

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1. Circunstancias Nacionales

Geografía:

La República de Nicaragua está ubicada en América Central, entre Honduras y Costa Rica, y se extiende entre las latitudes 10° 45' y 15° 15' Norte y las longitudes 83° 00' y 88° 00' Oeste. El área total del territorio nicaragüense es de 130,374 km², correspondiendo 120,340 km² a tierra firme y 10,034 km² a lagos y lagunas costeras. Estas características convierten a Nicaragua en el país más extenso y menos densamente poblado de América Central. El 63% de la superficie terrestre de Nicaragua es plana o ligeramente ondulada y solamente el 17% alcanza alturas de 501 a más de 1500 m.s.n.m.

La hidrografía de Nicaragua está formada por dos grandes vertientes: la del Pacífico y la del Caribe, conformadas por todos los ríos que descargan sus aguas en el Océano Pacífico o en el Mar Caribe. Nicaragua posee 21 cuencas hidrográficas (13 en la vertiente del Caribe y 8 en la del Pacífico), siendo las más extensas, la del Río San Juan y el Río Coco. El territorio de la República de Nicaragua se divide en 15 departamentos y 2 regiones autónomas. Los departamentos se dividen en municipios, los cuales suman en la actualidad 147.

Clima:

De acuerdo a la clasificación de Köppen en el territorio nacional se presentan cuatro tipos de clima. El clima tropical de pluvioselva, es representativo del extremo sudeste de la región Atlántica, con precipitaciones medias anuales superiores a 4,000 mm y temperaturas medias entre 25° y 29°C. El clima monzónico de selva, se presenta en la llanura del Caribe, con un período lluvioso de 9 a 10 meses (2,000 a 3,000 mm anuales) y la temperatura media anual es de 27°C.

En la Región del Pacífico predomina el clima tropical de sabana, con una estación relativamente seca de 6 meses de duración (noviembre – abril) y otra lluviosa de igual extensión (mayo – octubre). La precipitación anual varía entre 700 y 2,000 mm y la temperatura media entre 25°C en las partes más elevadas y 29°C en las llanuras y costas. El clima subtropical de montaña es representativo de la regiones Norte y Central, en lugares situados a más de 1,000 m.s.n.m. La temperatura media oscila entre 10° y 25°C y la precipitación es mayor a 1,000 y menor a 2,000 mm.

Recursos naturales:

En el territorio nicaragüense se encuentran las extensiones boscosas más grandes de Centroamérica. Nicaragua da cobertura a más de veinte ecosistemas distintos, ricos en biodiversidad; además ocupando tan sólo el 0.13% de la superficie terrestre mundial es

poseedora de una diversidad faunística, florística y geográfica equivalente al 7% del planeta (TWSC, 1990). Nicaragua abarca el 31% de la superficie total del Corredor Mesoamericano y el 50.2% del territorio nacional. El Sistema Nacional de Áreas Protegidas, cuenta con 76 áreas legalmente establecidas y comprenden una extensión de 2,242,193 hectáreas, equivalentes al 17% de la superficie del territorio nacional.

Demografía

La población total de la República de Nicaragua en 1994 era de 4,298,900 habitantes, con una densidad aproximada de 33 hab/km² (INEC, 1995). La tasa bruta de natalidad se estima en 3.8%, superior al promedio latinoamericano de 2.9% y al promedio mundial de 2.7%; mientras que la tasa bruta de mortalidad se estima en 0.9%, ligeramente superior al promedio latinoamericano de 0.7%. La población nicaragüense en su mayoría es mestiza. La composición étnica de la Región Atlántica está integrada por poblaciones indígenas: Sumos, Misquitos, Ramas y Garífonas, así como población negra y diversos mestizajes.

Agropecuario

Este sector constituye el eje de la economía nacional. Durante el quinquenio 1990-1994 su crecimiento estuvo por debajo de su potencial, debido a condiciones climáticas adversas. El sector tuvo un crecimiento de 10.5% con respecto al ciclo 1990-1993, determinado por los resultados obtenidos en los subsectores agrícola y pecuario, los cuales crecieron en 16.1% y 2.5% respectivamente. En 1994, este sector generó el 25% del PIB, el 65% de las exportaciones y mas del 40% del empleo en el país (BCN, Informe anual 1994).

Energía

Nicaragua posee tres fuentes de energías primarias nacionales: biomasa, hidráulica y geotérmica. También es un importador neto de petróleo y de sus derivados. La oferta interna bruta de energía para 1994 fue de 85,583 Terajulios, en donde la leña es la que tiene mayor preponderancia en la oferta, seguida del petróleo y sus derivados. La estructura sectorial del consumo final de energía indica que el sector residencial es el mayor consumidor de energía (60.75%), seguido por el sector transporte (18.05%) que es un consumidor neto de derivados del petróleo (INGEI, 1994).

Economía

En 1994 el Producto Interno Bruto de Nicaragua (PIB), alcanzó un valor de 1,871.1 millones de dólares, lo que equivale a un PIB per cápita de \$435.2/hab. De un total de 4,298.9 miles de habitantes, la población con edades mayores a 10 años alcanzaba 2,943.9 miles; de los cuales la Población Económicamente Activa (PEA) era de 1,479.3 miles y el total ocupados de 1,176.6 miles (BCN, Informe anual 1994). De éstos el 40.12% estaban ocupados en actividades primarias, el 12.89% en secundarias y el 46.99% en actividades terciarias. La relación PEA/ Población ocupaba el 33%, la Tasa de ocupación alcanzó el 82.9% y el desempleo el 17.1% y

la Tasa de subempleo 12.2%. Dos características explican la situación actual de Nicaragua, primero es un país de postguerra y el grado de destrucción alcanzado tiene impactos duraderos difíciles de resolver a corto plazo. Segundo se trata de un país altamente endeudado.

1.2. Inventario nacional de gases de efecto invernadero

El primer inventario de Nicaragua sobre fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero (INGEI), fue preparado de acuerdo a las guías metodológicas del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), versión revisada de 1996. El inventario está referido a los tres gases de efecto invernadero directo: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O); así como a los gases de efecto invernadero indirecto que son precursores del ozono troposférico: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM). También se incluyó el dióxido de azufre (SO_2), el cual no es gas de efecto invernadero directo sino un aerosol precursor. Por falta de datos no se incluyeron los hidrofluorocarbonos (HFC), los hidrocarburos perfluorados (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6).

El INGEl permitió cuantificar las emisiones de GEI por categorías de fuentes y sumideros en cinco sectores. El Cuadro 1.1, presenta un resumen nacional por emisión y absorción anual neta de GEI para el año de referencia 1994. Las emisiones netas de CO_2 indican que el sector energía es uno de los principales emisores de este gas, con 2,375.54 Gg. Sin embargo, debido a la regeneración natural de la cobertura boscosa y al abandono de las tierras cultivadas durante los últimos 20 años en el sector cambio de uso de la tierra y silvicultura (CUTS), se obtuvo una fijación anual neta de 12,055.71 Gg de CO_2 en 1994.

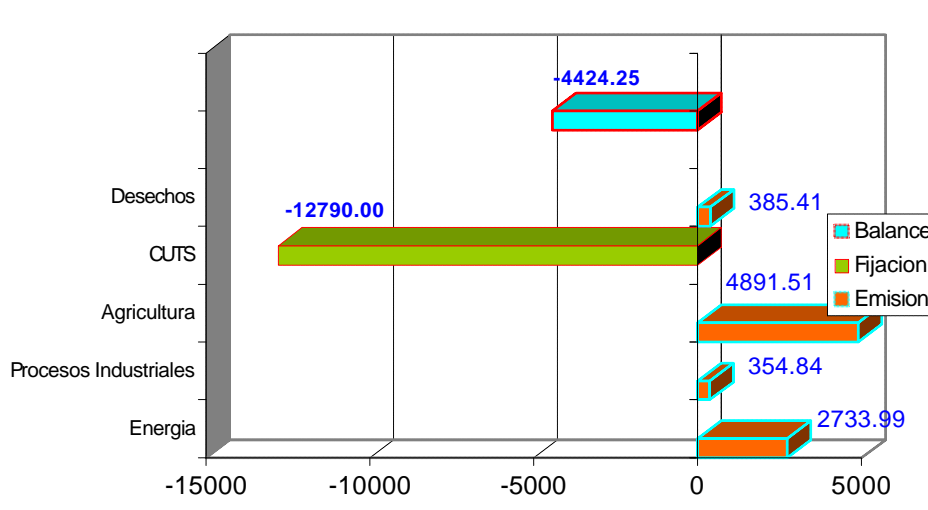
La emisión de metano fue de 271.39 Gg, el 63.1% se debió a las actividades agrícolas, 27.5% por el cambio de uso del suelo y el 9.4% restante distribuido entre los sectores desechos y energía. Las emisiones de óxido nitroso totalizaron 3.07 Gg, siendo el principal contribuyente el sector agrícola con 71%, el 29% restante se distribuyen entre los otros cuatro sectores.

