

Vulnerabilidad de los países en vías de desarrollo a los efectos del cambio climático: El Salvador

Ismael Sánchez

Resumen

Con la firma, en diciembre de 1995, de la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMCC) y ratificar el Protocolo de Kyoto, en noviembre de 1998, El Salvador no sólo adquirió los compromisos legales vinculados a esos instrumentos legales, sino que también demostró su voluntad de unirse a los esfuerzos globales que se hacen para reducir los impactos adversos del cambio climático. No hay duda de que lo único que traerá el efecto del calentamiento de la tierra a países como El Salvador es un impacto negativo sobre su crecimiento económico y su sustentabilidad ambiental. Condiciones de lluvia inusuales durante el invierno y largos períodos de sequía en el verano, son pronosticadas con mayor frecuencia por el servicio meteorológico. En muy pocas ocasiones El Salvador ha sido embestido directamente por la fuerza de un huracán, pero sí ha recibido la lluvia intensa, asociada con este fenómeno natural. Así, la carencia de diques e infraestructura adecuada augura más inundaciones y daños en la agricultura, en los años venideros. Este trabajo intenta resumir las condiciones socioeconómicas actuales del país y las iniciativas y el trabajo institucional desarrollado hasta el momento y su vulnerabilidad a los efectos del calentamiento del planeta.

1. Descripción básica de fisiografía, contexto económico y social y vulnerabilidad al cambio climático

A continuación se muestra las principales circunstancias domésticas de El Salvador:

Cuadro 1

criterio	Valor	Año
Población (millones de habitantes) Estimación actual ^a	6.2	1999
Área continental (km ²)	20,740	1999
Producto Interno Bruto (PIB). Valores preliminares ^a (a valores actuales en millones de dólares)	12,389	1999
Producto Interno Bruto per cápita (dólares)	1,998	
Remesas (a valores actuales, en millones de dólares)	1,350	1998
Participación de la industria en el PIB (porcentaje) ^a	22.1	1998
Participación de los servicios en el PIB (porcentaje) ^a	68.0	1998
Participación de la agricultura en el PIB (porcentaje) ^a	13.6	1998
Área total utilizada para el cultivo de cereales (miles de hectáreas) ^b	478	1999
Población urbana como porcentaje de la población total Estimación actual ^a	58.0	1999
Población pecuaria (miles) ^b		
Ganado	1,141.5	
Ovejas	5.2	
Cerdos	335.1	
Caballos	95.8	1999
Cabras	15.3	
Asnos	23.8	
Aves de corral	8,000.0	
Cobertura vegetal (miles de ha)		
Bosque natural	41.5	
Plantaciones de café	162.0	
Bosque salado	45.0	
Coníferas	28.3	
Vegetación latifoliada	251.8	
Vegetación arbustiva	180.3	
Matorral	451.8	
Población en pobreza absoluta ^c	38%	
Esperanza de vida (años) ^c	69.1	1999
Posición del país de acuerdo al índice de desarrollo humano de PNUD ^c	107	1999
Analfabetismo ^c	23.0%	

a. Indicadores Económicos Anuales del Banco Central de Reserva de El Salvador <http://www.bcr.gov.sv>

b. FAO.

c. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, *Informe sobre desarrollo humano 1999*.

1.1. Fisiografía

El Salvador se localiza en el istmo centroamericano. Está rodeado al oeste por Guatemala, al norte por Honduras, al este por Nicaragua y al sur por el Océano Pacífico. Es el país más pequeño y

el más densamente poblado de la América continental. Su extensión territorial es de 20,740 kilómetros cuadrados y su densidad poblacional, en 1999, se estimó en 296 habitantes por kilómetro cuadrado¹.

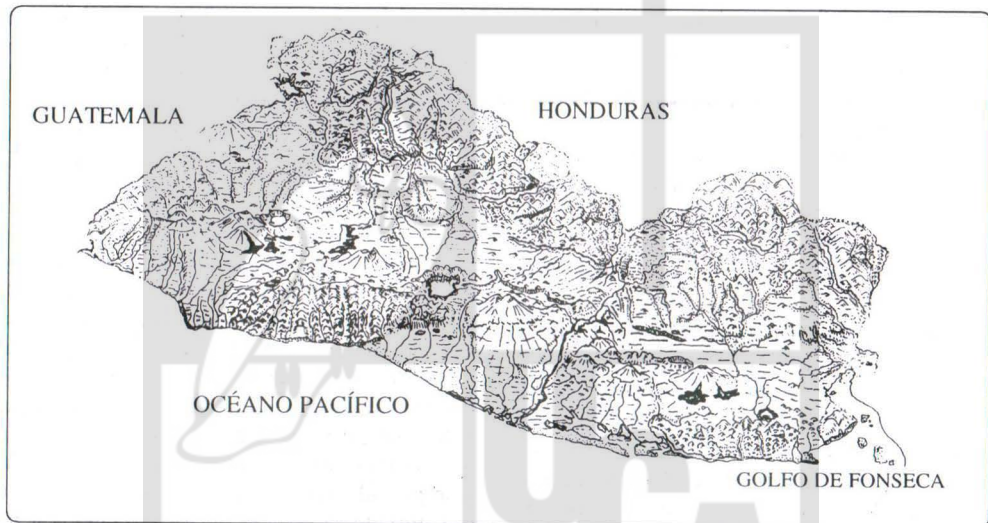
1. C. Umaña C., *Escenarios socioeconómicos para la evaluación de los impactos del cambio climático en El Salvador*. San Salvador, 1998.

El territorio salvadoreño se divide casi en partes iguales entre terreno montañoso y planicies. Aproximadamente, el 86 por ciento del territorio está clasificado como bosque húmedo subtropical, el 8 por ciento como bosque muy húmedo subtropical y el 4 por ciento como bosque húmedo tropical². Hacia el sur, a lo largo de la costa, se encuentran las planicies costeras separadas por las cordilleras del Bálsamo y Jucuarán. En dirección este-oeste se pueden distinguir dos cadenas volcánicas. La cadena volcánica antigua, ubicada al norte, cerca de la frontera con Honduras, alcanza elevaciones de hasta 2,400 metros. Hacia el sur, se distingue la cadena volcánica reciente, formada por más de diez volcanes, de los cuales el más alto es el de Santa Ana, con una altura alrededor de

2,300 metros. Se reconoce que el volcán salvadoreño más famoso es el Izalco. Este se conoce como "El Faro del Pacífico", debido a que durante su actividad, su brillante cráter era visible para los navegantes en el océano. La planicie central en medio de las dos cordilleras es un área de mesetas ubicadas alrededor de 600 metros sobre el nivel del mar.

El río más largo y caudaloso del país es el Lempa. Su cuenca se considera como la más grande de Centroamérica. Este río es de vital importancia para el país, porque lo provee de energía eléctrica, agua potable y para irrigación y también porque recibe la descarga de la mayoría de los sistemas de alcantarillas del país, para descargarlas en el Océano Pacífico.

Figura 1
Fisiografía de El Salvador



1.2. Clima

El clima de El Salvador está influenciado por varios factores, entre los que se pueden mencionar su latitud, sus cadenas montañosas y las variaciones globales del viento. Geográficamente, El Salvador se extiende entre los 13° 09' y 14° 27' de

latitud norte y los 87° 41' y 90° 08' de longitud oeste. Como resultado de su ubicación, experimenta dos estaciones climáticas muy bien definidas: la estación seca o verano, de noviembre a abril, y la estación lluviosa, de mayo a octubre. La precipitación anual varía entre los 1,525.8 y los 2,127.2 mm. La precipitación anual promedio es

2. L. R. Holdridge, *Zonus de vida ecológica de El Salvador*, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, FAO, 1975.

de 1,823.6 mm. La temperatura ambiente promedio es de 24.8 grados Celsius³.

Otra característica importante de El Salvador es la cantidad de energía solar que recibe durante el año. El promedio anual de horas de luz solar es de 8.5 horas, en la costa, y de 6 horas, en las montañas, influenciadas por el efecto de las nubes. La radiación solar anual recibida promedia entre los 5 y los 5.5 kWh/m²-day. Los niveles de mayor radiación solar se registran entre marzo y abril y los de menor radiación, entre junio y septiembre.

1.3. Un breve antecedente histórico

Las causas que originaron el conflicto social que sufrió el país durante la década de los ochenta ayudarán a explicar la situación actual y a consolidar la nueva sociedad en la cual los salvadoreños deseamos vivir. Los índices macroeconómicos de El Salvador durante el período de 1960-1978 mostraban a un país muy dinámico y productivo. La economía salvadoreña crecía a una tasa del 5.4 por ciento anual; las exportaciones incrementaron su participación en el PIB al pasar del 22 por ciento en 1960-1962 al 36 por ciento en 1976-1978. La manufactura incrementó sus exportaciones a un tercio del total de las mismas. Se registran también importantes cambios sociales, por ejemplo, la esperanza de vida se elevó a 63 años, el alfabetismo en adultos pasó del 49 por ciento, en 1960, al 63 por ciento en 1978. Sin embargo, a pesar de este progreso, basado principalmente en el comercio de las exportaciones de café, azúcar y algodón, una gran parte de la población vivía en condiciones de pobreza, la desnutrición era muy común en los niños, dos tercios de los hogares salvadoreños carecían de agua potable, más de la mitad no tenía electricidad y sólo un sexto contaba con sistema de alcantarillas⁴.

Las características principales de este período son un modelo económico agro-exportador, condiciones sociales injustas para la mayoría de la po-

blación, carencia de una verdadera democracia, elecciones fraudulentas y regímenes militares en el gobierno. La tensión política y social comenzó a aumentar en 1977. Huelgas y manifestaciones políticas fueron seguidas de una guerra de guerrillas. El general Romero fue derrocado por un golpe de Estado en 1979, instalándose una junta de gobierno de muy corta duración.

En 1980, Napoleón Duarte con elecciones y reformas sociales y estructurales buscó frenar la efervescencia política. Las reformas afectaron fundamentalmente la tenencia de la tierra y el control de la banca y las exportaciones. La reforma sobre

el control de la tierra limitaba el tamaño de las propiedades a 100 hectáreas y concedió a los campesinos títulos de propiedad por la tierra que habían rentado. La nacionalización del sistema bancario intentó eliminar la concentración de los créditos en poca gente y en

pocas empresas. La reforma del comercio exterior colocó el mercado del café y del azúcar bajo control gubernamental, mediante la creación de las instituciones *Incafe* e *Inazucar*.

Ninguno de esos cambios, sin embargo, evitó el desarrollo de la guerra de guerrillas. A medida que la violencia política aumentaba, la economía salvadoreña experimentaba un serio retroceso. Disminución de la producción en la agricultura y la manufactura, destrucción de la infraestructura, devaluación de la moneda y condiciones de completa inseguridad, que afectaban adversamente a la inversión privada, fueron las condiciones que prevalecieron durante la década de los ochenta. La intervención estadounidense durante la guerra civil en El Salvador fue predominante. Después de que Washington dejó de apoyar a los "luchadores por la libertad", en Nicaragua, El Salvador se convirtió en el país donde se había trazado "la línea para detener el avance comunista". La ayuda directa y encubierta dada a El Salvador, entre 1980 y 1992, se aproximó a los 6 billones de dólares. Esto convirtió al país en uno de los mayores beneficiarios de la ayuda exter-

Dos de los principales problemas que El Salvador tiene que enfrentar en la búsqueda de un verdadero desarrollo sustentable son el alto deterioro de su medio ambiente y los altos niveles de pobreza [...]

3. A. Centella, "Escenarios climáticos de referencia para la República de El Salvador". Proyecto ELS97G32. Comunicación Nacional de Cambio Climático, San Salvador, 1998.

4. World Bank Report No. 4054-ES, "El Salvador Updating Economic Memorandum", 21 de enero de 1983.

na estadounidense en el mundo. En 1987, la ayuda para mantener la balanza de pagos y la economía del país a flote fue cercana a los 400 millones de dólares⁵.

El año de 1992 es memorable en la historia de El Salvador. Después de tres años de intensas negociaciones y bajo los auspicios de Naciones Unidas, el FMLN y gobierno de El Salvador, a cargo del Partido ARENA, firmaron los acuerdos de paz que pusieron fin a doce años de guerra civil. Estos acuerdos fueron firmados en el castillo de Chapultepec (México), en enero de 1992. De acuerdo a Álvaro de Soto, jefe de la delegación de Naciones Unidas, los acuerdos de paz condujeron a una "revolución negociada". Los acuerdos fueron una catarsis para una triple transición: de la dictadura militar a la democracia civil, de políticas económicas intervencionistas a un modelo neoliberal y de la guerra a la paz.



aliviar la pobreza, en un marco de democracia liberal y libre mercado. La esperanza de los salvadoreños es que todos estos ofrecimientos puedan realizarse para poder asegurar así la paz social.

