uno de sus objetivos orientar técnicamente la toma de decisiones políticas.

Se nos presto el documento visión común del proyecto 2001-2005, donde se presenta desde los supuestos, las medidas de verificación, los indicadores para cada uno de los resultados, de cada uno de los objetivos específicos.

Entrevista con Hugo Flores de CORDES (ONG).

Cuál es el propósito y alcances de CORDES?

R. La fundación CORDES fue creada en 1993 con el propósito de facilitar la reinserción de los desmovilizados de guerra, en Chalatenango, Cuscatlan-Cabañas, San Salvador-La Libertad, Chalatenango. Para alcanzar este propósito se han planteado 5 programas: actividades agropecuarias; aseguramiento financiero; fortalecimiento institucional; comercialización; emergencias, de momento.

El diagnóstico del grado de vulnerabilidad y capacidad de adaptación de diferentes sistemas/sectores de El Salvador ante las manifestaciones del cambio climático (calentamiento global, intensificación de eventos climáticos extremos, y de fenómenos naturales como El Niño), sugiere la necesidad de creación de capacidades tanto humanas, institucionales y de sistemas de información. Que actividades realiza CORDES en esa línea de trabajo?

R. La fundación CORDES realiza capacitaciones dentro de cada uno de los programas. Por ejemplo en cuanto a la atención de emergencias se acaba de realizar un modulo de capacitación en gestión local del riesgo, en donde a miembros de las comunidades se les hace una breve introducción al tema de riesgos y desastres; se establece cuales son los factores de riesgo y los escenarios de riesgo; los actores sociales y elementos para la intervención; las medidas locales de mitigación; un plan local de gestión de riesgo. Contiene además un corolario de ideas sobre el tema de riesgo y desastres.

Que opinión le merece los esfuerzos que se están realizando al nivel de los gobiernos locales para constituir un comité de reconstrucción?

R. El trabajo de CORDES ha sido desde los asentamientos humanos coordinando el trabajo con las alcaldías de las regiones: Chalatenango, Cuscatlan-Cabañas, San Salvador-La Libertad, San Vicente, y otras organizaciones de la sociedad civil. Aunque el momento ha hecho que el trabajo programado se retrase, CORDES ha iniciado la discusión de una propuesta metodológica para la institucionalización del enfoque del medio ambiente, cuyo primer propósito es contar con una guía metodológica que nos permita y facilite la ejecución en los diferentes programas y proyectos las acciones encaminadas a la protección, recuperación y desarrollo del medio ambiente y recursos naturales.

Cuál piensa usted que debería ser el papel del MARN para facilitar la aplicación de una política de atención a desastres naturales?

R. No ha habido mucha interacción con el MARN, aparte de un proyecto que viene desarrollando desde el Mitch para prevención y mitigación de desastres en el bajo Lempa. La fundación CORDES ha desarrollado formas de producción agropecuaria que entre otros de sus objetivos están prevenir los desastres naturales como las inundaciones, deslaves, derrumbes, etc. Una de estas son los planes de integrales de finca que tiene como propósito contribuir a reorientar la economía campesina de subsistencia hacia una gradual y creciente diversificación productiva y adopción de nuevas tecnologías que preserven el medio ambiente, elevando la generación de empleos e ingresos y permitiendo mejorar las condiciones de vida de mujeres y hombres en el sector campesino.

Cuales son los proyectos que ha desarrollado CORDES?

R. Los 5 programas de trabajo que se han venido desarrollando han sido: actividades agropecuarias; aseguramiento financiero; fortalecimiento institucional; comercialización; emergencias. Es este ultimo el que ha pasado a ser el prioritario y no solamente por el momento que vivimos sino que si queremos un desarrollo sostenible tenemos que incluir en todas nuestras actividades diarias la prevención a los desastres naturales.

Además del diagnóstico se ha presentado una propuesta de creación de capacidades para la adaptación al cambio climático. Las tres áreas de trabajo que se han sugerido en dicha estrategia son: fortalecimiento del sistema de observación del clima; desarrollo y transferencia de tecnología; acciones sobre la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Realiza CEPRODE actividades en estas áreas?