Cuadro 1.1. Resumen de la emisión y absorción anual neta de gases de efecto invernadero en Gg, Nicaragua 1994.

Sectores	Gases						
	CO_2	CH_4	N_2O	CO	NO_x	COVDM	SO_2
Energía	2,373.54	12.10	0.20	250.05	16.97	31.85	-
Procesos Industriales	354.84	-	-	-	-	9.31	4.59
Agricultura	-	171.18	2.18	54.58	1.61	-	-
CUTS	-14,784.09	74.73	0.51	653.86	18.57	-	-
Desechos	-	13.38	0.18	-	-	-	-
Total	-12,055.71	271.39	3.07	958.49	37.15	41.16	4.59

En la Figura 1.1 se presenta el balance de las emisiones y fijaciones de bióxido de carbono equivalente para el año 1994. Las emisiones de metano y óxido nitroso fueron convertidas a CO₂ equivalente por medio del potencial de calentamiento global, el cual es una medida del efecto radiativo de los diferentes GEI con respecto al CO₂. Como resultado se obtuvo una capacidad de fijación de 4,424.25 Gg.

Figura 1.1. Balance de emisiones y fijaciones de CO₂ equivalente en Gg. Nicaragua 1994.



A pesar de que el Sector CUTS fijó una considerable cantidad de CO₂ que sitúa a Nicaragua en la posición de país fijador de GEI, de continuarse con la situación actual “ sin implementar ningún tipo de medida de mitigación”, la cantidad de emisiones de GEI será mayor que la capacidad de fijación actual, debido principalmente al avance de la frontera agrícola y a la deforestación, la cual fue estimada en 120 mil hectáreas al año para el período 1993-1995.

Las incertidumbres del INGEI, son parte de las características de un país en vía de desarrollo como Nicaragua. Ejemplo de ello es que el inventario sectorial del CUTS presenta un 52% de incertidumbres, debido principalmente a la carencia de un inventario forestal, ausencia de investigaciones puntuales acerca del crecimiento y desarrollo de las distintas formaciones boscosas presentes en el país y como consecuencia se adolece de factores de emisiones de GEI propios del sector, no obstante; las incertidumbres actuales servirán como indicadores para profundizar en futuros estudios relacionados con los sectores que presentan mayores imprecisiones.

1.3. Impactos del cambio climático en Nicaragua

La evaluación de los probables impactos del cambio climático requieren de dos elementos fundamentales; primero fue necesario elaborar los escenarios de cambio climático probables a diferentes horizontes de tiempo, de tal manera que permitan prever la posible intensidad de las variaciones del clima. En segundo lugar, se requiere formular hipótesis admisibles sobre la sociedad que enfrentará dichos cambios. La sociedad del próximo siglo no será idéntica a la

actual, en términos de población, riqueza producida, consumo de electricidad, agua potable, etc. Tales proyecciones se presentan en los Escenario Climáticos y Socioeconómicos para el Siglo XXI en Nicaragua.

a. Escenarios climáticos

Los escenarios climáticos permitieron proyectar el comportamiento futuro de las principales variables climáticas en Nicaragua para los próximos 100 años, sobre la base de la elaboración de tres escenarios: pesimista (IS-92a), moderado (IS-92d) y optimista (IS-92c), fundamentados en los escenarios de emisiones del IPCC.

Los resultados de las simulaciones del clima en el territorio muestran las variaciones de las principales características del tiempo atmosférico (temperatura, precipitación y nubosidad), a tres horizontes de tiempo y tres escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero en las vertientes Atlántica y Pacífica de Nicaragua. Los datos presentados en el Cuadro 1.2, son promedios anuales de las variables meteorológicas analizadas.

Cuadro 1.2. Proyecciones del clima futuro de Nicaragua para el siglo XXI.

Horizonte de tiempo	ESCENARIOS					
	Pesimista IS-92a		Moderado IS-92d		Optimista IS-92c	
	PACÍFICO	CARIBE	PACÍFICO	CARIBE	PACÍFICO	CARIBE
PRECIPITACIÓN EN %						
2010	-8.4	-8.2	-7.9	-7.7	-7.9	-7.7
2050	-21.0	-20.5	-16.9	-16.5	-16.2	-15.8
2100	-36.6	-35.7	-25.3	-24.7	-21.0	-20.5
TEMPERATURA EN °C						
2010	0.9	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7
2050	2.1	1.9	1.7	1.5	1.6	1.5
2100	3.7	3.3	2.6	2.3	2.1	1.9
NUBOSIDAD EN %						
2010	-3.6	-4.0	-3.4	-3.7	-3.4	-3.7
2050	-9.0	-9.9	-7.2	-7.9	-6.9	-7.6
2100	-15.6	-17.2	-10.8	-11.9	-9.0	-9.9

Al comparar los escenarios climáticos pesimista y optimista para las tres variables climáticas (precipitación, temperatura y nubosidad) en las vertientes del Pacífico y Atlántico de Nicaragua, se observa que la precipitación media anual disminuirá desde -8.4% (-7.9%)¹ hasta -36.6% (-21.0%) en la vertiente del Pacífico, y de -8.2% (-7.7%) a -35.7% (-20.5%) en la del Atlántico; mientras que la temperatura media anual aumentará en el Pacífico de 0.9° (0.8) a 3.7°C (2.1), y de 0.8° (0.7) a 3.3°C (1.9) en el Atlántico. Al mismo tiempo se espera que disminuya el campo nuboso medio de -3.6% (-3.4) a -15.6% (9.0) en el Pacífico, y de -0.4% (-3.7) a -17.2% (-9.9) en el Atlántico, para los años 2010 y 2100 respectivamente.

¹ Entre paréntesis se muestran los resultados del escenario optimista.

Los incrementos en la temperatura media anual producirían impactos importantes en los diferentes sectores productivos y actividades humanas, debido a que influyen en gran medida en la capacidad productiva de muchos cultivos, determinan el confort humano, la salud de la población, y podrían en alguna medida limitar la adaptación de la biota en el territorio nacional.

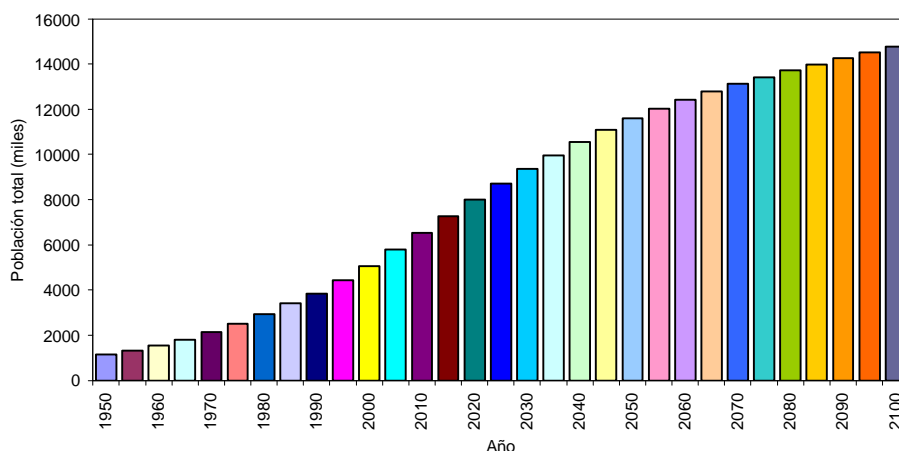
Los cambios más significativos en el campo de la precipitación media anual se esperarían en regiones que actualmente son relativamente secas, como la región norte del territorio y la de los municipios del norte de Chinandega y León. Bajo condiciones de un clima cambiado, estas zonas recibirían anualmente menos de 500 mm, lo cual tendría repercusiones importantes en las actividades agrícolas y ganaderas. La mayor parte de la región del Pacífico Central y Sur, podría pasar de 1400 - 1800 mm/año a 800 - 1000 mm/año; aumentando consecuentemente el área de las zonas secas de Nicaragua. De tal forma que los municipios considerados actualmente como zonas secas, se tornarían más secos para el año 2100.

b. Escenarios socioeconómicos

Para la proyección de la población de Nicaragua se consideraron los resultados del censo realizado en 1995 y una revisión efectuada en 1998 en base a los resultados de una encuesta nacional de demografía y salud, de los cuales se obtuvieron los factores básicos de la evolución demográfica (fecundidad, mortalidad, esperanza de vida y migraciones). La proyección de la tasa global de fecundidad a partir de 1990-95, muestra que irá descendiendo hasta el período 2030—2035, donde se estabilizaría hasta el final del período de la proyección con valores de 2.1.