1.4. Circunstancias nacionales

La guerra civil costó al país cerca de 70,000 vidas, la mayoría población civil. Miles quedaron lisiados y cientos de miles fueron forzados a emigrar legal o ilegalmente a diferentes países alrededor del mundo. Canadá, Australia, México, Nicaragua, Costa Rica y Estados Unidos son algunos de los países que concedieron asilo político a los salvadoreños, que huían del conflicto interno. Se estima que sólo en Estados Unidos viven actualmente más de 1.3 millones de salvadoreños⁶. Paradjicamente, hoy en día, las remesas que estos "hermanos lejanos" envían a sus parientes, representan la mayor fuente de divisas para el país.

Los dos valiosos recursos naturales con los cuales El Salvador ha contado son la tierra y el agua. Sin embargo, estos recursos no han sido manejados con buen juicio, y hoy en día, el país es considerado como uno de los que posee la más elevada degradación de su medio ambiente⁷. La contaminación del aire es también severa, en particular en San Salvador y en sus áreas circunvecinas. Dos de los principales problemas que El Salvador tiene que enfrentar en la búsqueda de un verdadero desarrollo sustentable son el alto deterioro de su medio ambiente y los altos niveles de pobreza, tanto urbana como rural.

Desde 1992, los gobiernos salvadoreños han estado inmersos en reformas económicas, políticas y sociales, orientadas a mejorar el capital humano, a promover la productividad del sector privado y a modernizar las instituciones gubernamentales. Las áreas claves han sido la educación, la desregulación y la privatización del sector eléctrico, las telecomunicaciones y del sistema de pensiones por retiro y la reducción de la burocracia gubernamental. De acuerdo con el plan de gobierno, el reto es

Las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) están íntimamente relacionadas con esta crisis ambiental y social. El crecimiento poblacional, el cambio en el uso del suelo, la tasa pronosticada del crecimiento del Producto Interno Bruto, el consumo creciente de petróleo, debido al rápido incremento del parque vehicular, y la elevada dependencia de la generación termoeléctrica significa que las emisiones de gases efecto de invernadero aumentarán muy rápidamente, en las próximas décadas.

5. H. Byrne, *El Salvador's Civil War. A study of Revolution*, United Kingdom, 1996.

6. W. Chislett, *El Salvador. A New Opportunity*, London, 1998.

7. FUSADES, *Green Book, From Peace to Sustainable Development*, San Salvador, 1996.

La población salvadoreña, según Umaña⁸, ha sido afectada por cuatro procesos demográficos. El primero es la disminución de la tasa de crecimiento poblacional y la reducción de la tasa global de fecundidad. La tasa de crecimiento de la población disminuyó sensiblemente, pasando del 3.17 por ciento, en 1970, al 2.06 por ciento, en 1995. Durante este período, la tasa global de fecundidad se redujo casi en un 50 por ciento. En promedio, el número de hijos que tendría una mujer cambió, al pasar de 6.3, en 1970, a 3.4, en 1995. Haciendo un cálculo conservador, se espera que la población salvadoreña, en el año 2025, sea de 9.0 millones, aproximadamente. El segundo proceso es la emigración. En efecto, El Salvador ha sido un país exportador de gente. En la década de los setenta, los salvadoreños emigraron a los países vecinos, en especial a Honduras. Durante la guerra civil, se estima que entre 1.5 y 2 millones abandonaron el país. El mayor receptor de este flujo de emigrantes ha sido Estados Unidos. En la medida en que el gobierno de Washington comience a imponer medidas más duras para controlar a los emigrantes ilegales, se espera que un buen porcentaje de esta población comenzará a retornar al país. El tercer proceso es la maduración o envejecimiento de la población. La población salvadoreña es predomi-

nantemente joven; sin embargo, está experimentando un proceso de maduración o envejecimiento natural. Entre 1970 y 1995, la población menor de quince años pasó de representar el 46.37 por ciento al 37.4 por ciento y la edad mediana pasó de 16.73 a 20.2 años. La Figura 2 muestra la distribución de la población, por edades, entre 1970 y 1995. El último proceso es la expansión de las áreas urbanas. Tal como muestra el Cuadro 1, entre 1970 y 1997, la proporción de la población que vive en las zonas rurales y urbanas ha cambiado de una manera drástica. Tanto la guerra civil, que tuvo lugar sobre todo en el campo, como la considerable disparidad entre las áreas rurales y urbanas han forzado a cientos de salvadoreños a trasladarse a los principales pueblos y ciudades del país. En 1970, la población urbana representó el 41.7 por ciento. En 1997, este porcentaje aumentó al 57.6 por ciento. Se estima que en el año 2025, la relación población urbana y población total será del 87.2 por ciento. La migración interna hacia las principales ciudades creará presión adicional sobre el cambio del uso del suelo para la construcción de viviendas, la demanda de servicios públicos, a saber, electricidad, transporte, agua potable, disposición de desechos, etc., y sobre la capacidad de la economía para crear un mayor empleo urbano.

Cuadro 2
Población de El Salvador (en millones)

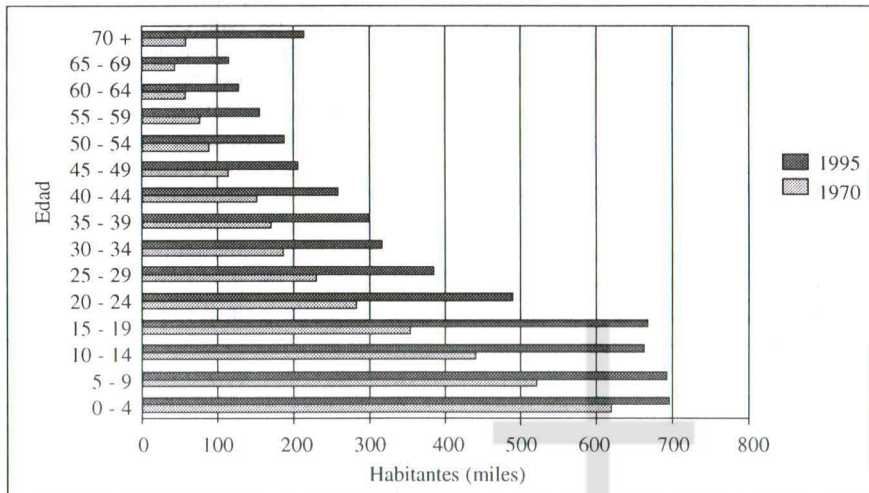
Año	Urbana	Rural	Total	Año	Urbana	Rural	Total
1970	1.5	2.1	3.6	1990	2.8	2.3	5.1
1975	1.7	2.4	4.1	1995	3.2	2.5	5.5
1980	1.9	2.7	4.6	1996	3.3	2.5	5.8
1985	2.3	2.4	4.8	1997	3.4	2.5	5.9

En 1990, el modelo económico de los años ochenta, centrado en el Estado quedó atrás. El nuevo gobierno electo, estaba comprometido con las políticas neoliberales del libre mercado y la liberalización del comercio exterior y las finanzas.

A medida que la economía se orientaba hacia los servicios y se volvía menos dependiente de la agricultura, la composición del Producto Interno Bruto (PIB) fue cambiando, tal como se muestra en el Cuadro 3.

8. C. Umaña, *op. cit.*

Figura 2
Población de El Salvador por edades



Cuadro 3
Composición del PIB por sector (en porcentajes)⁹

Sector	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1998
Agricultura	18.7	18.5	19.0	18.7	17.1	13.6	12.9
Industria	28.0	25.7	22.9	20.7	21.8	21.2	22.1
Servicios	53.3	55.8	58.1	60.6	61.1	65.2	65.0

Entre 1992 y 1995 —a medida que se desarrollaban los acuerdos de paz—, el país experimentó una época de estabilidad y de rápido crecimiento económico sin precedentes. El PIB creció, como

se muestra en la Cuadro 4, a un promedio del 5.3 por ciento; la inflación se redujo, pasando del 19.3 por ciento, en 1990, al 1.9 por ciento, en 1997.

Cuadro 4
Evolución del Producto Interno Bruto de El Salvador¹⁰

Año	Colones precios constantes de 1990	
	Total (millones)	Per cápita
1978	44,864	10,145
1980	37,908	8,271
1985	32,883	6,908
1990	36,427	7,140
1992	40,576	7,646
1993	43,566	8,035
1994	46,202	8,338
1995	49,156	8,686
1996	50,055	8,664
1997	52,040	8,822

9. *Ibíd.*

10. *Ibíd.*

Al observar estos datos se podría pensar que las perspectivas del crecimiento económico de El Salvador son muy alentadoras y que el progreso económico se debe al modelo puesto en práctica. Sin embargo, debe de reconocerse que esa estabilidad macroeconómica se debe sobre todo a dos factores: la significativa ayuda internacional destinada a la reconstrucción y el incremento de las remesas familiares (Cuadro 5). Obviamente, la economía salvadoreña depende de los lazos emocionales que unen a los "hermanos lejanos" con sus parientes; a medida que esos lazos se debiliten, así lo hará el país. La aplicación de las políticas de desarrollo de libre mercado no ha sido suficiente para enfrentar el problema de la pobreza o para mejorar la distribución del ingreso significativamente.

Cuadro 5
Influencia de las remesas familiares en la economía de El Salvador¹¹

Año	\$ Millones	% PIB	% exportac.	% importac.	% balanza pagos
1985	113	2.1	16	13	52
1986	165	3.9	22	18	92
1987	195	4.4	33	19	46
1988	228	4.7	37	22	54
1989	237	4.8	48	20	36
1990	345	6.5	52	27	58
1991	542	10.2	75	37	79
1992	708	11.9	89	42	78
1993	823	11.9	79	38	73
1994	1,001	12.4	80	39	76
1995	1,195	12.6	72	36	72
1996	1,193	11.5	67	37	83
1997	1,308	11.6	54	35	99

La vulnerabilidad de El Salvador al cambio climático comienza con la dependencia de su economía de la agricultura. Sus cultivos más importantes —el café y la caña de azúcar— son muy vulnerables a los fenómenos asociados con el cambio climático. Las condiciones climáticas adversas junto con los coincidentes bajos precios, en los años de 1998 y 1999, causaron serios proble-

mas a los caficultores. La cosecha de 1998-1999 disminuyó el 28 por ciento, comparada con la del año anterior. La baja cosecha y los bajos precios hicieron que la renta total por exportaciones disminuyeran cerca del 54 por ciento¹². La caída en los precios desincentiva a los productores y conduce a una disminución del área cultivada, en las siguientes cosechas. El café no sólo es la principal fuente de divisas para el país, sino que también es el cultivo más importante, en términos de utilización de los recursos naturales y generar empleo e ingresos para muchas familias. Con un bosque natural reducido a un 2 por ciento del área total del país, las plantaciones de café constituyen el recurso ambiental más valioso con que cuenta el país. En 1996, el área de cafetales era de 161,971 hectáreas¹³, lo cual representa el 11.8 por ciento del área cultivable del país. Esta cifra también indica que, a partir de 1988, ha habido una reducción del 13.8 por ciento del área dedicada al cultivo del café.

El cultivo de la caña de azúcar no fue la excepción, a los eventos relacionados con el cambio climático. A pesar de que el área cultivada se había incrementado en un 5 por ciento, la cosecha de 1998-1999 arrojó una producción de caña 7 por ciento menor que la de los años anteriores, debido a condiciones climáticas adversas. Las lluvias tempraneras redujeron el contenido de azúcar y, en noviembre, el huracán Mitch destruyó muchos cañales listos para ser rozados. Los bajos precios del azúcar también perjudican el valor del segundo producto más importante de exportación. Al igual que en la industria del café, muchos productores argumentan que ya no pueden seguir pagando los altos costos en que incurren por mantener esos cultivos y que están considerando abandonarlos por otras actividades más rentables. Tanto los caficultores como los cañeros piden subsidios al gobierno para reactivar sus respectivas industrias

El Cuadro 6 muestra cómo estos factores han contribuido a los cambios sustanciales registrados en las exportaciones. La contribución de los bienes tradicionales, principalmente el café, el azúcar y los camarones, se redujo, pasando del 45 por ciento, en 1990, al 25 por ciento, en 1997. Esto, en parte, refleja la alta tasa de crecimiento de las plantas maquiladoras. Esta nueva industria, caracterizada por

11. W. Chislett, *op. cit.*

12. EIU Country Report, 3rd quarter 1999.

13. Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café, PROCAFE 1996.

su intensidad de la mano de obra, está conformada sobre todo por compañías extranjeras, dedicadas a la fabricación de textiles y ropa. Toda su producción es enviada fuera de Centroamérica libre de impuestos, por períodos renovables de diez años,

gracias a una concesión. Hoy en día, en El Salvador existen seis zonas francas, a saber, San Bartolo, El Pedregal, American Park, San Marcos, El Progreso y Exportsalva y tres más están en construcción.