R. En lo que ha desarrollo de tecnología se refiere se cuenta con una granja-escuela en donde se están probando diferentes cultivos, combinaciones de cultivos, y manejos de cultivos. El plan de trabajo del 2001 incluye la coordinación entre las diferentes regiones cuyo eje central es la cuenca hidrográfica del río Lempa, en su parte alta, media y baja. La principal barrera es financiera porque institucionalmente se ha avanzado bastante. La prioridad de la fundación es facilitar el desarrollo sostenible de las comunidades en las cuatro regiones.

Entrevista con Guillermo Navarrete del MARN (responsable de ordenamiento territorial).

Cómo está organizado el MARN, en el tema de ordenamiento territorial?

R. La mayor parte del trabajo que se desarrolla en patrimonio Natural tiene como objetivo el ordenamiento territorial: el corredor biológico, biodiversidad, cuencas hidrográficas, recursos forestales y cambio climático. El organigrama actual es: dentro de la división de patrimonio natural está la dirección de sistemas ambientales dentro de la cual está ordenamiento territorial.

Cuales son el propósito, objetivos, plan de trabajo, programas o proyectos que realizan?

R. El propósito del ordenamiento territorial es fortalecer las instituciones involucradas para realizar acciones intersectoriales que promuevan el desarrollo armonizado entre los diferentes sectores e instituciones. Como antecedentes se cuenta como un plan de ordenamiento del Ministerio de Planificación entre 1990 y 1992, los planes de ordenamiento urbanístico del viceministerio de vivienda. En los próximos 2 años se desarrollara un programa que se llama Plan nacional de Ordenamiento y desarrollo territorial cuyos principales productos son: plan de ordenamiento territorial, plan de desarrollo territorial, plan de inversiones estratégicas, plan de fortalecimiento institucional, plan de evaluación estratégica ambiental, plan de desarrollo sostenible, plan estratégico de mejoramiento social, plan de trabajo para iniciar la ejecución de los planes anteriores.

Tiene alguna vinculación con el tema del cambio climático o variabilidad climática?

R. En particular el plan de evaluación estratégica ambiental está relacionado con el artículo 17 de la ley del medio ambiente. De igual manera los planes de ordenamiento y desarrollo están enmarcados en el artículo 15 de la misma ley. Finalmente la mayoría de los productos mencionados están orientados a cubrir los objetivos del sistema de gestión del medio ambiente, señalados en el artículo 6. Con relación a la convención de cambio climático entiendo que el ordenamiento territorial es una forma de aumentar la capacidad de adaptación y reducir la vulnerabilidad conociendo la sensibilidad del territorio ante los efectos de los eventos naturales.

Ha tenido alguna capacitación o asistencia técnica en materia de como enfrentar la variabilidad climática?

R. no.

Forma parte de algún comité nacional?

R. Los términos de referencia se están haciendo con el viceministerio de vivienda, y se ha formado un comité dentro del MARN para el ordenamiento territorial, con la participación de otros involucrados en el tema como corredor biológico, biodiversidad, cambio climático.

Cuenta con algún tipo de cooperación regional o internacional?

R. no.

Tiene alguna coordinación y de que tipo con las siguientes instituciones: COEN, MSPAS, MAG, MOP, CEL, CEPA, DMH, universidades, centro de investigaciones, ONG's, gobiernos locales, comunidades?

R. En el momento actual solo con la mencionada arriba, pero por ejemplo en el proyecto de prevención y mitigación de desastres en el bajo Lempa, se ha trabajado con técnicos del MAG, CEL, DMH, gobiernos locales y comunidades.

Entrevista con Elda Vasquez del MIRE (como representantes de El Salvador en el CEPREDENAC).

Esta representado el país en dicho organismo actualmente y se da seguimiento a las reuniones?

R. Si, por medio de la cancillería, la cual fue nombrada por el COEN para que representara al país en ese organismo; en este momento tenemos la vicepresidencia.

Cuales son las líneas prioritarias de acción del organismo actualmente?

R. La prevención de desastres naturales. Luego de la cumbre de presidentes C.A. dentro del Marco Estratégico, en el cual se encuentra la protección del recurso hídrico, prevención de incendios forestales; se nombro al CEPREDENAC como coordinador del Quinquenio Centroamericano para la prevención de los desastres naturales, además se tiene el Plan Regional de Reducción de Desastres.

Existen programas, proyectos o un plan de trabajo del organismo y si nuestro país está involucrado en algo de eso?