En la Figura 1.2 se muestra como la población aumentaría de casi 5 millones para el año 2000, hasta aproximadamente 14.7 millones para el 2100. El acelerado crecimiento de la población implicará mayor presión sobre los recursos naturales del país, los cuales podrían verse afectados por los cambios climáticos. Especial atención merecen los recursos hídricos, donde las probabilidades de competencia podrían ser cada vez mayores entre el consumo humano, la irrigación y la producción de energía eléctrica.

Figura 1.2. Evolución de la población en Nicaragua, censada (1950-1995) y proyectada (2000-2100)



El Producto Interno Bruto (PIB), se incrementaría en el transcurso del siglo XXI, de igual forma el PIB per cápita presenta un ritmo de crecimiento positivo, aunque menor, tendiendo a decrecer durante la segunda mitad de éste. La participación del sector agrícola en el PIB decrece continuamente durante el período de proyección. Sin embargo, el valor agregado total sigue creciendo, por el aumento de las áreas cosechadas en algunos casos, y sobre todo, por el progreso tecnológico que trae consigo mejores rendimientos.

Las proyecciones muestran que la dotación de agua potable en el medio urbano disminuye con el tiempo, mientras que en el medio rural aumenta. Se considera que para los diferentes horizontes de tiempo el uso del agua será más racional. En la población rural, sería causado por el mejoramiento en el nivel de vida y cambios de costumbres de la población.

Evaluaciones realizadas al consumo energético del país demuestran que el PIB es directamente proporcional al PIB per cápita y al consumo energético del país, lo que significa que al incrementarse el PIB aumentan también las demás variables analizadas. Las proyecciones demuestran que la participación de los gastos en salud en el PIB disminuirán de 14.1% en el 2000 hasta el 4% para el 2100; mientras que el gasto per cápita aumentará desde C\$686.00 hasta C\$1506.00 córdobas.

c. Sector energético. Proyecto hidroeléctrico El Carmen

El efecto del cambio climático en el sector energético se estimó utilizando como patrón el proyecto hidroeléctrico El Carmen, ubicado en la cuenca del río Grande de Matagalpa. Esta ocupa un área de 18,450 km² hasta su desembocadura en el Mar Caribe. Según el Plan Maestro de Energía Eléctrica (INE, 1980), el potencial hidroeléctrico del país comercialmente explotable es del orden de los 2000 MW. Los datos obtenidos del estudio de la cuenca El Carmen podrían ser transferidos a otros proyectos.

Para la simulación de los escenarios climáticos futuros y la respuesta de la cuenca a los mismos se utilizó el modelo hidrológico CLIRUM3, el cual fue calibrado con los datos de la estación hidrométrica de Paiwas, por su ubicación cercana a la sub-cuenca del proyecto. Para el año 2100 las variaciones de la precipitación media anual alcanzaría valores de -20.81%, -25.03% y -36.23% para los escenarios optimista, moderado y pesimista respectivamente. Para ese mismo horizonte de tiempo (2100), la escorrentía media anual en los diferentes escenarios presentaría variaciones del orden de -36.88%, -43.27% y -57.24%. La disminución de la escorrentía crearía situaciones de competencia con otros usuarios del recurso hídrico, lo que provocaría mayores problemas al sector hidroeléctrico.

En las condiciones climáticas actuales la producción media anual del proyecto hidroeléctrico El Carmen es de aproximadamente 400 GWH, lo cual se corresponde con un factor de planta de 0.57. Las variaciones en la producción de energía debido a los cambios climáticos para el horizonte de tiempo 2010 son bastante similares y del orden del 12% (con valores entre 363.48 y 359.57 GWH) en los tres escenarios. Por el contrario para el año 2100 se advierten reducciones drásticas en la producción de energía, desde -34% (270.97 GWH) hasta -60% (165.18 GWH)

para los escenarios optimista y pesimista respectivamente (Cuadro 1.3). Los efectos del cambio climático incidirían en la viabilidad de los proyectos hidroeléctricos creando condiciones adversas para su desarrollo y restándoles competitividad en relación con las fuentes térmicas.

Cuadro 1.3. Producción de energía total y variación de la producción (V.P.) en % respecto al escenario base 1961-1990 (GWH) del proyecto El Carmen.

Horizonte de tiempo	Optimista		Moderado		Pesimista	
	BASE	V.P. %	BASE	V.P. %	BASE	V.P. %
2010	363.48	-12.0	363.36	-12.0	359.57	-12.9
2030	332.50	-19.5	331.57	-19.7	317.09	-23.2
2050	304.65	-26.2	298.48	-27.7	271.25	-34.3
2070	270.97	-34.4	238.91	-42.1	165.18	-60.0

La evaluación económica del Proyecto El Carmen indica, una reducción drástica en la generación por lo que no sería atractivo para inversionistas a partir del año 2010 para todos los escenarios; dejando de ser económicamente viable para ser desarrollado por el Estado a principios del año 2050, ya que tendría una tasa interna de retorno en los tres escenarios menor del 12%. En el caso del escenario pesimista, el proyecto dejaría de ser atractivo para el Estado a partir del año 2030 y para el horizonte del año 2100 la tasa de descuento no alcanza ni la de los proyectos sociales (6%). Bajo las condiciones del año 2010 y para cualquiera de los tres escenarios, la probabilidad de que un inversionista construya este proyecto hidroeléctrico es mínima. Si esta situación se generalizara a todos los sitios potenciales de desarrollo hidroeléctrico, podría ser aun más crítica, si se considera que El Carmen es uno de los proyectos más atractivos.

d. Sector ecosistemas forestales

El análisis de la sensibilidad de las zonas de vida de Holdridge² en Nicaragua en función del cambio climático, fue realizado para cada uno de los horizontes de tiempo y escenarios climáticos mencionados (pesimista, moderado y optimista). Se elaboraron mapas de distribución de las zonas de vida de Holdridge y el área de estudio fue dividido en dos grandes regiones: Atlántica y Pacífica.

Se definieron un total de 15 zonas de vida las cuales se presentan en el mapa actual de zonas de vida según Holdridge (Mapa 1.1). En la actualidad el 44.43% del territorio nacional pertenece a la zona de vida “Bosque húmedo Tropical, al Bosque Muy húmedo Tropical le corresponde el 39.33%, al Bosque húmedo Subtropical, 3.84%; mientras el 5.53% está ocupado por Bosque Seco Tropical y el 2.70% por Bosque húmedo Tropical con transición a seco; la zona de vida Bosque Muy húmedo Tropical con transición a húmedo ocupa el 1.61%; el resto de las zonas de vida abarcan un total de 2.55%.