Cuadro 6
Valor de las exportaciones (en millones de dólares)¹⁴

Productos	1988	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1997	1998	1999
Café	358.0	259.0	201.0	151.0	235.0	271.0	361.0	518.0	325.0	247.0
Azúcar	19.0	20.0	31.0	44.0	34.0	27.0	38.0	56.0	66.0	46.0
Camarones	16.0	14.0	16.0	20.0	26.0	23.0	26.0	30.0	33.0	25.0
Algodón	2.0	0.8	1.0	0.7	1.0	—	—	—	—	—
Productos no-tradicionales*	215.0	285.0	265.0	380.0	446.0	496.0	579.0	755.0	836.0	848.0
Maquila **	—	—	204.0	197.0	290.0	431.0	646.0	1,056.0	1,189.0	1,333.0
<i>Total</i>	<i>610.0</i>	<i>578.8</i>	<i>718.0</i>	<i>792.7</i>	<i>1,032.0</i>	<i>1,248.0</i>	<i>1,650.0</i>	<i>2,415.0</i>	<i>2,452.0</i>	<i>2,500.0</i>

* Esta categoría incluye plantas ornamentales, frutas, vegetales y artesanías.

** La contribución neta a la balanza de pagos es considerablemente menor, debido a los altos costos de los bienes de importación que requiere. Por ejemplo, en 1997, las importaciones para la maquila sumaron 766 millones de dólares y arrojaron un balance neto de 290 millones de dólares.

A medida que El Salvador diversifica sus exportaciones de su tradicional dependencia de los bienes tradicionales, los cuales reemplaza por otros productos manufacturados localmente, la estructura de las importaciones ha ido cambiando

con los años. El Cuadro 7 muestra que la industria de la maquila y la pequeña industria manufacturera importa, en la práctica, todos los insumos requeridos para sus productos.

Cuadro 7
Estructura de las importaciones (en porcentajes)

Bienes	1985	1990	1997
Bienes de consumo	27	31	25
Bienes de capital	16	19	20
Bienes intermedarios	57	50	35
Importaciones para la maquila			20

El Salvador ha hecho un sustancial progreso político y económico. Sin embargo, en los dos últimos años, la disminución de sus exportaciones

junto con el creciente incremento de sus importaciones han alimentado un creciente déficit en la balanza de pagos.

14. W. Chislett, *op. cit.*

Cuadro 8
Balance entre exportaciones e importaciones (en millones de dólares)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Exportaciones	1,252	1,651	1,787	2,414	2,452	2,500
Importaciones	2,574	3,352	3,223	3,739	3,962	4,084
<i>Balance</i>	-1,322	-1,701	-1,436	-1,325	-1,510	-1,584

El dinero proveniente del proceso de privatización de entidades estatales, la ayuda internacional y las remesas han permitido al país cubrir sus necesidades financieras y mantener la moneda estable con respecto al dólar; sin embargo, con la mayoría de los bienes estatales más importantes privatizados y la posibilidad de que las remesas comiencen a disminuir, el gobierno necesita revitalizar su estrategia, orientada hacia las exportaciones.

1.5. Vulnerabilidad al cambio climático

Debido al cambio climático, El Salvador podría experimentar dificultades en sus ecosistemas, en su sector agrícola, en el agua, el nivel del mar y la salud. De acuerdo con las proyecciones de los modelos climáticos aplicados al país, habría un claro incremento en la temperatura de cada uno de los meses, sin cambios en la estructura de los patrones de la variación anual¹⁵. El cambio climático proyectado para el país indica un incremento de la temperatura, que varía entre 0.8°C y 1.1°C, en el año 2020, hasta 2.5°C y 3.7°C, en el 2100¹⁶. Este cambio afectará adversamente al bosque muy húmedo montano bajo, el cual puede reducirse en un 3 por ciento con un incremento de 3.5 °C. Las plantaciones de café podrían no resultar afectadas con este cambio de la temperatura, pero sí lo serán por los cambios pronosticados en la precipitación.

Los resultados para la precipitación indicados en las proyecciones del modelo climático, aplicada a El Salvador, muestran aspectos muy impor-

tantes en los patrones de precipitación. En efecto, aparece una intensificación de la canícula (de julio a septiembre). Este hecho podría tener implicaciones en diferentes sectores relacionados con la producción de alimentos o el uso del recurso agua. Dada la presencia del fenómeno El Niño durante las últimas décadas, los efectos de la sequía se han estudiado muy de cerca durante los últimos años en el país¹⁷. De acuerdo a una evaluación rápida de los posibles impactos del cambio climático sobre la zona costera¹⁸, una prevaleciente situación de sequía podría provocar una caída en la producción agrícola, la cual significaría pérdidas en la producción de maíz. Estas podrían alcanzar los 3.1 millones de dólares, en el año 2025.

Cambios en la productividad de las cosechas, en un país como El Salvador, empeorarían las condiciones actuales de desnutrición, educación y pobreza. La reducción en la producción de granos básicos conlleva una notoria reducción de empleo y un aumento en los precios. Esta situación eleva los niveles de pobreza y la carencia de satisfacción de las necesidades básicas. Los cambios negativos en la dieta diaria influyen mucho en la mortalidad, la morbilidad y la esperanza de vida de la población.

La probabilidad de la subida del nivel del mar sería el efecto más negativo para la zona costera, debido a la pérdida de áreas destinadas a la actividad agropecuaria, a asentamientos humanos y a infraestructura productiva y turística. De acuerdo a estimados hechos en la zona costera salvadoreña¹⁹

15. Centella, *op. cit.*

16. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *First National Communication on Climate Change*. Republic of El Salvador, 2000.

17. Molina, *La canícula. Patrones de comportamiento para El Salvador en base al análisis de datos diarios de precipitación para el período 1985-1997*.

18. M. Monterrosa de Tobar, *Evaluación de los impactos del cambio climático en el sector agropecuario de la zona costera de El Salvador*. Proyecto GEF/ELS/97/G32, Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático, Reporte Técnico, 1999.

19. *Ibid.*

y a los escenarios climáticos globales, ésta estaría expuesta, en los próximos cien años, a perder un área que podría abarcar desde un 10 por ciento del total del área estudiada (149.1 km²), con una elevación de 13 cm, en la mejor situación, hasta un 27.6 por ciento (400.7 km²), con una elevación de 1.1 m, en el peor de los casos. Además de la reducción del área dedicada a la actividad agropecuaria, se podría esperar intrusión salina en los mantos acuíferos de la costa y la contaminación de los pozos.

La población salvadoreña se ha estado exponiendo cada vez más frecuentemente a eventos climáticos extremos, tales como las inundaciones, las lluvias intensas de corta duración, las sequías, las canículas y la alta variabilidad climática. Estos eventos relacionados con el cambio climático están precipitando las condiciones idóneas para el desarrollo de epidemias de enfermedades infecciosas. Las lluvias intensas, por ejemplo, dejan agua estancada que se vuelve criadero de zancudos y de otros insectos, sacan a ratas y otros roedores de sus madrigueras y contamina las fuentes de agua

potable²⁰. En los últimos años, el número de casos de dengue se ha incrementado en El Salvador, casos de Leptospirosis se han estado registrando continuamente y los casos de cólera y de enfermedades intestinales infecciosas, debidas a la carencia de agua potable, se están convirtiendo en un problema muy serio (Cuadro 9).

Además, debido a la severa contaminación del aire, en particular en San Salvador y en sus áreas circunvecinas, el número de casos de enfermedades respiratorias continúa. El rápido aumento del número de vehículos, el cual prácticamente se duplicó, entre 1990 y 1994, y su continuo crecimiento a una tasa del 14 por ciento anual y la política de precios de los combustibles, que favorecen el uso del diesel, han contribuido a producir un promedio de concentraciones de partículas suspendidas de 50 microgramos por metro cúbico, mayor que los estándares establecidos por la Organización Mundial de la Salud. Ante estos datos, San Salvador se ha ganado la distinción de ser la ciudad capital más contaminada de Centroamérica.

Cuadro 9
Principales enfermedades transmitidas por vectores e infecciosas
reportadas en El Salvador
Tasa por 100,000²¹

Enfermedad	1995	1996	1997	1998	1999
Dengue	112.63	12.94	7.32	31.47	7.67
Leptospirosis	n/d	0.02	n/d	0.43	0.65
Cólera	73.54	3.39	n/a	0.13	2.55
Infecciones respiratorias agudas	15,857.01	15,496.60	21,539.55	22,057.36	26,125.54
Infecciones intestinales	3,450.69	3,420.54	4,277.24	4,439.78	4,443.78
Conjuntivitis hemorrágica	114.39	1.85	n/a	170.86	9.38

2. Propensión a contribuir a la concentración global de GEI

En los siguientes cuadros se muestra que el suministro de energía de El Salvador ha dependido de fuentes de energía renovable y de las importaciones de petróleo y sus derivados. Como resultado de los cambios sociales y económicos ocurridos en el país, la demanda de los combustibles fósiles está aumentando y, por lo tanto, su contribución a la concentración global de gases de efecto de invernadero (GEI).

La generación de electricidad en El Salvador durante las décadas de los setenta y los ochenta dependió principalmente de sus recursos hidráulicos y geotérmicos; sin embargo, desde el inicio de la última década, la generación termoeléctrica comenzó a tener una importante participación. Si consideramos la siempre creciente demanda de

20. P. Epstein, *Climate Change: The Health and Economic Consequences of Extreme Weather Events*, Center for Health and the Global Environment Harvard Medical School, 1999.

21. Unidad de Epidemiología, Ministerio de Salud de El Salvador, 1999.

energía eléctrica, la insuficiente capacidad instalada de plantas hidroeléctricas y geotérmicas y la privatización del sector eléctrico, que el país experimenta, es de esperar que esta tendencia continuará. Es importante notar también cómo la contribución termoeléctrica ha cambiado, dependiendo de los eventos climáticos. El Cuadro 10 muestra que, en 1980, la participación termoeléctrica fue de alrededor del 7 por ciento. Sin embargo, en 1995, cuando

una severa sequía afectó al país, su contribución se incrementó al 63.5 por ciento. Obviamente, las emisiones de CO₂ asociadas a este consumo de combustible cambiaron de 0.078 a 1.384 millones de toneladas (Cuadro 11). Un indicador de la participación de las plantas térmicas en la generación de electricidad en el país se refleja en el índice intensidad de carbono. Este parámetro relaciona los kg de CO₂ emitidos por MWh de electricidad generada.

Cuadro 10
Generación de electricidad (TWh)²²

Fuente de energía	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1996
	0.66	1.06	1.58	1.80	2.30	3.38	3.45
Petróleo	0.18	0.52	0.11	0.15	0.17	1.41	0.92
Renovables	0.48	0.54	1.47	1.65	2.12	1.97	2.54

Cuadro 11
Emisiones CO₂ por generación de electricidad (10³ Ton)*

Fuente de energía	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1996
	172	554	78	142	166	1,384	888
Oil	172	554	78	142	166	1,384	888

* Estimación propia basada en factores de emisión del IPCC.

Cuadro 12
Intensidad de carbono (kg CO₂/MWh)*

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1996
Generación termoeléctrica	953.5	1,065.5	709.0	943.4	978.1	981.6	965.0
Generación total	260.1	522.7	49.4	78.6	72.6	409.5	256.0

* Estimación propia basada en factores de emisión del IPCC.

En el Cuadro 13 se observa que el sector residencial ha sido históricamente el mayor consumidor de energía en el país; sin embargo, su alto consumo energético se debe sobre todo a la forma deficiente con que es utilizado su principal recurso

energético, a saber, la leña. La leña se utiliza, por lo general, en estufas de fuego abierto, aprovechando sólo entre un 6 y 7 por ciento de su energía. El uso intensivo de este recurso renovable, no sólo en este sector, sino también en el sector indus-

22. CEL. *Balance energético de El Salvador*. San Salvador, años 1970 a 1996.

trial, ha contribuido a la alta tasa de deforestación en el país. Después de la leña, las otras fuentes de energía del sector son la electricidad, los gases licuados de petróleo GLP (mezcla de propano y butano) y el kerosene. Considerando la expansión de las áreas urbanas y la creciente escasez de la leña, los gases licuados de petróleo están siendo cada vez más utilizados. Basados en esa tendencia, se estima que las emisiones de gases de efecto de invernadero, en este sector, tenderán a aumentar. El kerosene se usa sobre todo en el área rural para iluminación. Sólo si se logra la expansión de la red eléctrica o el uso de energía solar para este propósito, se podría esperar que el uso de este combustible tendiera a reducirse (Cuadros 16 y 18).