R. El programa mencionado anteriormente y algunos proyectos que el país ha presentado. El punto focal en el Plan regional es el Sr. Herbert Chinchilla del COEN, se nombro la semana pasada y aun no ha tenido ninguna reunión de seguimiento. Existe un Plan de Acción para este año, el cual se aprobara en la primera reunión de Junta Directiva a finales de enero. El Salvador está bastante involucrado en las tareas del CEPREDENAC. Por otra parte se ha cambiado muchísimo el estilo de trabajo en el CEPREDENAC y ha adquirido una gran imagen.

Que tipo de actividades están desarrollando y si nuestro país está participando, en cuales?

R. Además de las de nivel regional, se tiene el proyecto multiamenazas del volcán de San Salvador, el cual será aprobado la próxima semana; en este participan el CIG, DGRNR y el COEN, además otros proyectos del COEN sobre comunicaciones y capacitación comunitaria entre otros.

Cuál es el papel de cancillería y que tipo de coordinación interinstitucional existe al nivel nacional en ese tema?

R. Actualmente se tiene la vicepresidencia dentro del CEPREDENAC. Al nivel nacional existe la Comisión Nacional CEPREDENAC, la cual está integrada por el COEN, la DGRNR/MAG, el CIG/MOP, y RREE. Se ha nombrado a RREE para que tenga la representación en forma transitoria ante el CEPREDENAC.

Existe alguna información escrita en cuanto a programas, planes, proyectos o acciones que podríamos obtener y como?

R. Si, por ejemplo el CEPREDENAC tiene una pagina en Internet, que entra a través de un enlace electrónico de la hoja de la SICA.

Existe alguna persona en la sede del organismo que actúe como enlace para nuestro país y cual es su nombre y forma de contactarlo?

R. El enlace es Elizabeth Cubias, en el CEPREDENAC trabajan dos consultores salvadoreños: Mauricio Torruella y Oscar Peñate. El Secretario General del CEPREDENAC es Rolando Duran.

Entrevista con Cesar Abrego del MARN (como Director de sistemas ambientales y punto focal de la convención Ramsar).

Cómo está organizado el MARN, en el tema de sistemas ambientales?

R. A partir del año pasado la División de Patrimonio Natural se ha dividido en recursos físicos, recursos biológicos y sistemas ambientales. Dentro de los sistemas ambientales: cuencas hidrográficas, ordenamiento territorial, áreas naturales protegidas. Esta división se hizo sobre la base de definir los ejes principales sobre los cuales organizar el trabajo ya hecho, en proceso o por venir. Antes la organización era tomando como base las diferentes especialidades del personal de la división.

Cuál es el propósito, alcances, plan de trabajo, programas o proyectos de los sistemas ambientales?

R. El fin más no la estrategia es el ordenamiento ecológico del país. Para alcanzar este propósito se tienen los alcances de generar conocimiento sobre los recursos naturales, generar conocimiento sobre las actividades humanas, e identificar las necesidades y aspiraciones de la población. La estrategia consiste en: a partir de las aspiraciones de la población, el inventario dinámico de los recursos naturales y las opciones para que las actividades humanas se desarrollen en armonía con el medio ambiente, proponer alternativas para el desarrollo de la organización local para el manejo de los recursos naturales. Se están desarrollando programas o proyectos en áreas geográficas específicas: PROGOLFO²⁸⁴, Barra de Santiago, cuenca de güija, laguna de El Jocotal, el Cerron Grande, Bajo Lempa, el Imposible, Montecristo, etc.

Tiene alguna vinculación con el tema del cambio climático o variabilidad climática?

R. Los sistemas ambientales son unidades funcionales de los recursos bióticos y abióticos. Entre los bióticos se cuentan los climáticos y para un mejor aprovechamiento es necesario incorporar la variabilidad climática y el cambio climático.

Ha tenido alguna capacitación o asistencia técnica en materia de como enfrentar la variabilidad climática?

R. En días recientes he acompañado a diferentes delegaciones de geólogos para evaluar los daños (impactos) del terremoto, e identificar mecanismos de generación y procesos de evolución del terremoto. En la línea de costa que es tan sensible a los cambios en el clima, por cambios en la morfología, biodiversidad, ecosistemas, se discutió sobre si los impactos observados además de ser generados por el terremoto tuviesen algún componente de la variabilidad climática o cambio climático. Por ejemplo se habla de que el mar se alejo hasta tres cuerdas en ciertos puntos del oriente. La explicación más probable de esto es que la liberación de energía en la zona de subducción (sistema de fosas de Mesoamerica) produjo un esfuerzo en la placa de Cocos en sentido opuesto al del movimiento de la placa del Pacífico.