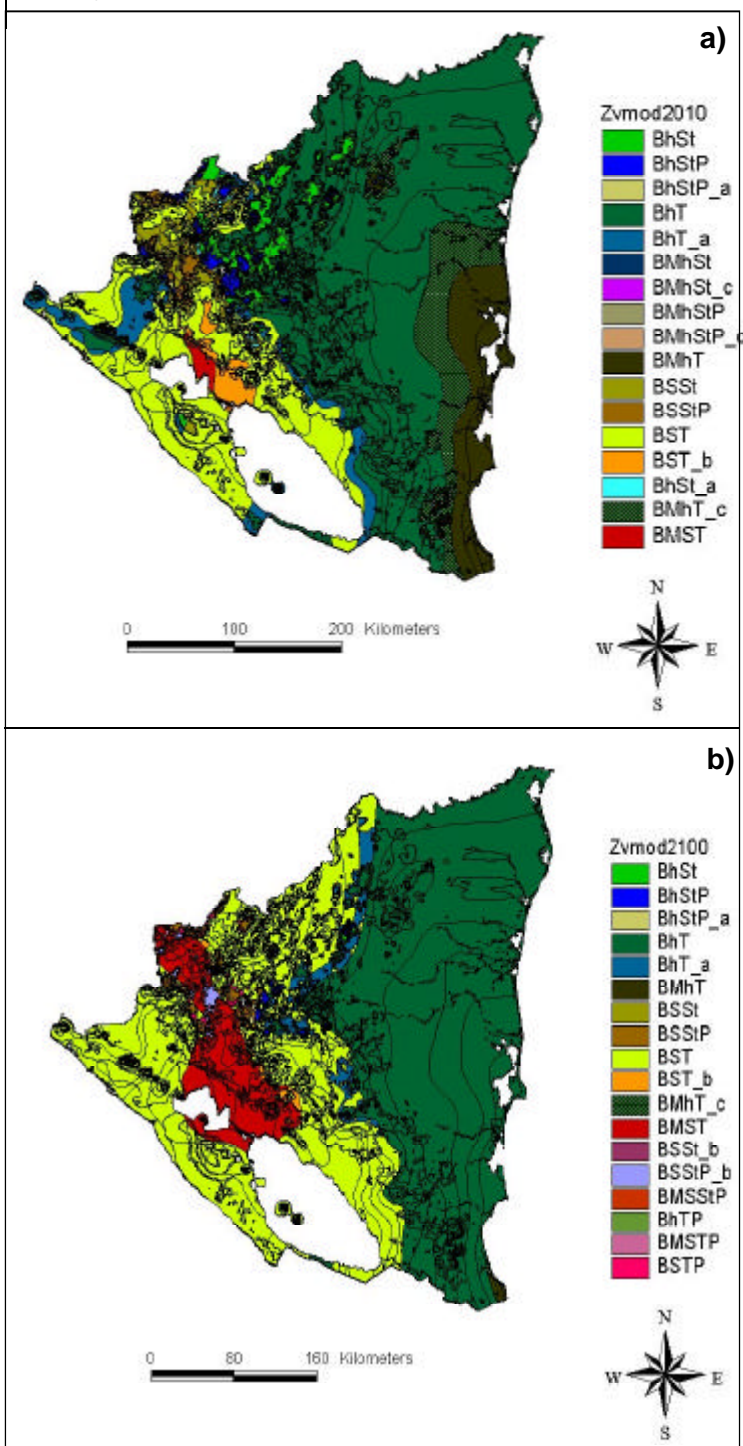
² En los mapas, el nombre de las zonas de vida se presenta de forma abreviada, por ejemplo, BhSt—Bosque húmedo Subtropical; mientras que las letras a,b,c significan transición a seco, muy seco y húmedo respectivamente. Zv—zonas de vida.

Para el escenario moderado del horizonte de tiempo 2010 (Mapa 1.1 a) se presentan dos nuevas zonas de vida: el Bosque Seco Tropical_b y el Bosque Muy Seco Tropical. Bajo un escenario pesimista, se espera que desaparezcan las zonas de vida “Bosques Muy húmedos Subtropicales_c y Bosques Muy húmedos Subtropicales Premontanos. Bajo el mismo escenario y el año 2050, habrían variaciones en número y tipos de zonas de vida, registrándose incrementos en la zona de vida BhT de hasta el 162%, debido principalmente a la reducción de las zonas de vida BMhT y BhSt. Ante un escenario pesimista podría incrementarse la zona de vida BMST.

De acuerdo a las simulaciones realizadas para el escenario moderado del año 2100, el 67.79% del territorio nacional estaría ocupado por BMhT, BhT y BSt; mientras en el 30.79% estarían presentes las zonas de vida BST, BMST y BSS respectivamente. Bajo un escenario pesimista, es probable que desaparezcan las zonas de vida BMhSt, BMhSt_c, BMhStP, BMhStP_c, BhSt_a y BMhT_c (Mapa 1.1 b).

El análisis de la cantidad de cambios que experimentarían las zonas de vida ante los tres escenarios hasta el año 2100 muestra, que aproximadamente un 72% del territorio nacional experimentaría un cambio en sus zonas de vida y solo el restante 18% no sufriría ningún cambio

Mapa 1.1. Distribución espacial de las zonas de vida de Holdridge bajo un escenario de cambio climático moderado y dos horizontes de tiempo a) 2010 y b) 2100).



e. Sector salud humana

El cambio climático puede tener impactos en la salud humana por muchas razones, relacionadas directamente con el aumento de la temperatura del aire lo que incrementaría el área de incidencia de la malaria (IPCC, 1996), o indirectamente por modificación de la dieta y cambios en la incidencia de enfermedades. En Nicaragua, se decidió enfocar el estudio sobre esta enfermedad, por varios motivos:

- † Tiene incidencia alta en la población nicaragüense, y repercute en altos costos en el sistema nacional de salud;
- † Se tienen registros históricos continuos sobre su incidencia y sobre las acciones tomadas para combatir la enfermedad;
- † El vector tiene mucha incidencia en el área rural y las poblaciones son menos influenciadas por los programas de control, por lo que las series de datos son más “limpias” que en el caso del dengue.

El área de este estudio abarco tres departamentos con diferentes condiciones climáticas y localización geográfica: Chinandega en la región del Pacífico, Jinotega en la región montañosa Central y la RAAN en la Costa Atlántica.

Para eliminar el efecto causado por la diferencia en la cantidad de habitantes de los municipios considerados, se calculó el índice de casos de malaria (I_m , porcentaje de personas afectadas). Las relaciones entre el I_m y los parámetros de la temperatura y la precipitación media anual se cuantificaron en las ecuaciones [1] y [2].

$$I_m = a * e^{b(T - T_0)} \quad [1]$$

$$I_m = a * e^{\left[-0.2 * \left(\frac{P}{P_0} \right) \right]} \quad [2]$$

P= Precipitación media anual.

a y b, son parámetros a estimar.

T= Temperatura media anual.

a, P_0 y b, son parámetros a estimar.

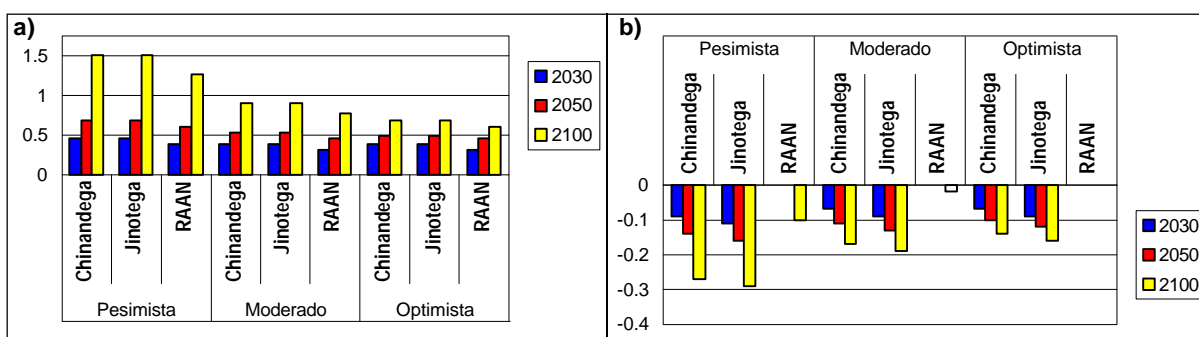
Los datos obtenidos a nivel de municipios para los tres departamentos indicados, muestran la variabilidad del número de casos de malaria registrados, en función de los habitantes de cada municipio. El índice de malaria (I_m) para el departamento de Chinandega varía entre 0.004 en el municipio de San Pedro del Norte y 0.063 en Puerto Morazán, que significa que actualmente entre 0.4 y 6.3% de la población de esos municipios es anualmente afectada por malaria. En Jinotega el porcentaje de la población afectada por malaria es menor respecto a la de Chinandega, con porcentajes entre 0.2% en Yalí y 2.1% en Wiwilí. En la RAAN los porcentajes oscilan entre 0.9% en Puerto Cabezas hasta 2.5% en Rosita.

El índice de casos de malaria aumenta exponencialmente con el aumento de la temperatura. Esto indica que un pequeño aumento en la temperatura tiene un efecto importante en el aumento

del índice de malaria. En el caso de la precipitación la situación es diferente. Aparentemente existe un nivel máximo en el índice de casos de malaria para promedios anuales de precipitación de 2200 mm. Esto indica que la disminución de la precipitación puede causar un aumento o una disminución en la probabilidad de casos de malaria, dependiendo del nivel inicial de la precipitación y de la magnitud de la disminución.