La industria manufacturera salvadoreña ha sido pequeña y considerando las políticas de promoción del libre mercado, ésta tiende a reducirse aún más. La mayoría de las industrias manufactureras

locales, tales como el tabaco, las sodas, las bebidas alcohólicas, el calzado, los textiles, los productos alimenticios, los productos de papel y la química están disminuyendo sus producciones. Las únicas actividades industriales que están experimentando un modesto crecimiento son las asociadas con la transformación de los productos agrícolas; en particular, el azúcar y el café.

Las principales fuentes de energía para la actividad agroindustrial son el aceite combustible No. 6 (búnker), diesel, leña y residuos agrícolas. El búnker y el diesel son usados sobre todo con el propósito de calentamiento, en diferentes procesos industriales. La leña es especialmente utilizada en la industria artesanal, como la producción de cal a pequeña escala, la fabricación de ladrillo de barro y las panaderías. Los residuos agrícolas, sobre todo el bagazo, son utilizados en la industria de la caña de azúcar (Cuadros 13 y 14).

Cuadro 13
Consumo de Energía Sectorial (kTEP)²³

Sectores	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1996
	1,545	1,940	2,041	2,194	1,972	2,838	3,106
Industria	203	348	358	342	475	649	651
Transporte	185	265	298	348	449	746	751
Residencial	1,121	1,291	1,365	1,476	1,025	1,426	1,685
Terciario (otros)	36	38	20	28	24	17	19

kTEP = 1.000 Tonelada Equivalente de Petróleo.

A partir de 1992, el consumo de energía en el sector transporte se ha incrementado dramáticamente. Considerando su total dependencia de los combustibles fósiles, este sector es considerado como el mayor emisor de gases de efecto invernadero. Esta relación directa entre emisiones y consumo de combustibles fósiles se cuantifica usando el índice de intensidad del carbón (Cuadros 18 y 19). La cantidad de vehículos ha aumentado, pasando de alrededor de 297,000, en 1995, a 440,019, en

1998. Esto representa un incremento anual del 14 por ciento²⁴. A menos que se promuevan políticas y prácticas de transporte sostenible, la quema de combustibles fósiles, en este sector, no sólo contribuirá con los efectos adversos del cambio climático, sino que también acentuará la contaminación atmosférica, en los centros urbanos. Altos niveles de concentración de partículas, presencia de toxinas, óxidos de azufre y nitrógeno y disminución de los niveles de oxígeno han sido registrados²⁵.

23. *Ibid.*

24. M. Simpson, *Appropriate Technology. A Case Study*. The International Capacity Building Project Canadian Environmental Network, 1999.

25. *Diario El Mundo*, El Salvador, 9 de febrero de 2000.

Cuadro 14
Consumo energía sector industria (kTEP)²⁶

Fuentes de energía	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1996
	203	348	358	342	475	649	651
Petróleo	73	129	154	106	135	260	201
Carbón	0.24	0.42	0.59	0.30	0.14	0.36	0.40
Electricidad	21	35	51	47	54	75	76
Renovables	109	183	152	189	286	314	374

Cuadro 15
Consumo energía sector transporte (kTEP)²⁷

Fuente de energía	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1996
	185	265	298	348	449	746	751
Petróleo	185	265	298	348	449	746	751

Cuadro 16
Consumo energía sector residencial (kTEP)²⁸

Fuentes de energía	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1996
	1,121	1,291	1,365	1,476	1,025	1,426	1,685
Petróleo	43	39	53	52	60	112	115
Electricidad	20	32	48	59	80	129	134
Renovables	1,058	1,220	1,264	1,364	885	1,185	1,435

El sector terciario incluye aquellas actividades asociadas al comercio y a los servicios. Es importante mencionar que su consumo de electricidad, debido a la estructura del balance de energía, ha

sido incluido en el sector residencial. Los combustibles más importantes en este sector son gases licuados de petróleo y diesel.

Cuadro 17
Consumo energía sector terciario (kTEP)²⁹

Fuente de energía	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1996
	36	38	20	28	24	17	19
Petróleo	36	38	20	28	24	17	19

Cuadro 18
Emisiones CO₂ (10³ Ton)*

Sectores	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1996
	1,029	1,435	1,594	1,614	2,010	2,980	3,221
Industria	236	418	497	344	432	794	641
Transporte	550	790	889	1,041	1,345	1,817	2,235
Residencial	133	112	146	142	157	298	285
Terciario (otros)	110	115	61	86	75	71	59

* Estimación propia basada en factores de emisión del IPCC.

26. CEL, *op. cit.*

27. *Ibíd.*

28. *Ibíd.*

29. *Ibíd.*

Cuadro 19
Intensidad de carbono (Ton CO₂/TEP)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1996
	0.67	0.74	0.78	0.74	1.02	1.05	1.04
Industria	1.16	1.20	1.39	1.01	0.91	1.22	0.99
Transporte	2.98	2.98	2.99	2.99	3.00	2.44	2.98
Residencial	0.12	0.09	0.11	0.10	0.15	0.21	0.17
Terciario (otros)	3.08	3.06	3.06	3.08	3.17	4.14	3.09

* Estimación propia basada en factores de emisión del IPCC.

El Cuadro 20 resume los indicadores económicos, energéticos y ambientales que permitirán identificar la situación y la responsabilidad de El

Salvador en una dimensión más justa, en el contexto del cambio climático mundial.

Cuadro 20
Principales indicadores energéticos relacionados con las emisiones de CO₂

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1996
Kg EP/per cápita (consumo energía final)	429.4	471.0	445.2	460.9	386.5	501.5	536.0
Kg CO ₂ /per cápita (debido al consumo energía final)	286.0	348.3	347.7	339.1	394.0	526.6	556.6
PIB/per cápita (US\$ 1990)	1,108.3	1,014.1	954.8	963.2	939.5	1,141.0	1,173.8
TEP/1000 US\$ PIB	0.387	0.464	0.466	0.478	0.411	0.481	0.457
Ton CO ₂ /1000 US\$ PIB	0.258	0.343	0.364	0.352	0.419	0.526	0.474
Generación eléctrica/ per cápita (KWh/ per cápita.)	184.0	257.0	344.4	378.2	450.0	600.6	597.0
kTon CO ₂ (Consumo energía final + generación eléctrica)	1,200.9	1,989.0	1,671.8	1,755.5	2,176.4	4,364.2	4,108.3

Considerando 1990 como año de referencia, puede observarse cómo el índice kilogramo equivalente de petróleo per cápita (kg EP/per cápita) se ha incrementado en relación directa con el crecimiento del PIB per cápita. A medida que el ingreso de la población aumenta, mejores condiciones de vida se reflejan en el índice kg CO₂/habi-

tante. Esto indica la actual tendencia a incrementar las emisiones de CO₂, debido al uso de combustible fósil, en todos los sectores. Otro parámetro importante es la generación electricidad/per cápita, la cual ha experimentado un incremento, al pasar de 184, en 1970, a 601 kWh/per cápita, en 1995, indicando un uso más intenso de la electricidad.

Considerando el crecimiento económico y poblacional de El Salvador y los servicios asociados que esto demanda, la única posibilidad es que las emisiones de CO₂ aumenten. A medida que más plantas termoeléctricas sean instaladas en el país y los sectores transporte, residencial e industrial demanden más combustible, el índice kTon CO₂, debido al consumo de energía final y generación eléctrica, irá en aumento.

3. Áreas prioritarias del desarrollo nacional y su interacción con el cambio climático

El programa de gobierno de 1999-2004, denominado "La nueva alianza"³⁰, está conformado por cuatro alianzas: la del trabajo, la de la seguridad, la de la solidaria y la del futuro. Esta última tiene como objetivo "asegurar que las futuras generaciones tengan un desarrollo sostenible, aumentando el bienestar social y promoviendo el desarrollo de una economía competitiva en armonía con el medio ambiente". Aunque no fueron concebidas para contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático, la alianza para el futuro establece las siguientes líneas estratégicas:

- Crear conciencia en la población de la importancia del uso racional y de la conservación de los recursos naturales, lo cual evitará indirectamente las emisiones de GEI.
- Crear incentivos que favorezcan procesos de reconversión industrial, que logren reducir el impacto de los procesos productivos en el medio ambiente. Estos incluyen programas de eficiencia energética, tratamiento de aguas residuales, control de emisiones, programas de reciclaje, uso de combustibles más limpios, etc.
- Manejo integral de los desechos sólidos, a través de una política nacional de manejo de desechos sólidos, fomentando la investigación, el desarrollo y la adaptación de tecnología apropiada para el reciclaje y aprovechamiento de los desechos sólidos.
- Apoyar el desarrollo integral y sostenible de las principales cuencas hidrográficas.
- Proteger las reservas forestales y los parques nacionales y extender las zonas de veda.

- Conservar la biodiversidad que representan los ecosistemas de los bosques nebulosos, morrales, bosques de bálsamo, bosques de tierras medias y otros.
- Reducir el consumo de leña, promoviendo en las zonas rurales el uso de hornillas eficientes, así como el uso de combustibles sustitutos de la leña.
- Mejorar la infraestructura del Gran San Salvador y el sistema de transporte público para disminuir el congestionamiento, teniendo en consideración que el sector transporte es el mayor emisor de GEI.
- Fortalecer la capacidad de ordenamiento territorial del Gran San Salvador. Esta acción reduciría la presión que con el proceso de urbanización descontrolada se ejerce sobre los recursos naturales, especialmente el cambio del uso del suelo.

Las cuatro alianzas necesitan ser sostenidas por una sólida estabilidad económica, para lo cual es imperativo crear oportunidades de empleo y reducción de la pobreza. Si se mejoran las condiciones económicas y sociales, se ejercerá una menor presión sobre los recursos naturales. Además, con la voluntad de contribuir al esfuerzo mundial para mitigar el efecto del cambio climático y la disminución de la capa de ozono, El Salvador es signatario de las siguientes convenciones: biodiversidad (ratificada en mayo de 1994), cambio climático (ratificada en diciembre de 1995), Protocolo de Kyoto (noviembre de 1998) y Protocolo de Montreal (octubre de 1992)³¹.

4. Instituciones orientadas al clima

Uno de los principales problemas que El Salvador enfrenta es la degradación de sus sistemas ecológicos. Altas tasas de deforestación, mal uso de los suelos, manejo inapropiado de los desechos sólidos y efluentes, contaminación del aire, quema intencional de los desechos agrícolas, suministro adecuado de agua potable, etc., son algunos de los problemas ambientales que demandan una pronta solución. En los últimos años, estos problemas han sido abordados a través de diferentes iniciativas y

30. *La nueva alianza. Programa de gobierno del Presidente Francisco Flores*. San Salvador, 1999.

31. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), *Micro Noticias de la Integración Ambiental*. Agosto, 1998.

proyectos, pero la evaluación del impacto de los mismos indica que los logros han sido mucho menores que sus objetivos. Además, esos proyectos de recuperación ambiental fueron desarrollados sin considerar la contribución al cambio climático que podrían tener.

En la actualidad, existen diversas instituciones, públicas y privadas, que contribuyen a crear conciencia sobre la problemática del cambio climático. Entre las instituciones del sector público están el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Iempa (CEL), el Ministerio de Salud Pública y el Viceministerio de Transporte, entre otros.

El Fondo Iniciativa para las Américas El Salvador (FIAES) y el Fondo Ambiental de El Salvador (FONAES) son dos entidades creadas a raíz de la iniciativa "Canje de deuda por medio ambiente" con los gobiernos de Estados Unidos y Canadá. Desde 1994, estas dos instituciones han estado financiando proyectos, ejecutados por organizaciones no gubernamentales, de desarrollo comunitario o vinculados con asociaciones e instituciones educativas, todos ellos orientados a revertir el grado de degradación de los recursos naturales de El Salvador.

Organizaciones no gubernamentales como Salvanatura, la Unidad Ecológica Salvadoreña (UNES), el Centro Salvadoreño de Tecnología Apropiaada (CESTA), la Asociación de Biólogos de El Salvador (ASOBIODES) y otras, han jugado un importante papel en la creación de conciencia en la población salvadoreña sobre temas relacionados con el cambio climático.