Forma parte de algún comité nacional o en materia de desastres o similares?

R. En el proyecto en la cuenca de Ilopango, se ha constituido un comité interinstitucional formado por: MAG, FIS, COMURES, ISDEM, FUNDAILOPANGO, OPAMMS, viceministerio de vivienda, y el MARN como coordinador. Este comité interinstitucional está encargado de dirigir un proceso de tres fases mediante el cual se va a crear una organización local para el manejo de la cuenca. En la segunda fase se buscara consenso entre los principales actores al plan de acción. En la tercera fase se elaboraran los lineamientos para facilitar la operación de la organización local.

²⁸⁴Proyecto Regional de Conservación de los Ecosistemas Costeros del Golfo de Fonseca.

Cuenta con algún tipo de cooperación regional o internacional?

R. La convención Ramsas para humedales y con el apoyo técnico de la UICN está caracterizando humedales de dulce y salada para que puedan ser considerados al nivel internacional; la cooperación danesa para el sistema ambiental del Golfo de Fonseca; la convención de la biodiversidad con formas de ordenamiento como el corredor Mesoamericano.

Tiene alguna coordinación y de que tipo con las siguientes instituciones: COEN, MSPAS, MAG, MOP, CEL, CEPA, DMH, universidades, centro de investigaciones, ONG's, gobiernos locales, comunidades?

R. A través de los comités interinstitucional. Otro proyecto que ya está en ese nivel es el del bajo Lempa, proyecto financiado por el BID, como piloto para la zona costera. Por otra parte dado que el sistema es el delta de un río podría ser considerado bajo la convención de humedales. Para el ordenamiento de esta zona como de cualquiera se requiere: el conocimiento de los recursos naturales (MAG, MAG/CENDEPESCA, MAG/DGRNR); conocimiento de las actividades humanas (ministerio de economía, autónomas como CEL, MAG, MSPAS, MOP); identificación de necesidades y aspiraciones de la población (gobiernos locales, representantes de comunidades locales, ONG's).

Es importante hacer conciencia en la gente que los recursos naturales renovables y no renovables se pueden agotar si los seguimos utilizando en forma desordenada (aun los renovables). Un ejemplo son los recursos hídricos. El país por estar en latitudes tropicales tiene una precipitación anual de cerca de 2,000 mm. El grado de deforestación es alto caracterizado por ejemplo por un 3% de bosques primarios. Las funciones principales de las cuencas hidrográficas: cauce del agua superficial, distribución del agua superficial, captación de agua subsuperficial, filtración de agua subterránea, medio de ecosistemas limnológicos, centro de actividades económicas sostenibles, fuente de agua potable, etc., se han perdido por la presión poblacional sobre los recursos hídricos, contaminación, diseño inadecuado del sistema de embalses, presas, y esclusas, etc., está llevando a reducir la capacidad de regeneración del sistema ambiental.

Entrevista con Jorge Quesada del MARN (como Director de recursos biológicos y punto focal de la convención de biodiversidad).

Cómo esta organizado el MARN, en el tema de recursos biológicos y su diversidad?

R. La biodiversidad o diversidad de los recursos bióticos no está restringida a una unidad, aunque en el organigrama sí lo esta. Por ejemplo con el sistema de información ambiental se alimenta de insumos de recursos biológicos, físicos, sistemas ambientales. Por otra parte soy el punto focal de la convención de biodiversidad, y dentro de mis funciones están representar al país en la convención, participando en las discusiones de las propuestas de decisiones que toma la Conferencia de las Partes, en foros cumpliendo tanto las funciones representación como de consulta. Al nivel gubernamental la cancillería también representa al país en la convención de la biodiversidad.

Cuál es el propósito y resultados del trabajo sobre recursos naturales y biodiversidad dentro del MARN?

R. Se trabaja en cinco líneas principalmente: acceso al recurso genético; vida silvestre; seguridad biotecnológica; inventario de recursos bióticos; valorización de bienes y servicios. Este ultimo es el que está teniendo más apoyo por lo que es el que más avanzado. El propósito es valorar pero no solamente en términos económicos sino que también su valor de uso. Por ejemplo existen muchos ingredientes activos de medicinas humanas o para animales y plantas mismas que se han encontrado en las plantas. La real valorización de estos especímenes permitirá su conservación y utilización sostenible.