Los escenarios del impacto del aumento de la temperatura producen un incremento entre 38 y 150% en el índice de malaria, dependiendo del escenario y la región geográfica (figura 1.3.a). El aumento acentuado es debido a la relación exponencial entre la temperatura y el I_m . Los escenarios del impacto de la disminución de la precipitación indican un menor impacto en términos de cambios en el I_m . Generalmente se espera una disminución de 10 hasta 25% en el I_m , pero en algunas regiones, como por ejemplo en la RAAN, no hay mucha diferencia entre los escenarios y la línea base (Figura 1.3b).

Figura 1.3. a) Impacto del aumento de la temperatura y **b)** de la disminución de la precipitación en el índice de malaria (I_m) bajo tres escenarios climáticos y diferentes horizontes de tiempo. Los datos indican cambios con relación a la situación de la línea base (1968-1998).



Los escenarios del impacto del cambio climático indican que valores máximos del I_m pueden aumentar de su nivel actual de 0.02-0.06 (de 2 a 6% de la población afectada) a un nivel de 0.03-0.09 (de 3 a 9% de la población afectada) en el año 2030, a un nivel de 0.03-0.10 (de 3 a 10% de la población afectada) en el 2050, y a un nivel de 0.05-0.15 (de 5 a 15% de la población afectada) en el 2100.

Evidentemente, la proyección de incremento de la incidencia de malaria repercutirá en costos para el estado nicaragüense. Estos costos estarían relacionados con el costo directo del tratamiento de los enfermos adicionales y con el costo del tiempo de subsidio de los trabajadores enfermos, lo cual afectaría la economía global del país.

1.4. Vulnerabilidad y adaptación de los recursos hídricos

La evaluación de la vulnerabilidad de los Recursos Hídricos se desarrolló en base al análisis aplicado del concepto del ciclo hidrológico, utilizando los modelos hidrológicos CLIRUM3 y Visual Modflow para la evaluación de las aguas superficiales y subterráneas respectivamente. Dichos modelos fueron calibrados en distintas cuencas hidrográficas representativas de las regiones Pacífico (río Tamarindo), Central (río Viejo y Guanas en río Coco) y Atlántica (Paiwas en río Grande de Matagalpa).

El potencial del país en cuanto a recursos hídricos se refiere, tanto de aguas subterráneas como de superficiales se presenta en Cuadro 1.4, detallado por sectores de usuarios, incluyendo la demanda y la disponibilidad total; siendo la región del Atlántico la que posee mayor disponibilidad. En la región del Pacífico, el sector que consume más agua es el riego seguido del doméstico, a diferencia de la región Central donde el sector energía consume cantidades considerables de este recurso.

Aguas superficiales: El análisis de la distribución de la escorrentía superficial muestra que las cuencas de El Tamarindo, Río Viejo y Guanas son altamente vulnerables en los tres escenarios y para los horizontes de tiempo del 2050 y 2100. La cuenca de Paiwas es parcialmente vulnerable bajo los escenarios pesimista y moderado del año 2100, sobre todo en la parte alta de la cuenca. La región del Atlántico no es vulnerable en ninguno de los tres escenarios, los impactos se deberán principalmente a las inundaciones. En la región del Pacífico por las características físico – químicas del suelo, la deforestación observada en el último siglo, la mayor concentración de la población y las áreas potenciales para riego, la vulnerabilidad de la misma estaría asociada con la agricultura y el suministro de agua para consumo doméstico. En la región Central, además de la agricultura se verían afectadas las plantas hidroeléctricas.

Cuadro 1.4. Potencial y demanda de agua por sector usuario en millones de metros cúbicos por año (MMC/Año).

Regiones	Potencial, MMC		Demanda de sectores usuarios, MMC						Demanda total MMC	Disponibilidad MMC
	Agua Sup.	Agua Subt.	Riego	Doméstico	Ganadería	Industria	Energía	Ecología		
Pacífico	4,023.0	2,868	977.8	218.0	29.3	12.0	0.0	288.0	1,525.1	6,891.0
Central	18,798.0	172,3	522.0	72.0	45.0	0.0	481.0	535.0	1,655.0	18,970.3
Atlántico	72,194.0	30.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	17,681.0	17,686.0	72,224.0

Aguas subterráneas: Se observa una tendencia bien marcada de reducción de la recarga para todos los escenarios a partir del año 2050. En el escenario pesimista y para el año 2050, el flujo base reflejado como salida del acuífero es cuatro veces menor con respecto al actual, y para el año 2100 representaría sólo el 10% del actual. Bajo un escenario moderado, la recarga en el año 2050 podría ser muy similar a la descarga determinada por el bombeo de los pozos, esta situación se agravaría para los horizontes 2070 y 2100, cuando la extracción por bombeo se tornaría superior a la recarga. En el escenario optimista, se espera que la recarga varíe con respecto a la actual desde 81% en el año 2010 hasta 57% en el 2100. Las extracciones por bombeo respecto al actual, se incrementarán en 2.5 y 4 veces para los años 2050 y 2100 respectivamente. Para los horizontes 2070 y 2100, el bombeo sería superior a la recarga en 1.25 y 1.72 veces.

Vulnerabilidad: Se estimó el Índice de Escasez³ como indicador de la vulnerabilidad de los recursos hídricos o de la presión de la demanda sobre la oferta hídrica, en base a los resultados de las simulaciones de los modelos tanto de agua superficial como subterránea, para distintos escenarios de cambio climático (pesimista, moderado y optimista) y horizontes de tiempo. Este índice presenta valores altos, medios y bajos, los cuales se corresponden con una vulnerabilidad mayor en la región del Pacífico, menor en la región Central y baja en la región del Atlántico, la que posee excedentes del recurso agua (Cuadro 1.5).

Importantes centros poblacionales de las regiones del Pacífico y Central presentan altos índices de escasez, consecuentemente tienen un nivel de vulnerabilidad alta. En la región del Pacífico, se puede asociar a las ciudades de Managua, Masaya, Granada, Rivas, Chinandega y León, así como los municipios de Posoltega, Chichigalpa y Quezalguaque. También se incluyen áreas dedicadas al desarrollo del riego, como las de occidente y la planicie de Tipitapa – Malacatoya.

Cuadro 1.5. Estimación del índice de escasez como indicador de la vulnerabilidad actual.

Región	Potencial (P) en MMC/Año	Demanda (D) MMC/Año	Afectación al Potencial (AP) en %	Oferta Neta (ON) Igual a Potencial –% afectación (AP) en MMC/Año	Índice de Escasez (IE) $IE = (D/ON) \times 100$	Categoría de Vulnerabilidad según Índice de Escasez
Pacífico	6,891.0	1,237.1	30	4,823.7	25.6	Alta
Central	18,970.3	1,120	20	15,176.2	7.3	Moderada
Atlántico	72,224.0	5	10	65,000.0	0.76	Baja

En la región Central, la mayor vulnerabilidad correspondería a las ciudades de Boaco, Matagalpa, Jinotega, Estelí, Somoto y Ocotol; lo mismo que en zonas con un uso intensivo de agua para riego, con frecuente aplicación de agroquímicos y sobre todo donde existe conflicto entre los usuarios, como el Valle de Sébaco.

La región del Atlántico presentaría una vulnerabilidad baja, por cuanto existe un volumen considerable de agua disponible y una demanda muy baja de uso consuntivo; sin embargo el impacto en la calidad del agua se asocia a ciudades como Puerto Cabezas, Bluefields, Laguna de Perlas, El Rama, así como ríos tributarios influenciados por la contaminación del sector minero.

Medidas de adaptación: Con base a la determinación de zonas con diferentes niveles de vulnerabilidad por efecto del futuro cambio climático, se identificaron las siguientes medidas de adaptación para ser implementadas en el marco de un plan integral de acción de los recursos hídricos:

³ Método implementado por UNESCO para las condiciones de América Latina.

- † Implementar un plan de conservación y manejo de cuencas hidrográficas en las áreas más vulnerables ante el impacto del cambio climático.
 - Desarrollar proyectos de trasvase de agua hacia zonas con alta vulnerabilidad.
 - Proteger y desarrollar cuencas hidrográficas con potencial hidroeléctrico.
- † Prevenir la deforestación en las áreas más vulnerables de las cuencas hidrográficas.
 - Implementar un programa de protección de las zonas de recarga de los acuíferos y márgenes de ríos.
- † Reducir y prevenir la contaminación de cuerpos de agua y acuíferos por aguas residuales doméstica, industriales y de zonas de uso de agroquímicos.
- † Incluir dentro de los planes de ordenamiento territorial ambiental, con énfasis en el uso actual de la tierra, el componente de las evaluaciones del impacto del cambio climático.
- † Definir un marco legal que establezca la forma de administrar y usar de forma sostenible y racional los recursos hídricos.
 - Definir la Autoridad del Agua como una institución autónoma.
- † Implementar el uso y aprovechamiento planificado, eficiente y sostenible del recurso hídrico.
 - Implementar el Plan de Acción de Recursos Hídricos.
 - Descentralizar la administración del recurso agua, a nivel de cuencas y promover su uso integral.
- † Mejorar, actualizar o definir las regulaciones y procedimientos administrativos en materia de calidad del agua.
 - Establecer un sistema de monitoreo de la calidad del agua.
 - Regular y controlar los vertidos de aguas residuales.