Además, la Universidad de El Salvador (UES) y la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" (UCA) han tenido importante participación en los estudios relacionados con el cambio climático. Por ejemplo, la primera participó muy activamente en el estudio de los escenarios climáticos y la otra elaboró el inventario nacional de gases de efecto de invernadero (GEI), un estudio sobre las opciones de mitigación de estos gases en el sector energético e inició un estudio sobre el efecto del cambio climático en los ecosistemas, las plantaciones de café y la salud pública.

5. Cuantificación de las emisiones actuales y su tendencia

La cuantificación de las emisiones actuales y futuras de gases de efecto invernadero se basa en dos estudios, a saber, el inventario nacional de dichos gases³² y las opciones de mitigación de los mismos, en el sector energético³³.

Cuadro 21
Emisión anual neta de GEI en El Salvador
Año base 1994³⁴

Sector	Emisión anual neta (kTon)*				
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x
Sectores	8,644.94	148.50	13.21	512.66	34.02
1. Energía	4,224.18	18.09	0.52	437.48	31.03
2. Procesos industriales	490.12				
3. Agricultura		88.14	12.69	70.65	2.86
4. Cambio en el uso del suelo y silvicultura	3,930.64	0.52	3.6x10 ⁻³	4.53	0.13
5. Desechos		41.75			

*kTon = 1,000 Ton.

- 32. Proyecto Comunicación Nacional de Cambio Climático, *Inventario nacional de gases de efecto invernadero, El Salvador 1994*. PNUD/GEF/MARN/ELS/97/G32. San Salvador, 1998.
- 33. Proyecto Comunicación Nacional de Cambio Climático, *Estudio de opciones de mitigación de gases de efecto invernadero en el sistema energético de El Salvador*. PNUD/GEF/MARN/ELS/97/G32. San Salvador, 1999.
- 34. IPCC. 1996. Vol. 1, 2 y 3.

Aun cuando los principales gases de efecto de invernadero son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), en este estudio se considera únicamente la tendencia del CO_2 . Tal como se puede observar, los principales sectores que contribuyen a las emisiones de CO_2 son los de energía y el cambio del uso del suelo y silvicultura. En el sector energía se contabilizan las emisiones asociadas a la producción, conversión, distribución y uso final de energéticos como los combustibles fósiles y la electricidad. El cambio del uso del suelo y silvicultura evalúa el flujo de gases de efecto de invernadero proveniente de actividades como la deforestación, la plantación de bosques y la quema de la vegetación.

El estudio sobre las opciones de mitigación de estos gases, en el sector energético, fue elaborado de acuerdo a la metodología desarrollada por el Banco Mundial y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Aquí se estiman y comparan dos escenarios futuros de la posible evolución del sector energético. El escenario de referencia, también denominado *Business-as-Usual*, refleja la evolución previsible de acuerdo a la dinámica actual del sistema y sin impulsar acciones o políticas explícitas que reduzcan la emisión de gases. El escenario de mitigación, por el contrario, supone elegir un conjunto de acciones u opciones de mitigación del cambio climático, a fin de evaluar la conveniencia de promover su aplicación. Dado que el inventario nacional de gases de efecto invernadero se hizo para el año 1994, el año de referencia para este estudio es 1995.

La proyección del escenario de referencia consistió en prever la demanda energética total de los diferentes sectores económicos y sociales, pronosticar la generación de electricidad y la demanda de recursos energéticos asociados a este proceso, anticipar posibles sustituciones de combustibles y estimar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al sector. La información recopilada para establecer las principales pautas del escenario indicó lo siguiente: construcción de un gasoducto a través de la región centroamericana antes del año 2015, incremento de las centrales termoeléctricas, mayor uso de la energía solar, especialmente para propósitos de calentamiento de agua, mejoras en la eficiencia del uso final de la energía, no se esperan cambios en la estructura de los medios y modos de transporte, ningún desarrollo de futuras plantas hidroeléctricas y ningún desarrollo fu-

turo de la energía geotérmica después de completar las plantas en construcción.

Para hacer el pronóstico de la demanda total de energía y estimar las relativas emisiones de gases de efecto de invernadero, los sectores socioeconómicos fueron divididos en residencial, transporte, industria y otros. Este agrupamiento obedece a la desagregación presentada en el balance energético nacional que CEL preparaba anualmente. Dado que CEL ni ninguna otra institución han asumido esta responsabilidad, el último balance energético elaborado es el de 1996.

El modelo del sector residencial se basa en el crecimiento esperado de la población, la expansión de las áreas urbanas, las mejoras en la calidad de vida (incremento del PIB /per cápita), la participación cambiante de las fuentes energéticas del sector, por ejemplo, la leña está siendo sustituida gradualmente por gases licuados de petróleo y las mejoras en la eficiencia del uso final de la energía.

El análisis del sector transporte se basó en las siguientes premisas: mejoras en los estándares de eficiencia de los vehículos, construcción de nueva infraestructura, incremento del número de vehículos, sobre todo de carros usados, según el crecimiento poblacional, cambios importantes en el modo de transporte —en 1995, el 21 por ciento de la población de la capital viajaba en carro; de acuerdo al escenario de referencia, este porcentaje podría incrementarse al 71 por ciento—, aumento del uso del combustible diesel, tanto en el transporte de pasajeros como en el de carga y promoción del uso de gases licuados de petróleo.

La evolución de la demanda energética en la industria se ha asumido que dependerá del esperado crecimiento industrial, la renovación del equipamiento, la sustitución tecnológica de combustibles, los programas de conservación de energía y los de eficiencia energética

El sector terciario ha consumido menos energía final y es el menos relevante respecto a las emisiones. Para elaborar el pronóstico de la demanda de energía de este sector se han considerado las siguientes pautas: penetración del calentamiento de agua solar en los subsectores comercial y servicios, uso eficiente de la energía final y programas de conservación de energía

Como resultado de estas premisas, los cuadros 22 y 23 muestran las proyecciones de la demanda de energía por fuente y sector.

Cuadro 22
Demanda total de energía por fuente (kTEP)
Escenario de referencia

Fuentes de energía	1995		2005		2010		2020	
Petróleo	1,159.0	40.8%	1,773.4	49.5%	2,123.1	53.0%	3,272.2	61.8%
Carbón	0.4	0.0%	0.6	0.0%	0.7	0.0%	0.5	0.0%
Gas natural	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	56.1	1.1%
Electricidad	269.3	9.5%	386.6	10.8%	468.5	11.7%	686.2	13.0%
Renovable	1,409.6	49.7%	1,420.5	39.7%	1,412.9	35.3%	1,280.4	24.2%
Total	2,838.4	100.0%	3,581.2	100.0%	4,005.2	100.0%	5,295.4	100.0%

1 kTEP = 1,000 Tonelada Equivalente de Petróleo.

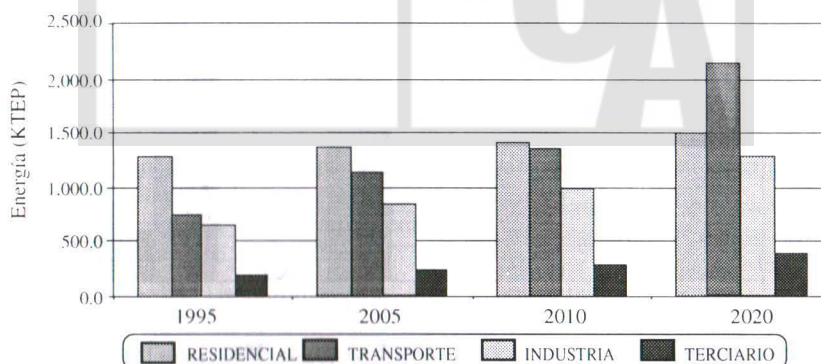
Cuadro 23
Demanda de energía por sectores (kTEP)
Escenario de referencia

Sectores	1995		2005		2010		2020	
Residencial	1,271.1	44.8%	1,353.7	37.8%	1,404.6	35.1%	1,510.2	28.5%
Transporte	745.6	26.2%	1,148.8	32.1%	1,349.2	33.7%	2,125.4	40.2%
Industrial	648.9	22.9%	846.7	23.6%	979.9	24.4%	1,279.7	24.3%
Otros	173.2	6.1%	232.1	6.5%	271.8	6.8%	372.1	7.0%
Total	2,838.5	100.0%	3,581.3	100.0%	4,005.5	100.0%	5,294.7	100.0%

Los resultados del escenario de referencia indican claramente que El Salvador se encamina hacia una mayor dependencia de los combustibles fósiles. Su participación se incrementará, al pasar de un 40.8 por ciento, en 1995, a un 61.8 por ciento, en el año 2020. En segundo lugar, el sector transporte experimentará la mayor demanda de energía. Se estima que entre 1995 y 2020, la demanda de combustibles fósiles aumentará en un 185 por ciento. En tercer

lugar, considerando que el gas licuado de petróleo sustituya la leña en el sector residencial, se espera un crecimiento en la demanda de energía de un 18.8 por ciento. Este gas es mucho más eficiente que la leña para transformarse en energía útil. Y, finalmente, la participación de la leña como fuente de energía experimentará una disminución del 14.5 por ciento, en el periodo de análisis. La Figura 3 ilustra la creciente demanda de energía, en cada sector.

Figura 3
Demanda de energía sectorial



El pronóstico de generación de energía eléctrica se ha hecho considerando la demanda eléctrica presentada en el Cuadro 24. En el escenario de referencia se ha considerado que, debido a las condiciones del nuevo marco regulatorio en el sector de energía eléctrica, las nuevas plantas eléctricas

que se instalen serán termoeléctricas. Estas quedarán diesel, aceite combustible No. 6 (búnker C), gas natural o carbón. El uso de energía renovable va a depender únicamente del plan de expansión de las plantas geotérmicas (Cuadro 25).

Cuadro 24
Pronóstico de demandas de energía eléctrica
Escenario de referencia

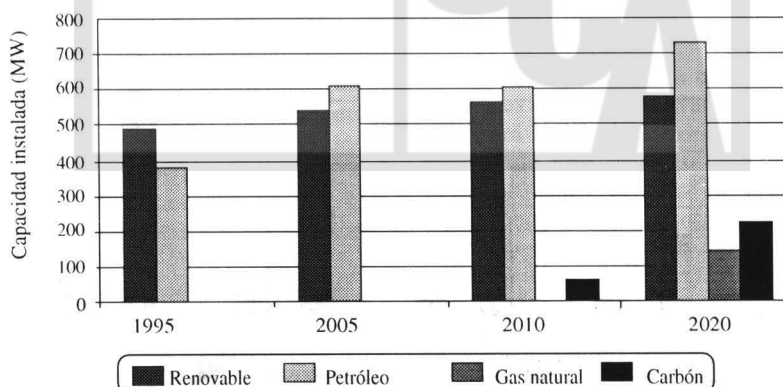
Año	Demanda de electricidad total (GWh)		Tasa de crecimiento (%)	
	Demanda	Déficit	Total	
1995	3,130.0	220.0	3,350.0	
2000	3,790.0	220.6	4,010.6	3.6
2005	4,490.0	261.3	4,751.3	3.4
2010	5,430.0	316.0	5,746.0	3.9
2015	6,690.0	389.4	7,079.4	4.3
2020	7,980.0	452.4	8,432.4	3.6

Cuadro 25
Evolución de la capacidad de plantas eléctricas instaladas (MW)

Fuentes de energía	1995	2005	2010	2020
Renovable	482.8	543.0	568.0	578.0
Petróleo	379.0	614.0	614.0	734.0
Gas	0.0	0.0	0.0	150.0
Carbón	0.0	0.0	60.0	220.0
<i>Total</i>	<i>861.8</i>	<i>1,157.0</i>	<i>1,242.0</i>	<i>1,682.0</i>

La Figura 4 muestra la evolución de la capacidad instalada de las fuentes de energía.

Figura 4
Capacidad de planta según fuente energética (escenario de referencia)



Considerando las principales características técnicas de las centrales eléctricas, tales como eficiencia, factor de carga, condiciones hidrológicas para centrales hidroeléctricas, etc., la generación eléctrica por fuente de energía se estimó según se muestra en el Cuadro 26.