Tiene alguna vinculación la convención de biodiversidad con el tema del cambio climático o variabilidad climática?

R. Si por ejemplo si para adaptarse al cambio climático una opción es el utilizar semillas de plantas con menor requerimiento de agua y resistencia a una mayor temperatura (condiciones que se proyectan ocurrirán por efecto del cambio climático en latitudes bajas). Uno de los objetivos de la convención sobre mitigación de las emisiones de GEI, vía aumento de la cobertura vegetal, tiene que ver con la valorización de servicios que provee el bosque al humano: fuente de energía, captura de carbono, nicho de organismos y sus ciclos y otros.

Ha tenido alguna capacitación o asistencia técnica en materia de como enfrentar la variabilidad climática?

R. No, aunque reconozco que la metodología de los escenarios desarrollada por la convención de cambio climático se puede utilizar para evaluaciones de recursos biológicos como los bosques.

Forma parte de algún comité nacional o en materia de desastres o similares?

R. Si existe un comité con el MAG, CONACyT, FUSADES, ONG's, universidades.

Cuenta con algún tipo de cooperación regional o internacional?

R. La convención de biodiversidad provee de fondos para proyectos como el corredor biológico Mesoamericano que es un planteamiento de ordenamiento territorial.

Tiene alguna coordinación y de que tipo con las siguientes instituciones: COEN, MSPAS, MAG, MOP, CEL, CEPA, DMH, universidades, centro de investigaciones, ONG's, gobiernos locales, comunidades?

R. si, se tiene relación con MAG, DMH, universidades.

Entrevista con Giovanni Berti del CND (responsable de la región occidental).

Antes del terremoto, en noviembre del año pasado en forma publica el gobierno central se comprometió a impulsar el proceso de plan de nación. Ahora después del terremoto, cual es la correlación de fuerzas alrededor de la propuesta para el plan de nación de la CND?

R. Luego de un proceso de casi 2 años de consulta con la mayor cantidad de actores, gobierno central, gobiernos locales, sectores organizados, organizaciones no gubernamentales, se cuenta con una propuesta de acciones territoriales del plan de nación. Esa propuesta de ordenamiento con base a la vocación de cada región, impulsara proyectos en cada una de estas: los volcanes, ecoturismo y café; río Lempa, corredor agroambiental; Comalapa, agricultura, industria y servicios de exportación; golfo de Fonseca, puerto centroamericano al comercio internacional. Luego del terremoto, el gobierno central le solicitó a la CND que participara en la redacción de los dos documentos a ser llevados a Madrid, como primer paso del proceso de consecución de fondos para la reconstrucción y transformación del país o recuperación del país como la ha llamado el gobierno central. El primer documento tiene como propósito a partir de la cuantificación de daños y los lineamientos estratégicos contenidos en el plan de gobierno y sus cinco ejes o alianzas, atender la emergencia ocasionada por los sismos de principios de año. Es de corto plazo con una duración máxima de 9 meses. El segundo documento tiene como propósito a partir de las acciones territoriales, avanzar en el proceso del plan de nación, consiguiendo reconocimiento político y recursos financieros, humanos y tecnológicos. Las expectativas no son muy grandes tomando en cuenta el estado actual de la economía global.

Las acciones territoriales son una propuesta de ordenamiento territorial con base a la vocación de las regiones identificadas en la consulta nacional. Aunque en forma explícita no aparece reflejado el componente gestión de riesgo (vulnerabilidad y adaptación), ha sido considerado?

R. Dado que el insumo principal para las acciones territoriales son los 7 desafíos para los 7 problemas nacionales identificados como prioritarios en la consulta nacional, el componente de gestión de riesgo (vulnerabilidad y adaptación) no aparece. Después del terremoto, un grupo de consultores extranjeros contratados por el PNUD, está desarrollando una propuesta de estrategia nacional para la gestión de riesgos. Se nos presentará un primer borrador el cual se pretende llevar a consulta utilizando los canales creados por la CND. Esa estrategia la consideraríamos como insumo para nuestro proyecto de gestión de riesgo a ser incluido en la versión final del segundo documento que se lleva a Madrid.