1.5. Opciones de mitigación

a. Áreas protegidas

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Nicaragua cuenta con 76 áreas las cuales ocupan 2,242,193 hectáreas (has.), equivalentes al 17% del territorio nacional distribuidas en ocho categorías de manejo. El estudio “Opciones de Mitigación del Cambio Climático en Áreas Protegidas” fue realizado con el objetivo de contabilizar la cantidad de carbono almacenado en las principales áreas protegidas del país y su potencial de fijación en un horizonte de 15 años, e identificar las áreas que por su ubicación geográfica, cantidad de ecosistemas que albergan y los riesgos de extinción de éstos, podrían ser consideradas para desarrollar programas dirigidos

a la conservación de dichas áreas e implementación de la venta de servicios ambientales, considerándose éstas como opciones de mitigación del cambio climático en dichas áreas.

Se identificaron tres posibles líneas de mitigación, tales como: **evitar y reducir** emisiones a través de la protección de bosques y suelos, protección contra incendios e invasiones y **secuestro** de carbono mediante la recuperación de suelos de vocación forestal, entre otras. Dichas acciones podrían ser implementadas mediante las dos opciones siguientes: propuesta de **áreas piloto y demostrativas**. Las áreas protegidas con potencial para el desarrollo de proyectos pilotos para la mitigación de gases de efecto invernadero son: BOSAWAS, CERRO SILVA, INDIO MAÍZ, WAWASHAN, LOS GUATUSOS, y COSIGÜINA .

Las seis áreas propuestas totalizan 1,665,545 has., con una ventaja comparativa de importancia, todas ellas enlazan y se articulan con ecosistemas y territorios de importancia nacional e internacional, y además coinciden con las prioridades de atención que tiene el Corredor Biológico del Atlántico (CBA) que es la parte nicaragüense del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM).

En el Cuadro 1.6 se presentan los datos básicos de la propuesta de **proyecto piloto** de la reserva de la Biosfera Bosawas. La relación Beneficio – Costo del Proyecto Piloto Bosawas indica, que de implementarse proyectos de mitigación del cambio climático en áreas protegidas, los beneficios serían lo suficientemente grandes para proteger el bosque y aliviar la pobreza en que se encuentran sumergidos los habitantes de las zonas de amortiguamiento de las áreas protegidas.

Cuadro 1.6. Proyecto Area Piloto Reserva de la Biosfera Bosawas.

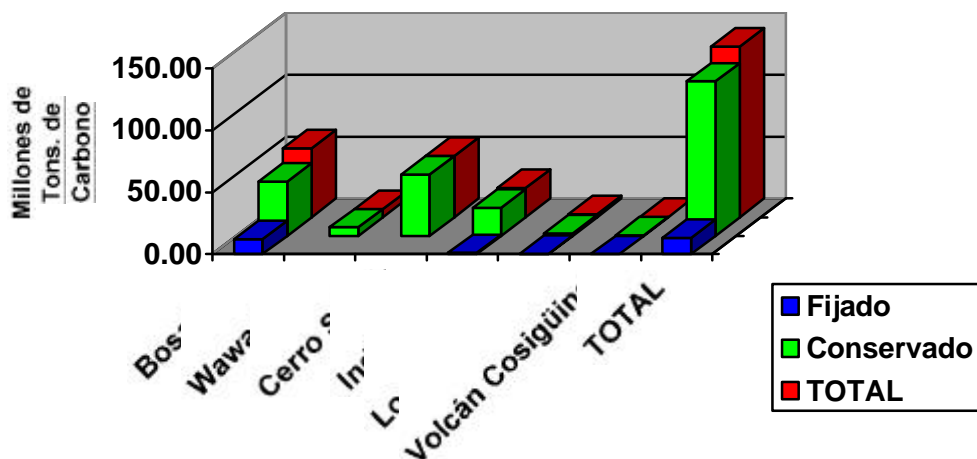
Tipo de proyecto:	Conservación forestal y energía alternativa: fijación, reducción y mitigación de emisiones de carbono, en área núcleo y de amortiguamiento.
Ubicación:	Al norte de Nicaragua, frontera con Honduras, comprende parte de los Departamentos de Jinotega y la RAAN.
Área del proyecto:	730,000 hectáreas
Marco ecológico:	Bosque Tropical, siempreverde, latifoliado, de zonas altas y bajas. Estacional y semideciduo. Sistemas agropecuarios con diferentes grados de pendientes.
Perfil de diversidad	Existen algunos estudios dendrológicos y faunísticos, sin embargo aún falta completar la información.
Socios en el Proyecto	El gobierno de Nicaragua a través de MARENA, ONGs internacionales (Alistar, GTZ, etc.) y organizaciones locales
Financiación del proyecto	Aún por definirse
Duración del proyecto:	Quince años a partir de la fecha de negociación.
Opciones prioritarias de mitigación	Conservación de Carbono: estabilización de la zona de Amortiguamiento y protección del área núcleo (fomento de agroecología, ecoturismo y control de incendios y de invasiones).
Total de beneficios de carbono estimados	Hasta 12,598,578.59 de toneladas métricas de carbono (estimación preliminar)

La propuesta de **área demostrativa**, consiste en formular un proyecto de mitigación del cambio climático en las áreas del CBA, en donde las opciones de Ecoturismo, Secuestro y conservación de Carbono, Bioprospección y energía no convencional e hidroeléctrica; encuentren verdaderas oportunidades en el mercado de Carbono, de manera que los costos de transacción sean bajos por la extensión territorial que comprende.

En la Fig. 1.4, se muestra la cantidad potencial de carbono que puede ser conservado si se implementaran proyectos de mitigación que enfrenten las principales intervenciones en las áreas protegidas (deforestación, incendios forestales y el avance de la frontera agrícola). La cantidad de carbono evitada sería de 124.41 millones de toneladas. La fijación de carbono por los bosque secundarios de las áreas protegidas sería de 13.23 millones de toneladas, y se obtendrían un beneficio neto por no emisión y secuestro a la atmósfera de 137.7 millones de toneladas.

Sin proyectos específicos de mitigación, financiados por el mercado de carbono, será casi imposible que países como Nicaragua puedan preservar los bosques de las áreas protegidas; debido a que en las condiciones actuales el gobierno no tiene capacidad para ofrecer alternativas económicas a los “deforestadores”. Los proyectos de mitigación de GEI representarían una contribución importante a los objetivos de desarrollo sostenible y reducción de la pobreza en el país. En lo general posibilitarían el aprovechamiento económico de los servicios ambientales, lo que a su vez sería una forma de ampliar la economía local y nacional.

Figura 1.4. Potencial de carbono que puede ser conservado en áreas protegidas priorizadas de Nicaragua bajo un proyecto de mitigación de GEI (10⁶ toneladas).



b. Sector energético nacional

La demanda de energía se estimó utilizando el modelo de tipo técnico – económico, conocido como LEAP (Long Range Energy Alternative) , con el cual se realizaron las proyecciones de demanda a partir de un año base, estimándose por sectores y usos finales de la energía e incorporándose como variable exógenas, indicadores como la eficiencia del equipamiento utilizado por el usuario final, la diversificación de fuentes energéticas, y la evolución del consumo per – cápita.

En Nicaragua se utilizan cinco fuentes de energía primaria: hidroenergía, geoenergía, hidrocarburos, residuos vegetales y leña, de los cuales solamente los hidrocarburos no son propios del país. La leña es la única fuente de energía primaria que se consume a nivel final. Las fuentes de energía secundaria, son el carbón vegetal, el gas licuado de petróleo (GLP), gasolina motor, kerosene, diesel oil, fuel oil y la electricidad. El consumo final de energía eléctrica se caracteriza por ser altamente dependiente de la leña, la cual representa más del 50% desde 1965, siguiéndole los derivados del petróleo con más del 30% y luego, en orden de prioridad, los residuos vegetales (bagazo de caña y algo de cascarilla de arroz), electricidad y carbón vegetal.