Cuadro 26
Generación eléctrica (TWh)

Fuente de energía	1995	2005	2010	2020
Petróleo	1.41	2.26	2.65	3.33
Carbón	0.00	0.00	0.40	1.56
Gas	0.00	0.00	0.00	0.80
Renovables	1.97	2.49	2.69	2.74
<i>Total</i>	<i>3.38</i>	<i>4.75</i>	<i>5.75</i>	<i>8.43</i>

El Cuadro 27 resume las tendencias esperadas de las emisiones de CO₂, atribuibles al sector ener-

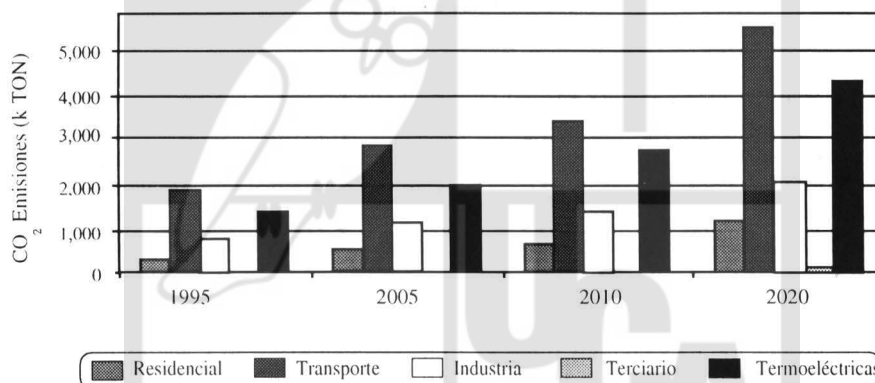
gía salvadoreño, de acuerdo a las premisas del escenario de referencia.

Cuadro 27
Emisiones de CO₂ por sector (k Ton)
Referencia de escenario

	1995	2005	2010	2020
Transporte	1,817	2,868	3,404	5,428
Centrales termoeléctricas	1,384	1,985	2,738	4,319
Industria	794	1,141	1,381	2,030
Residencial	298	524	692	1,183
Terciario	71	99	118	168
<i>Total</i>	<i>4,364</i>	<i>6,617</i>	<i>8,333</i>	<i>13,128</i>

La Figura 5 muestra las emisiones de CO₂ pronosticadas para el sector energía, en el escenario de referencia.

Figura 5
Emisiones de CO₂ en los sectores de energía, en el escenario de referencia



A diferencia del escenario de referencia, el de mitigación presupone el poner en práctica políticas y acciones que modifiquen las tendencias actuales de consumo y la introducción de tecnologías ambientales amigables para ayudar a mitigar las emisiones de los gases de efecto de invernadero.

En el sector residencial, las premisas son aumentar el uso de energía solar con sistemas fotovoltaicos, en las áreas rurales, mejorar el uso

eficiente de energía, acelerar el uso de gas licuado de petróleo como sustituto de leña, el kerosene y la electricidad, y mejorar en la eficiencia energética.

En el sector transporte se presuponen mejoras en los estándares de eficiencia de los vehículos, orientada hacia la reducción del consumo específico; cambios importantes en las políticas de transporte, modificando los modos del mismo; mayor uso de energía eléctrica, gas licuado de petróleo y gas natu-

ral comprimido (GNC); disminución de la participación de diesel y de gasolina, pasando del 93 al 78 por ciento, según lo prevé el escenario de referencia.

En el sector industrial se presupone la renovación de equipo, programas de conservación de energía y de eficiencia energética e introducción del gas natural.

Finalmente, en el sector terciario se asume un uso más intensivo de sistemas solares para calentar agua y mejoras en el uso eficiente de todas las fuentes de energía.

De acuerdo a estas consideraciones, los Cuadros 28 y 29 muestran los pronósticos de la demanda de energía total, según fuente y sector.

Cuadro 28
Demanda de energía total por fuente de energía (kTEP)
Escenario de mitigación

Fuente de energía	1995		2005		2010		2020	
Petróleo	1,159.0	40.8%	1,717.3	50.3%	1,983.1	53.4%	2,643.0	60.5%
Carbón	0.4	0.0%	0.6	0.0%	0.5	0.0%	0.5	0.0%
Gas natural	0.0	0.0%	14.7	0.4%	33.6	0.9%	95.5	2.2%
Electricidad	269.3	9.5%	407.0	11.9%	503.2	13.6%	756.4	17.3%
Renovable	1,409.6	49.7%	1,290.4	37.8%	1,191.2	32.1%	875.3	20.0%
<i>Total</i>	<i>2,838.4</i>	<i>100.0%</i>	<i>3,430.0</i>	<i>100.0%</i>	<i>3,718.3</i>	<i>100.0%</i>	<i>4,370.7</i>	<i>100.0%</i>

Cuadro 29
Demanda de energía por sector (kTEP)
Escenario de mitigación

Sectores	1995		2005		2010		2020	
Residencial	1,271.1	44.8%	1,238.6	36.1%	1,221.6	32.9%	1,146.2	26.2%
Transporte	745.6	26.3%	1,145.2	33.4%	1,331.0	35.8%	1,787.7	40.9%
Industria	648.9	22.9%	813.5	23.7%	892.8	24.0%	1,062.6	24.3%
Otros	173.2	6.1%	232.9	6.8%	273.0	7.3%	374.5	8.6%
<i>Total</i>	<i>2,838.8</i>	<i>100.0%</i>	<i>3,430.1</i>	<i>100.0%</i>	<i>3,718.4</i>	<i>100.0%</i>	<i>4,370.9</i>	<i>100.0%</i>

El escenario de mitigación ha sido construido a partir de los presupuestos siguientes: las tuberías de gas natural comenzarán a operar comercialmente en el año 2005, los recursos hidroeléctricos se incrementarán en 80 MW, en el 2010, los recursos geotérmicos se incrementarán, según el plan de expansión, las centrales termoeléctrica a vapor existentes cambiarán de aceite combustible No. 6 a gas natural, las nuevas plantas térmicas usarán aceite combustible No. 6, en ciclo combinado, y se convierten a gas natural en el 2005 —el factor de la

planta cuando se usa aceite combustible es del 30.4 por ciento y aumenta de manera notable cuando las unidades consumen gas natural, las plantas de motores de combustión interna que queman aceite combustible no cambiarán su tecnología, las turbinas de diesel se cambiarán a gas natural en el 2005 y las nuevas turbina de gas operarán con gas natural, y el carbón no es considerado como una fuente de energía, en el escenario de mitigación. El Cuadro 30 muestra el estimado de la generación de electricidad, según estos presupuestos.

Cuadro 30
Generación de electricidad por fuente de energía (kWh)
Escenario de mitigación

Fuente de energía	1995		2005		2010		2020	
Aceite combustible	1.41	41.7%	1.39	27.7%	1.10	17.7%	0.76	8.2%
Gas natural	0.00	0.0%	0.95	18.9%	2.05	33.2%	4.80	51.6%
Renovable	1.97	58.3%	2.67	53.4%	3.04	49.1%	3.74	40.2%
<i>Total</i>	<i>3.38</i>	<i>100.0%</i>	<i>5.01</i>	<i>100.0%</i>	<i>6.19</i>	<i>100.0%</i>	<i>9.30</i>	<i>100.0%</i>

El Cuadro 31 muestra las emisiones CO₂, por sector, en el escenario de mitigación.

Cuadro 31
Emisiones de CO₂ por sector (k Ton)
Escenario de mitigación

Sectores	1995	2005	2010	2020
Transporte	1,817	2,774	3,198	4,196
Plantas termoeléctricas	1,384	1,538	1,271	1,254
Industria	794	1,097	1,238	1,567
Residencial	298	542	718	1,240
Terciario	71	97	114	158
<i>Total</i>	<i>4,364</i>	<i>6,048</i>	<i>6,539</i>	<i>8,415</i>

El Cuadro 32 indica que las medidas de mitigación tienen un efecto positivo, logrando una tasa de crecimiento anual en el consumo de energía y emisiones totales por debajo del PIB y la tasa de crecimiento poblacional. La intensidad de la energía y el consumo de energía per cápita disminuyen con respecto a los valores correspondientes del escenario de referencia, lo cual indica una mejor eficiencia en el uso de la energía.

El inventario nacional de gases de efecto de invernadero muestra que en 1994 el sector agricultura produjo 88.14 kTon de metano (CH₄), 12.69 kTon de óxido nitroso (N₂O), 70.65 kTon de monóxido de carbono (CO) y 2.86 kTon de óxidos de nitrógeno (NOx). Las principales actividades productoras de gases de efecto de invernadero relacionadas a este sector son la fermentación entérica del ganado doméstico, el manejo del estiércol, la quema de sabanas y la quema de los residuos agrícolas y las emisiones de óxido nitroso

de los suelos agrícolas. La actividad ganadera en el país es muy pequeña. Se han identificado aproximadamente 65,000 ganaderos dedicados a actividades lecheras y no lecheras. La mayoría de ellos tienen, por lo general, menos de 20 cabezas de ganado, el cual es dejado pastorear libremente. Por lo tanto, no existe una práctica de manejo del estiércol. La quema de sabanas y de los residuos agrícolas, principalmente provenientes del cultivo de la caña de azúcar y del maíz, es otra práctica muy común en el país.

El sector agrícola está claramente dividido en dos economías: una de subsistencia, integrada por los propietarios de pequeñas parcelas, dedicadas al cultivo de maíz y frijol, y otra dedicada a las actividades agrícolas e industrias, relacionadas con el procesamiento del café y del azúcar. De acuerdo a los registros, el 62 por ciento de las parcelas tiene una extensión menor de 2 hectáreas³⁵. Este exceso de cultivo ha dejado poca tierra en su estado natu-

35. Reiche Carlos, "Economic and Institutional Analysis of Agroforestry Projects in El Salvador. Costs, Benefits, and Farmer Adoption of Agroforestry". Dean Current, Ernst Lutz, y Sara Scherr (ed.). CATIE/IFPRI/World Bank project Funded by UNDP, 1995.

Cuadro 32
Resumen de los indicadores energéticos y ambientales

Indicador	Año				Promedio de tasa anual
	1995	2005	2010	2020	
PIB (millones de colones desde 1990)	49,156.0	71,220.0	86,649.0	128,262.0	3.9%
Población (millones de habitantes)	5.699	6.996	7.687	9.054	1.9%
PIB per cápita (colones/hab.)	8,625.4	10,180.1	11,272.1	14,166.3	2.0%
Consumo de energía final (PJ)					
Escenario de referencia	118.8	149.9	167.7	219.3	2.5%
Escenario de mitigación	118.8	143.6	155.7	183.0	1.7%
Emisiones de CO ₂ (Gg)					
Escenario de referencia	4,364.2	6,617.1	8,333.3	12,992.9	4.5%
Escenario de mitigación	4,364.2	6,075.0	6,570.6	8,454.4	2.7%
Intensidad de energía (TJ/millones colones)					
Escenario de referencia	2.42	2.11	1.94	1.71	-1.4%
Escenario de mitigación	2.42	2.02	1.80	1.43	-2.1%
Consumo per cápita (TJ/hab)					
Escenario de referencia	0.021	0.021	0.022	0.024	0.6%
Escenario de mitigación	0.021	0.021	0.020	0.020	-0.1%
Emisiones de CO ₂ per cápita (Ton/hab)					
Escenario de referencia	0.77	0.95	1.08	1.44	2.5%
Escenario de mitigación	0.77	0.87	0.85	0.93	0.8%
Emisiones/ PIB (Gg/millones colones)					
Escenario de referencia	0.315	0.316	0.292	0.258	-0.8%
Escenario de mitigación	0.315	0.292	0.247	0.175	-2.3%
Emisiones de CO ₂ por unidad de energía (Gg/PJ)					
Escenario de referencia	36.7	44.1	49.7	59.2	1.9%
Escenario de mitigación	36.7	42.3	42.2	46.2	0.9%

ral. Una gran parte del recurso agrícola se ha empobrecido y el suelo es vulnerable a un deterioro mayor. El factor principal ha sido la tala irracional de árboles y el desnudamiento de extensas áreas forestales, lo cual eliminó la capa protectora y dejó la tierra expuesta a la erosión. La agricultura de subsistencia predomina en las áreas del norte del país, donde el 95 por ciento de la tierra cultivable se encuentra en laderas, cuya pendiente es superior al 30 por ciento. De acuerdo a Lindarte³⁶, la mayor producción agrícola se desarrolla en laderas afectadas por la erosión. El Cuadro 33 muestra, por ejemplo, que el 70 por ciento del cultivo del maíz se realiza en laderas. Además, un gran porcentaje de esta tierra posee suelo no apto para cultivos.