Las fuentes de energía primaria locales son todas menos el petróleo, el cual representa el 27% después de la leña que ocupa el 48%. Este comportamiento ha sido similar desde 1970, a excepción de 1975 donde el petróleo y la leña participaron con igual porcentaje. El uso de la geoenergía inició en 1983 y el de la hidroenergía en 1965. La participación de la hidroenergía es de apenas 4% y la de la geoenergía es del 12%.

Nicaragua posee tres sistemas de generación eléctrica, el Sistema Interconectado Nacional (SIN), los ingenios azucareros y los sistemas aislados. El principal abastecedor nacional de energía es el SIN, constituido por 13 centrales generadoras, con una capacidad nominal de 545 MW y 480 MW efectiva. De éstas, siete son plantas convencionales que queman derivados de petróleo, dos son hidroeléctricas, una es geotérmica y la última es de cogeneración en base a la quema de bagazo de caña y/o leña. El 67% de la capacidad total instalada corresponde a la generación térmica en base a la quema de combustibles fósiles derivados del petróleo. El total de generación térmica, que incluye las plantas geotérmicas y de cogeneración, representa un 81.7% de la capacidad total instalada.

Escenario energético de referencia: El escenario energético de referencia se elaboró sobre la base del consumo final de energía en los diferentes sectores analizados y la participación de cada una de las fuentes según el Balance Energético Nacional de 1995. Los resultados de la estimación de la demanda para el escenario de referencia durante el período 1995-2020, se presentan en el Cuadro 1.7, éstos indican que:

La demanda de energía se incrementará durante el período 1995-2020 en 196% tomando como base el año 1995. El sector residencial disminuirá su participación dentro del total, pasando del 60% que tenía en 1995 al 40% en el año 2020. El *sector industrial* incrementará su participación de 13% en 1995 a 23% en el año 2020. La tasa de crecimiento de la demanda en este sector para los próximos 20 años es mucho mayor que en los sectores residencial y transporte.

El *sector transporte* disminuirá su participación pasando de 19% en 1995 a 14% en el 2020. Se espera que la demanda de combustibles para el período 1995-2020 se incrementará en un 136%. El *sector comercio y servicios* repuntará significativamente pasando de 6% en 1995 a 16% en el 2020; al igual que el *sector agricultura* que pasará de 1.2% a 6%.

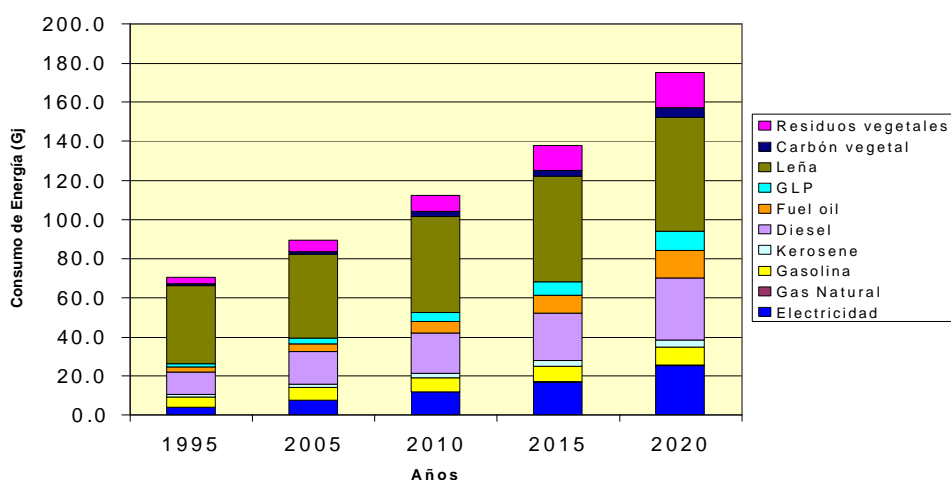
Cuadro 1.7. Demanda de energía para diferentes horizontes de tiempo por sectores de consumo (Gj). Escenario Base: 1995-2020.

SECTOR	1995		2005		2010		2015		2020	
Residencial	42.52	60.1%	58.28	54.4%	69.50	51.3%	75.47	45.5%	82.94	39.6%
Transporte	13.51	19.1%	19.05	17.8	22.63	16.7%	26.87	16.2%	31.92	15.2%
Industria	9.30	13.2	17.36	16.2	24.20	17.9%	34.25	20.6%	49.27	23.5%
Comercio	4.51	6.4%	9.95	9.3	14.79	11.0%	22.04	13.3%	32.78	15.7%
Agricultura	0.85	1.2	2.48	2.3	4.24	3.1%	7.24	4.4%	12.41	6.0%
TOTAL	70.69	100.0%	107.12	100%	135.36	100.0%	165.86	100.0%	209.32	100%

Escenario energético de mitigación: Se basa en la implementación de una serie de medidas, acciones y políticas, incluyendo las opciones tecnológicas y legales que permitirán modificar los actuales niveles de emisión de los GEI en Nicaragua. Las opciones de mitigación que se proponen, han sido identificadas en base a las condiciones del futuro desarrollo del país, tomando en cuenta sus particularidades económicas, sociales y ambientales. La demanda total producto del escenario de mitigación aplicado a los sectores de consumo, indica que ésta se incrementara en 149% durante el período 1995 –2020, tomando como base el año 1995 (Fig. 1.5).

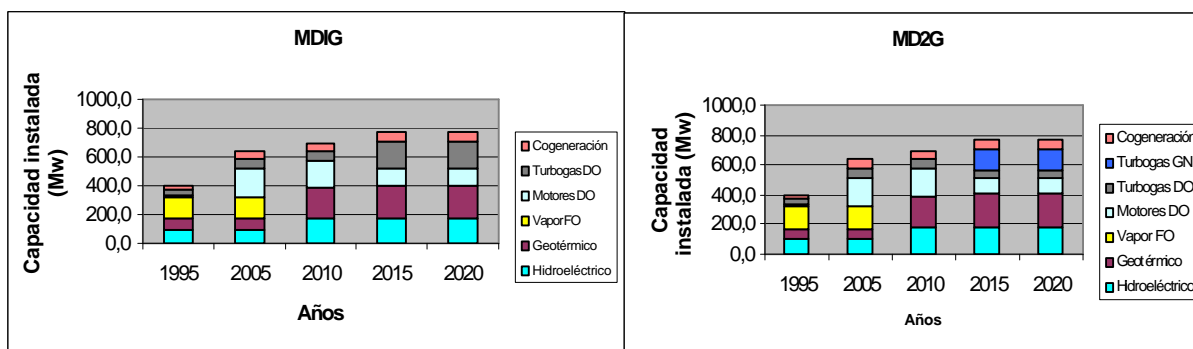
La participación sectorial en la demanda de energía muestra cambios en su estructura, el consumo del sector industrial incrementará su participación de 13% en 1995 a 23% en el 2020. Tanto la electricidad como fuel el oil No. 6 aumentarán su participación , de 6% a 15% y de 3% al 8% respectivamente. El consumo de los sectores residencial y transporte disminuirían su participación dentro del total, el primero variaría de 60% en el año base al 37% en el año 2020; y el segundo de 19% a 14%. Se espera que el sector comercio y servicios incremente su participación de 6% en 1995 a 17% en el 2020; al igual que el sector agricultura que pasará de 1.2% a 7.0%.

Figura 1.5. Evolución del consumo energético nacional por fuentes para el escenario de mitigación. Período 1995 – 2020.



La evolución temporal de la capacidad instalada del sector para las alternativas de mitigación se presentan en la Fig. 1.6, donde la diferencia se refleja en la alternativa MD2G a partir del año 2015, que es cuando se introduce el uso de gas natural en sustitución de petróleo; por tal razón la capacidad en plantas a petróleo se reduce de 39% que tendría en el escenario MD1G a 20% en el MD2G.

Figura 1.6. Evolución de la capacidad instalada por recurso para los escenarios de mitigación. a) MD1G y b) MD2G, para el período 1995 – 2020.



Opciones potenciales de mitigación:

Sub-sector residencial:

Disminución del consumo específico o intensidad energética de la leña, en base a la penetración de cocinas mejoradas en el 60% de la población urbana y rural. Sustitución del consumo de leña por GLP en 456,000 familias urbanas; y de la refrigeración ineficiente en 181,000 hogares, clientes del sistema interconectado nacional (SIN). Sustitución de la iluminación incandescente de 60w y 40w en 230,000 hogares, clientes del SIN.

Sub-sector industrial

Sustitución del proceso de producción de cemento de vía húmeda a vía seca. Utilización de gas natural para la generación de vapor en sustitución del FO No. 6, a partir del 2010 en las industrias de alimentos, bebidas y químicos. Sustitución de motores ineficientes de 50 Kw o más y mejorar en 10% la eficiencia de las calderas a diesel oil. Implementación de guías energéticas para la normación de equipos eléctricos.

Sub-sector transporte

También se esperan cambios importantes en las políticas y administración del transporte, incluyendo mejoras en el servicio del transporte colectivo, para que la población en general utilice más éste. Se desarrollan planes y proyectos de infraestructura vial a nivel nacional. Se mejorará el rendimiento de los vehículos terrestres de carga y pasajeros en 10% y 30% respectivamente, de tal forma que un vehículo liviano de pasajero mejora su rendimiento de 45 a 60 Km./galón.

Sub-sector comercio y servicios

Las medidas de mitigación están orientadas al uso eficiente de la energía, como la sustitución de la iluminación fluorescente convencional por fluorescente ahorradora mayor de 25 Kw/mes. Se prevé sustituir la climatización ineficiente por ahorradora; y se mejora en 10% la eficiencia de las calderas a diesel oil. Diseño y construcción de edificios incorporando medidas de eficiencia energética.

Sub-sector agricultura y otros

Entre las medidas de mitigación está la implementación de tecnologías de riego más eficientes desde el punto de vista de consumo de energía.

1.6. Plan de acción nacional ante el cambio climático

La formulación del Plan de Acción Nacional ante el Cambio Climático (PANCC) surge de la necesidad de identificar y proponer lineamientos estratégicos que sirvan para orientar acciones que ayuden a reducir la problemática del cambio climático, mediante la identificación de opciones de mitigación y estrategias de adaptación con el propósito de que los sectores involucrados se apropien de los resultados de dicho plan.

Entre los sectores de gran interés para la orientación de acciones está el de Cambios en el Uso de la Tierra y Silvicultura, en el cual se analizaron los ecosistemas forestales, identificando medidas de mitigación tanto en el ámbito de objetivos como acciones específicas, las que se resumen en la conservación de sumideros y la fijación de CO₂.

Las áreas protegidas de Nicaragua representan sitios potenciales para la mitigación y conservación de CO₂, en particular las que se localizan en el marco del Corredor Biológico Mesoamericano. Se propone una iniciativa piloto para la ejecución de proyectos de mitigación de GEI en seis áreas protegidas que suman un total de 1,665,545 has, con un potencial de conservación de 124,418,094.69 toneladas (ton.) para un horizonte de 15 años y una fijación de 13,235,293.32 ton., totalizando 137,653,308.01 ton. entre conservación y fijación de CO₂.

Estas acciones promueven un cambio de cultura en las localidades, que articule los aspectos de conservación con producción, así como la formulación de programas socioeconómicos que sirvan para enfrentar el problema de la pobreza y la reversión del cambio climático.

En el sector agricultura el PANCC propone fortalecer los sistemas de registros y monitoreo de fenómenos meteorológicos que sirvan de insumos a los estudios de impacto del cambio climático orientados a los cultivos de importancia económica del país, con la finalidad de poder adaptar los cultivos a través de la diversificación, en base a técnicas eficientes en el manejo, e implementando el uso de semillas mejoradas. En términos generales, se persigue inducir la sostenibilidad de los recursos agua y suelo.

El país dentro del marco energético es altamente dependiente de los derivados del petróleo (25.31%) y de la leña (60.56%). Es latente la necesidad del desarrollo de un nuevo esquema energético sostenible y menos dependiente de importaciones de combustibles, para dar paso a la utilización de las fuentes renovables que tiene el país.

Por medio de los estudios de opciones de mitigación se ha podido determinar diferentes ámbitos de acción que incentiven el uso de energía más eficiente y limpia que la actual. Las principales líneas de acción están orientadas a diversificar las fuentes de energía primaria, promoviendo proyectos de cogeneración para poder satisfacer la demanda, así mismo, el desarrollo de la electrificación rural siempre bajo la perspectiva de eficiencia y el uso de fuentes renovables.

El sector Recursos Hídricos juega uno de los principales papeles en el desarrollo del país, como el componente de mayor importancia en la vida nacional. La propuesta del Plan de Acción se orienta en el marco de la planificación nacional, considerando los resultados de los estudios de evaluación de la vulnerabilidad y adaptación de los recursos hídricos ante el cambio climático, identificándose acciones orientadas al desarrollo de planes estratégicos de conservación y manejo de cuencas hidrográficas en las áreas más vulnerables, así como evitar la deforestación en zonas de recarga, impulsando el uso eficiente del recurso por medio de la prevención de la contaminación.

En cuanto al marco legal e institucional, el PANCC identifica necesidades relativas al marco de la legislación ambiental, de forma tal que se establezca una administración eficiente y sostenible de los recursos naturales, así como establecer normas que regulen, a través de procedimientos administrativos, la calidad del agua. También, se deben establecer incentivos para las acciones de conservación del recurso forestal y la energía renovable y establecer políticas y estrategias de mercadeo con el fin de promover la transformación tecnológica en los sistemas de producción agroforestales eficientes y sostenibles. Una acción concreta sería impulsar la reglamentación de la venta de servicios ambientales en las áreas protegidas.

1.7. Desarrollo institucional y sensibilización pública

El MARENA es la institución gubernamental encargada de la normación, control y regulación del uso sostenible de los recursos naturales y del ambiente. Cuenta con una amplia experiencia acumulada en la ejecución de proyectos en el sector del medioambiente con financiamiento externo, lo cual ha sido beneficioso para los proyectos de cambio climático que MARENA ejecuta. Entre las funciones que la ley le confiere al MARENA están la de monitorear y darle seguimiento a las Convenciones Internacionales en lo referente a los recursos naturales y el medioambiente, en estrecha coordinación con el Ministerio de Relaciones Exteriores.

Nicaragua suscribió la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambios Climáticos en la Cumbre de la Tierra el 9 de mayo de 1992, siendo esta ratificada por la Asamblea Nacional el 29 de septiembre de 1995 entrando en vigor el 24 de octubre de 1995.

Para cumplir con los compromisos adquiridos por el país ante la Convención, ha sido necesario desarrollar una serie de acciones encaminadas al fortalecimiento institucional y la creación de capacidades internas, entre las que se destacan las siguientes:

- 1- Creación de la Comisión Nacional de Cambios Climáticos, la cual se constituye en el principal instrumento gubernamental de gestión y ejecución de las acciones inherentes a la aplicación de la Convención (Resolución Ministerial N° 014.99).
- 2- Fortalecimiento del punto focal de Cambio Climático.
- 3- Aprovechamiento de los esfuerzos de cooperación para crear las capacidades internas necesarias para continuar con el cumplimiento de dicha Convención.
- 4- Preparación nacional ante la problemática del cambio climático, así como el cumplimiento de los principales compromisos adquiridos: elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y de los escenarios climáticos y socioeconómicos, preparación de los estudios de impacto, vulnerabilidad y adaptación ante el cambio climático en distintos sectores socioeconómicos del país.
- 5- Publicación, divulgación y capacitación en temas de cambio climático en el ámbito nacional, con el objetivo de informar y sensibilizar a tomadores de decisiones y a la sociedad nicaragüense acerca de los impactos de éste.
- 6- Desarrollo de actividades docentes sobre cambio climático en la Universidad Centroamericana y la Universidad Nacional Agraria, en las cuales se incorporó la asignatura de cambio climático, además de brindársele apoyo a veinte estudiantes de pregrado para que desarrollaran sus tesis relacionadas con este tema.
- 7- Creación del Centro de Información en Cambio Climático, integrado en el Centro de Documentación de MARENA.
- 8- Actualización del programa de observación climatológica y meteorológica de la red nacional de observación en superficie y aire superior.
- 9- En 1999 se creó el sitio web sobre cambio climático en MARENA (http://www.marena.gob.ni/cambio_climático/)

Además se han desarrollado actividades de sensibilización pública encaminadas a la difusión de los temas referentes a los cambios climáticos, con el objetivo de crear conciencia en la población y los sectores socioeconómicos involucrados en las emisiones y absorciones de los gases de efecto invernadero.

Esta tarea fue desarrollada a través de publicaciones de libros, revistas, trípticos, artículos en periódicos, así como revistas y la realización de talleres dirigidos a profesionales y tomadores de decisiones.