Cuadro 33
Porcentaje del área de cada cultivo realizado en laderas

Maíz	70
Maicillo	70
Frijoles	60
Pastos	80
Hortalizas	10
Frutales	80
Café	95

La erosión del suelo es tema de preocupación por su impacto en la productividad agrícola y los recursos hídricos, las presas, los recursos hidroeléctricos, las carreteras, los puentes y otras

36. E. Lindarte y C. Benito, "Supportability and Slope Agriculture in Central America. Technologic Change and Institutional Change". HCA, 1993.

infraestructuras. Los efectos locales sobre la productividad agrícola operan mediante dos vías, el lavado y la pérdida de los nutrientes del suelo superficial y la menor capacidad de las capas de suelo restantes para mantener la humedad. Cabe mencionar también que existe muy poca información sobre la magnitud de los efectos de la erosión del suelo debajo de las presas hidroeléctricas, pero se piensa que son sustanciales, al igual que sus efectos cuantificables al medio ambiente en general. Hay estudios que indican que entre un cuarto y un tercio del suelo para cultivo sufrirá tasas elevadas de erosión. En 1995, el Secretariado Ambiental (SEMA) estimó que las pérdidas de los granos básicos, debidas a la erosión del suelo oscilaban entre los 428 y los 709 millones de colones (50-80 millones de dólares) al año. Entrevistas con agricultores en 1997 muestran que un 37 por ciento esperaba un menor rendimiento de sus tierras, debido a la erosión del suelo. Sin embargo, las presiones sobre la tierra con vocación agrícola para alimentar y dar empleo a un gran porcentaje de la población salvadoreña ya son significativas. Estas presiones aumentan con el crecimiento de la población. La agricultura provee una cantidad sustancial de alimentos, donde los granos básicos, sobre todo el frijol y el maíz, constituyen la principal fuente de proteínas y calorías, en las áreas rurales.

El Salvador debe mantener su producción de alimentos, pero las reformas del mercado libre, impulsadas desde 1989, no han sacado a la agricultura de su estancamiento. La dependencia de la importación de alimentos, en particular de alimentos básicos, está aumentando para compensar el déficit de producción. El sector agricultura tiene que superar dos obstáculos importantes. Por un lado, debe enfrentarse con fenómenos impredecibles, relacionados con el cambio climático, tales como las inundaciones o las sequías y, por el otro lado, la carencia de oportunidades de crédito, debido a deudas que descalifican a los agricultores como sujetos de futuros préstamos. Esto lleva al sector a una espiral creciente de pérdidas, deudas

pendientes, necesidad de crédito para plantar y falta de acceso al sistema bancario privatizado.

El sector cambio en el uso del suelo y silvicultura incluye una gran variedad de actividades, que contribuyen al flujo de gases de efecto de invernadero. De acuerdo con el inventario nacional de gases de efecto de invernadero (año de referencia: 1994), las emisiones netas de CO₂ del sector ascendieron a 3,930.64 kTon. Estas emisiones provienen sobre todo de los cambios en los bosques y en otros *stocks* de biomasa (4,068.10 kTon), de la conversión de bosques y pastizales (581.24 kTon) y del abandono de tierras agrícolas (-718.70 kTon captura). La mayoría de bosque natural ya no existe y los restantes hábitats naturales están fragmentados. Desde 1880, la cobertura boscosa de El Salvador ha experimentado una disminución constante, causada por los cultivos de café, algodón, caña de azúcar y la ganadería. La carencia de un balance en los recursos naturales empeora por la destrucción de las zonas boscosas ante la necesidad de tierra para los asentamientos urbanos de una población en expansión, de la quema de leña para cocinar y de la obtención de madera para las construcciones. En la actualidad, los bosques solamente cubren el 1.5 por ciento del territorio³⁷ —uno de los niveles más bajos del mundo e inadecuado para mantener la estabilidad ecológica—. El 11.8 por ciento de estos bosques se plantó para proteger el café de sombra³⁸.

Según los balances nacionales de energía³⁹, la leña, históricamente, ha sido el combustible principal en El Salvador. El 99 por ciento de la población rural y un porcentaje indefinido en las ciudades usan leña como su única fuente de energía para cocinar. Su extracción es la actividad que más afecta los remanentes de madera. El consumo diario de leña por persona se estima en 3.1 kg por persona⁴⁰; pero, de acuerdo a estudios recientes, entre 1987-1991, el consumo diario se estimó a 2.12 kg de leña por persona⁴¹. Los Cuadros 34 y 35 muestran el déficit creciente y constante de leña en el país e indican el potencial de su producción en diferentes áreas forestales y la demanda esperada⁴².

37. Secretariat of the Environment (SEMA), *Plan de acción*. San Salvador, 1992.

38. Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café. PROCAFE, 1996.

39. CEL, *op. cit.*

40. USAID, *El Salvador. Perfil ambiental 1983*.

41. D. Current, M. Juárez, *Estado presente y futuro de la producción de leña en El Salvador*. CATIE, 1992.

42. FAO, *Situación actual de la generación de electricidad a partir de Biomasa en El Salvador*. <http://www.fao.org>.

Cuadro 34
Abastecimiento potencial de leña y valor energético (1987)

Áreas boscosas	Extensión Ha ¹	Extracción potencial m ³ /ha/año	Abastecimiento potencial m ³	Abastecimiento potencial Tons ^d	Equivalente energético kTEP ^e
Plantaciones de café	184,951	9.53	1,762,583	1,376,577	420.1
Manglares	45,008	12.64	568,001	443,609	135.5
Vegetación conífera	28,334	5.63	151,870	118,611	36.2
Vegetación latifoliada	251,790	26.8 ^a	1,686,993	1,317,542	401.9
Vegetación arbustiva	180,302	22.6 ^b	814,965	636,488	194.1
Matorrales	451,776	7.8 ^c	1,174,618	917,376	279.8
<i>Total</i>	<i>1,142,161</i>		<i>6,159,030</i>	<i>4,810,202</i>	<i>1,467.6</i>

k TEP = 1.000 Ton Equivalente de Petróleo.

a El 25% de los valores corresponden a la utilización potencial de leña.

b El volumen de extracción de la vegetación de arbustos supuestamente tendrá un valor del 20 por ciento del área ocupada, en un periodo de cinco años.

c El promedio de áreas no cosechadas y los arbustos tienen un valor respectivo de un tercio.

d Un estimado basado en la densidad de 0.7810Ton/m³ y 24.6% de humedad —estimado obtenido en laboratorios de CEL de muestras de leña secada—.

e Con un poder calorífico de 3.052 kcal/kg. 100 TEP = 1 Tcal.

f Los datos sobre los volúmenes de áreas potenciales de extracción son resultado de evaluar el follaje, usando análisis de imágenes de satélites.

Estos datos muestran la cantidad potencial de leña que seguramente se quemará, teniendo la vegetación latifoliada y las plantaciones de café como los mayores abastecedores, debido a su superficie y el nivel de extracción. Basados en los estu-

dios hechos por CEL, el siguiente cuadro muestra la tendencia de la demanda y del abastecimiento sostenible, como también el déficit de la leña por la sobreexplotación de este recurso natural.

Cuadro 35
Proyección del abastecimiento y la demanda anual de leña⁴³

Año	Abastecimiento sostenible		Demanda		Déficit de leña	
	Ton	kTEP	Ton	k TEP	Ton	k TEP
1995	2,465,372	752.4	3,718,763	1,135.0	(1,253,391)	(382.6)
1996	2,447,028	746.8	3,794,276	1,158.0	(1,347,245)	(411.2)
1997	2,426,894	740.7	3,872,792	1,182.0	(1,445,898)	(441.3)
1998	2,408,365	735.0	3,952,662	1,206.4	(1,544,297)	(471.4)
1999	2,388,776	729.1	4,033,152	1,230.9	(1,644,376)	(501.8)
2000	2,368,626	722.9	4,113,535	1,255.5	(1,744,909)	(532.6)

Esta tendencia de la demanda de leña para combustión y su déficit indican que este sector debe ser considerado con más detalle en el futuro,

debido a la relación entre la demanda y la escasez de este bien. De ahí que los programas y los proyectos forestales requieran de tiempo para propor-

43. CEL/BID. *Evaluation of the Firewood Resource Potential, Energy Demand in the Residential Sector, Urban and Rural Area*. San Salvador, 1987.

cionar leña o para plantear usos alternos, en relación con los diferentes roles del recurso dentro de la dinámica de los sectores económicos. Además, está la creencia común de las comunidades rurales y subrurales de que la leña es un bien gratuito y disponible para todos. Quien no tiene acceso a leña tiene "derecho", de acuerdo a este principio, a obtenerla de la propiedad de otro. Dado el uso indiscriminado de la leña, es necesario construir bases para un desarrollo sostenible. La acción comprende propuestas políticas, legales, institucionales, socio-culturales y económicas así como el recurso a técnicas que ayuden a desarrollar este recurso en el país.

En consecuencia, si la demanda de leña aumenta con el crecimiento de la población, entonces se puede asumir que la degradación de madera en el país será realidad de una forma más acelerada. También es importante señalar en la reciente propuesta para el sector forestal del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARN), en la Estrategia nacional de diversidad biológica 2000, expresa lo siguiente:

- Comenzar un programa extensivo e intensivo de investigación forestal. Su punto de enfoque debe ser los aspectos básicos para una efectiva, provechosa y apropiada producción para nuestro país. Debe incluir aspectos como inventario de especies y propiedades, crecimiento, el cuidado y administración de las plantaciones, mercado interno y externo, escalas económicas, subproductos, beneficios indirectos, plagas y enfermedades, propagación y usos tradicionales.
- Se necesita establecer incentivos para canalizar una reforestación extensiva durante un período de transición requerido. Así lograr el conocimiento, la experiencia, la credibilidad y la convicción necesaria para avanzar.
- Para establecer, consolidar y mantener el liderazgo del Estado en la investigación forestal y el desarrollo se requiere: un banco nacional de bosques (semillas y tejidos), administración de las reservas forestales, combatir incendios forestales y asistencia técnica, y la supervisión requerida para obtener la solidaridad implícita y el provecho de esta nueva orientación y dimensión de las actividades forestales en el país.
- Basarse en un plan de organización territorial para establecer claras y adecuadas reglas de pro-

piedad de larga duración; para el uso y manejo de las maderas naturales, las reservas forestales y las plantaciones de bosques en departamentos, municipalidades, comunidades, suelo privado e institucional, para incitar y garantizar las inversiones de estos sectores de la conservación y desarrollo forestal del país.

Considerando la preocupación del gobierno salvadoreño en la preservación de los recursos de los bosques, estas buenas propuestas deben pasar ahora a ser acciones concretas. Si esto no sucede, entonces, el daño a los recursos de los bosques empeorará, en el futuro inmediato.

6. Conclusiones

El indicador de *kg CO₂/habitante* evidencia que la fuente de energía en El Salvador ha sido determinada principalmente por sus recursos naturales: la hidroelectricidad, la geotermia, la leña, etc. Sin embargo, la superpoblación y la aculturación se asociaron a la emigración de por lo menos de 1.3 millones de salvadoreños a Estados Unidos y a las políticas neoliberales, dando como resultado que el gobierno abandonara su papel tradicional, en particular el que había desempeñado en el sector de energía. Esto, entre otras cosas, ha creado una dependencia de combustibles fósiles. Las regulaciones actuales en el sector de energía han interrumpido el desarrollo de proyectos hidroeléctricos y geotérmicos. El actual desarrollo insostenible del sector transporte, basado en los medios y los modos existentes se puede modificar sólo con la participación activa del Estado. Los cambios en la utilización del suelo en el sector no pueden convertirse en una realidad, a menos que el Estado participe de manera activa y cree incentivos y haga cumplir las leyes de protección del ambiente. El protocolo de Kyoto y su desarrollo común, es decir, la puesta en práctica de los mecanismos de limpieza ha desatado nuevas iniciativas, de modo que el país pudiera retomar las políticas para desarrollar los recursos naturales y su uso racional.

Esto sólo es posible si el protocolo de Kyoto es puesto en marcha. Varios países, sin embargo, están retrasando sus responsabilidades, al no ratificarlo aún. Si no es ratificado, el protocolo es ineficaz. En segundo lugar, el país debe estar listo para endosar los proyectos que reduzcan las emisiones de gases de efecto de invernadero, pues existe el riesgo de que algunas empresas consideren estos mecanismos como oportunidades para aumentar

sus ganancias más que como medios eficaces para reducir las emisiones de estos gases. Los sectores con un potencial más alto para poder utilizar estos mecanismos son transporte, generación de energía, cambio de la utilización del suelo y silvicultura. Las siguientes son las iniciativas domésticas que, debido a la incertidumbre alrededor de la puesta en práctica del protocolo de Kyoto, no se han puesto en marcha completamente.

La generación de energía eléctrica en El Salvador en pequeñas centrales hidroeléctricas data de 1891. La actual capacidad instalada es de aproximadamente 10 MW, distribuidos en catorce plantas hidroeléctricas. La última central hidroeléctrica construida es Sensunapán, la cual comenzó a operar a finales de 1998, con una capacidad instalada de 2.8 MW. Un inventario nacional de lugares donde se podrían instalar plantas hidroeléctricas pequeñas fue ejecutado por Söderberg⁴⁴. Los resultados se muestran en el Cuadro 36.

Cuadro 36
Inventario de pequeñas centrales hidroeléctricas

Zona geográfica	Número de proyectos evaluados	Poder máximo estimado (MW)	Producción de energía anual (GWh)
Occidental	25	17.0	112.0
Central	24	20.6	84.8
Oriental	9	24.2	89.9
<i>Total</i>	<i>58</i>	<i>61.8</i>	<i>286.7</i>

A pesar del potencial hidroeléctrico garantizado, este recurso no ha recibido la consideración necesaria, probablemente por la falta de ayuda financiera. Los mecanismos del protocolo de Kyoto, es decir, el mecanismo de desarrollo limpio y la implementación conjunta debería apoyar esta clase de plantas, puesto que reducirían los efectos del cambio climático. Las ventajas más importantes de estas plantas hidroeléctricas pequeñas son que, como su construcción debe adecuarse al lavabo hidrográfico del río que la rodea, mejora el área

del bosque, la colección de agua y la biodiversidad general de la región; evita la quema de combustible fósil, reduciendo las emisiones de gases de efecto de invernadero y reduce la importación de petróleo. La construcción de la pequeña planta hidroeléctrica de Nahuizalco ha demostrado que los ingenieros y técnicos locales pueden planificarlas, diseñarlas y construirlas. Si a esto se agregan fuentes de financiamiento y oportunidades de mercado, la producción de electricidad sería más barata⁴⁵. Tal como se ha demostrado, la demanda de la energía en El Salvador no puede provenir sólo de los recursos naturales. La construcción adicional de plantas termoeléctricas será necesaria. Sin embargo, con las nuevas regulaciones del sector, el desarrollo de esta clase de plantas ha quedado descartado.

El proceso de la caña de azúcar es una industria única. Es una industria que se abastece a sí misma de energía. Toda la energía que necesita en el proceso, en la forma de calor o de electricidad, puede ser obtenida quemando el residuo de la biomasa llamado bagazo. Además, si estos recursos energéticos renovables se queman de una forma eficiente en la caldera y si el vapor producido se utiliza con sabiduría, el molino de azúcar podría producir una cantidad adicional de electricidad, la cual podría ser vendida a la rejilla nacional. El Cuadro 37 muestra que la producción de la caña de azúcar ha aumentado de manera constante, a lo largo de la década pasada; obviamente, esta tendencia obedece a los precios del azúcar en el mercado internacional.

La caña de azúcar cosechada se procesa en diez ingenios, distribuidos a lo largo del país, durante la campaña de azúcar que va de noviembre a finales de marzo. Cuatro ingenios están considerando introducir modificaciones tecnológicas para aumentar su poder de producción y vender electricidad. Por ejemplo, la refinería de azúcar San Francisco (*San Francisco Sugar Mill*) está planificando construir una planta de cogeneración de 10 MW. La central eléctrica está pensada para utilizar el 90 por ciento del bagazo y 10 por ciento de petróleo combustible No. 6⁴⁶. Sin embargo, mientras el sector eléctrico no sea más competitivo, los

44. A. Söderberg. *Pequeñas centrales hidroeléctricas en El Salvador. Estudio conjunto CEL-UCA*, San Salvador, 1989-1991.

45. J. Costa. *Las PCH's en el nuevo marco legal, económico y ecológico de El Salvador*, San Salvador, 1999.

46. J. Rovira. *Case Study: Empresa Eléctrica del Norte, Sugarcane Bagasse-Fired Generation and Sugarmill Cogeneration Project*. El Salvador, 1999.

Cuadro 37
Producción de caña de azúcar
Campañas de azúcar de 1985-86 a 1997-98

Campañas de azúcar	Área cosechada (hectáreas)	Producción de caña de azúcar (toneladas métricas)	Rendimiento (Tm/ha)
1985/1986	38,579	3,117,446	80.81
1986/1987	41,060	2,895,101	70.51
1987/1988	33,757	2,297,189	68.05
1988/1989	28,865	2,082,086	72.13
1989/1990	31,870	2,672,342	83.85
1990/1991	38,230	3,256,918	85.19
1991/1992	42,144	3,820,818	90.66
1992/1993	44,939	3,548,191	78.96
1993/1994	46,826	3,238,749	69.17
1994/1995	46,407	3,184,678	68.63
1995/1996	46,127	3,161,652	68.54
1996/1997	53,936	4,793,582	88.88
1997/1998	70,629	5,055,496	71.58

proyectos de cogeneración tendrán que hacer frente a una fuerte competición por parte de las plantas termoeléctricas. La producción eléctrica con bagazo quemado sigue siendo más costosa que el nuevo y rápido desarrollo del gas natural o de las tecnologías eléctricas que queman diesel (los motores de combustión interna o las turbinas de gas). Además, el tiempo necesario para montar el molino en línea y la disponibilidad estacional del bagazo son una desventaja para la cogeneración respecto a las centrales eléctricas, a menudo disponibles en las unidades del conjunto, listas para ser instaladas y funcionar.

En este contexto, algunas medidas reguladoras específicas se deben diseñar para permitir que la cogeneración compita con las centrales eléctricas del combustible fósil. Los valores económicos adicionales de estos recursos energéticos, dadas las ventajas ambientales, debieran ser establecidos.

La mitad de la energía consumida en El Salvador proviene de la leña. El uso de este recurso renovable puede dar la impresión de que es una práctica en armonía con el ambiente. Sin embargo,

tal como se demuestra en este trabajo, el alto consumo de leña ha llegado a niveles insostenibles. Para reducir el consumo de leña se han desarrollado proyectos de construcción de estufas mejores para uso doméstico, para sustituir la leña por gas licuado de petróleo, en las industrias artesanales como las panaderías y la producción de cal, las pupuserías, y para la turbococina. Estos proyectos, de alguna forma, han reducido el consumo de leña. Los trabajos de campo de Vargas indican que, dependiendo del número de los miembros de la familia, las estufas mejoradas podrían reducir hasta un 27 por ciento el consumo de leña⁴⁷. Una innovación tecnológica salvadoreña, la turbococina, ha probado disminuir increíblemente el consumo de leña. La turbococina fue diseñada y patentada por el ingeniero René M. Núñez Suárez⁴⁸. En experimentos de laboratorio probó que la turbococina puede llevar 2 litros de agua a su punto de ebullición, en quince minutos, usando sólo 50 gramos de leña. Una estufa abierta consume 20 veces más leña, en el mismo experimento. Considerando la energía eléctrica para operar el ventilador pequeño de fuerza, este invento es la solución tecnológica para

47. C. Vargas, *Conservación de energía en el sector residencial. Proyecto desarrollo rural integral en San José Guayabal*. San Salvador, 1996.

48. R. Núñez Suárez, *La turbococina: una solución al consumo de leña en el área rural*. LoTemTec de El Salvador, 1999.

resolver el problema del alto consumo de leña ahí donde hay electricidad disponible.

No sólo la turbococina reduciría considerablemente el consumo de leña, sino que también contribuiría a la mitigación ambiental y a la creación de estilos de vida más dignos. Además, esto tendría ventajas colaterales: se daría más tiempo a los bosques para crecer y fortalecerse, preservando así la silvicultura y, de una manera indirecta, aumentaría la filtración de agua en la tierra y la reducción de pérdida de tierra, debida al lavado de las lluvias, y las familias podrían usar su tiempo con mayor eficacia ya que, en especial los niños, podrían sustituir la actividad de recolectar leña, que consume mucho tiempo, con otras actividades como el estudio, el tiempo libre o la familia.

Bibliografía

- Alfaro, N. "Lineamientos generales de estrategias energéticas para mitigar el cambio climático". Proyecto PNUD/ELS/97/G32, Primera Comunicación Nacional para el Cambio Climático, 1999.
- Bouille, D.; Sánchez, I.; González, L. y Schneider, H. "Análisis de las opciones de mitigación del sector energético de El Salvador, 1999". Proyecto GEF/ELS/97/G32, Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático, Reporte Técnico, 173 pp.
- Byrne H. *El Salvador's Civil War. A study of Revolution*. United Kingdom, 1996.
- CEL. *Balance energético nacional, series 1970-1996*. Gerencia de Planificación y Estudios, 1997.
- Centella, A. *et al.* "Escenarios de cambio climático para la evaluación de los impactos del cambio climático en El Salvador". Proyecto GEF/ELS/97/G32, Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático, Reporte Técnico, 1998, 49 pp.
- Centella, A.; Castillo, L. y Aguilar A. "Escenarios climáticos de referencia para la República de El Salvador". Proyecto GEF/ELS/97/G32, Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático, Reporte Técnico, 1998, 21pp.
- Chislett, W. *El Salvador. A New Opportunity*. London, 1998.
- Costa, J. *Las PCH's en el nuevo marco legal, económico y ecológico de El Salvador*. Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas".
- Trabajo de graduación para optar al grado de Ingeniero Electricista, San Salvador, 1999.
- Current, D.; Juárez, M. *Estado presente y futuro de la producción de leña en El Salvador*. CATIE, 1992.
- Departamento de Economía. "Análisis de la coyuntura económica del segundo semestre de 1999". ECA, 2000.
- Diario El Mundo*, 9 de febrero de 2000.
- EIU Country Report 3rd quarter 1999.
- Epstein, P. *Climate Change: The Health and Economic Consequences of Extreme Weather Events*. Center for Health and the Global Environment Harvard Medical School, 1999.
- FAO. *Situación actual de la generación de electricidad a partir de biomasa en El Salvador*. <http://www.fao.org/docrep/t2363s/t2363s0v.htm>.
- Fondo Iniciativa para las Américas El Salvador. *Report of Activities 1997-1998*. San Salvador, 1999.
- Fondo Ambiental de El Salvador. *Memoria de labores 1994-1996*. San Salvador, 1997.
- Fondo Ambiental de El Salvador. *Memoria de labores 1998*. San Salvador, 1999.
- Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café. PROCAFE, 1996.
- FUSADES. *Green Book, From Peace to Sustainable Development*. San Salvador, 1996.
- Lindarte, E.; Benito, C. *Supportability and Slope Agriculture in Central America. Technologic Change and Institutional Change*. HCA, 1993.
- Merino, G. *Evaluación de los impactos del cambio climático en la seguridad alimentaria de El Salvador*. Proyecto GEF/ELS/97/G32, Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático, Reporte Técnico, 1999, 44 pp.
- Molina. *La canícula. Patrones de comportamiento para El Salvador en base al análisis de datos diarios de precipitación para el período 1985-1997*. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. San Salvador, 1999.
- Monterrosa de Tobar, M. "Evaluación de los impactos del cambio climático en el sector agropecuario de la zona costera de El Salvador". Proyecto GEF/ELS/97/G32, Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático, Reporte Técnico, 1999, 105pp.
- Núñez Suárez, R. *La turbococina: una solución al consumo de leña en el área rural*. El Salvador, 1999.

- Reiche, C. "Economic and Institutional Analysis of Agroforestry Projects in El Salvador. Costs, Benefits, and Farmer Adoption of Agroforestry". En Dean Current, Ernst Lutz y Sara Scherr (eds.), CATIE/IFPRI/World Bank, 1995.
- Romano, L. E. *Efectos económicos y sociales de las sequías en El Salvador*. San Salvador, 1997, 55p.
- Rovira, J. "Case Study: Empresa Eléctrica del Norte, Sugarcane Bagasse-Fired Generation and Sugarmill Cogeneration Project, El Salvador". Paper presented at CTI/Industry Joint Seminar on Technology Diffusion in Latin America and Caribbean. San Salvador, 2000.
- Sánchez, I. A. *et al.* "Inventario nacional de gases de efecto invernadero de El Salvador: año de referencia 1994". Proyecto GEF/ELS/97/G32, Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático, Reporte Técnico, 1998, 73pp.
- Simpson, M. "Appropriate Technology. A Case Study". The International Capacity Building Project Canadian. Environmental Network, 1999.
- Söderberg, A. *Pequeñas centrales hidroeléctricas en El Salvador: estudio conjunto CEL-UCA*. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. San Salvador, 1992.
- Umaña, C. "Escenarios socioeconómicos para la evaluación de los impactos de cambio climático en El Salvador". Proyecto GEF/ELS/97/G32, Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático, Reporte Técnico, 1998, 43 pp.
- Unidad de Epidemiología, Ministerio de Salud de El Salvador, 1999.
- Vargas, C. "Conservación de energía en el sector residencial. Proyecto desarrollo rural integral en San José Guayabal". San Salvador, 1996.

