



**REGATTA**  
Regional Gateway for Technology Transfer and Climate  
Change Action in Latin America and the Caribbean



 **FUNDACION  
TORCUATO DI TELLA**

# **El papel del Mecanismo para un Desarrollo Limpio en la Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Sector Energético de Latinoamérica y el Caribe**

*Un análisis de datos históricos desde 1992 a 2008  
y de proyecciones hasta 2033*

 **Fundación Torcuato Di Tella**

**-Diciembre de 2012-**



**REGATTA**  
Regional Gateway for Technology Transfer and Climate  
Change Action in Latin America and the Caribbean



**Autores:**

**Luciano Caratori**

**Verónica Gutman**

**Daniel Perczyk**

**Gerardo Rabinovich**



## Contenido

1. Introducción .....	4
2. Metodología de Análisis .....	6
3. Análisis del consumo total de energía primaria, Latinoamérica y el Caribe .....	8
4. Análisis de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero del sector energético en Latinoamérica y el Caribe.....	12
5. Análisis de la correlación entre el consumo de energía primaria de energía y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Sector Energético de Latinoamérica y el Caribe .....	16
6. Proyecciones del consumo de energía primaria en Latinoamérica y el Caribe .....	20
7. Proyecciones de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero provenientes del sector energético en Latinoamérica y el Caribe .....	23
8. CDM pipeline: reducción de emisiones por proyectos de MDL del sector energético .....	25
9. Emisiones proyectadas para el sector energético de LAC y reducciones de emisiones por proyectos de MDL del sector energético .....	32
10. Conclusiones.....	34



## 1. Introducción

La relación entre consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero es una dimensión que debe ser analizada para evaluar el avance de América Latina y el Caribe (LAC) en sus esfuerzos de mitigación del cambio climático y en la reducción de emisiones de esos gases.

A su vez, es notoria la importancia que tienen los proyectos relacionados con el sector energético en el Mecanismo para un Desarrollo Limpio. A la fecha de elaboración del presente documento, el 48% de los proyectos registrados y el 77% de los proyectos en validación en Latinoamérica y el Caribe están relacionados exclusivamente<sup>1</sup> con el sector energético, representando conjuntamente - de acuerdo a los correspondientes documentos de diseño de proyecto (PDDs, por sus siglas en inglés)- el 57% de las reducciones de emisiones esperadas para 2020.

**Figura 1-1: Participación de los proyectos relacionados con el sector energético en el total de proyectos de MDL en Latinoamérica y el Caribe**

	Cantidad de proyectos		kCERs 2012		kCERs 2020	
	Cantidad	Participación	Cantidad	Participación	Cantidad	Participación
<b>Proyectos registrados</b>						
Sector energético	304	48%	94.432	30%	273.749	34%
Otros sectores	325	52%	221.916	70%	527.432	66%
<b>Total</b>	<b>629</b>	<b>100%</b>	<b>316.347</b>	<b>100%</b>	<b>801.181</b>	<b>100%</b>
<b>Proyectos en validación</b>						
Sector energético	459	77%	24.690	59%	594.282	82%
Otros sectores	137	23%	17.146	41%	133.768	18%
<b>Total</b>	<b>596</b>	<b>100%</b>	<b>41.836</b>	<b>100%</b>	<b>728.049</b>	<b>100%</b>
<b>Proyectos registrados y en validación</b>						
Sector energético	763	62%	119.121	33%	868.030	57%
Otros sectores	462	38%	239.062	67%	661.200	43%
<b>Total</b>	<b>1.225</b>	<b>100%</b>	<b>358.183</b>	<b>100%</b>	<b>1.529.230</b>	<b>100%</b>

Elaboración Propia

Fuente: CDM Pipeline, Jørgen Fenhann, UNEP Risø Centre, con datos al mes de octubre de 2012

<sup>1</sup> Se excluyen, para la elaboración de este documento, los proyectos considerados "mixtos", como los proyectos de gas de relleno sanitario y de transporte, que si bien incluyen en algunos subtipos a proyectos relacionados con el sector energético no pertenecen exclusivamente al mismo.



Las tendencias recientes en la evolución del consumo energético así como su proyección en los próximos 25 años pueden contribuir también a dar una indicación precisa de las implicancias de esa evolución y de los escenarios futuros en LAC para el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y para otros nuevos instrumentos destinados a promover el desarrollo de proyectos que incrementan la oferta de energía, facilitar el acceso universal a la energía, dar abasto a las actividades productivas y sociales así como facilitar el desarrollo productivo, a la vez que permitir avanzar en la transición a una economía con bajas emisiones.

En el presente documento se analiza el comportamiento de las variables consumo energético y emisión de gases de efecto invernadero, seleccionando modelos de análisis pertinentes que permitan encontrar las relaciones existentes y proyectar en función del crecimiento del consumo energético las emisiones de GEI del sector energético para un periodo de 25 años.

Con estos resultados y teniendo en cuenta la información aportada por el CDM Pipeline elaborado por el UNEP Risø Centre respecto a los proyectos de MDL, pero considerando sólo las actividades de proyectos energéticos de la Región LAC, se evalúa la contribución del Mecanismo de Desarrollo Limpio a la reducción de GEI en América Latina y el Caribe.

En una profundización posterior de este estudio se podrán incorporar al análisis los resultados de la reducción de emisiones de aquellos proyectos que involucren al sector energético y además otras actividades, como el manejo de residuos (por ejemplo generación de energía con gas de relleno sanitario) y el transporte.

Además, se podrá realizar un análisis similar (comparación de proyección de emisiones vs. reducciones de emisiones por proyectos MDL) a nivel general para cada país, sin limitarlo al sector energético, e incluso extender este análisis a otras regiones.



## 2. Metodología de Análisis

Para evaluar el comportamiento de las variables consumo energético y emisión de gases de efecto invernadero, se decidió emplear un modelo explicativo que permitiera encontrar las relaciones entre estos parámetros en el transcurso del tiempo, para cada uno de los países de América Latina y el Caribe, en los que hubiera disponibilidad de información así como para el conjunto de la Región.

Con este criterio, se realizó en primer lugar un relevamiento de la información disponible de los consumos energéticos en el periodo 1992-2008. Se utilizó como fuente a la *Energy Information Administration* (EIA) del Departamento de Energía de los Estados Unidos de América, donde se obtuvo información para el periodo bajo análisis para los siguientes países de la Región:

Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Granada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía, Saint Vincent/Grenadines, Surinam, Trinidad & Tobago, Uruguay y Venezuela.

Los siguientes territorios cuentan con información energética detallada, pero no con una serie de datos sobre emisiones de CO<sub>2</sub> que permitiera luego continuar con la metodología propuesta: Aruba, Islas Caimán, Guayana Francesa, Guyana, Guadalupe, Martinica, Montserrat, Antillas Holandesas, Puerto Rico, Turks and Caicos e Islas Vírgenes.

La información sobre las emisiones relacionadas con el sector energía fue tomada del *Climate Analysis Indicators Tool*, del *World Resources Institute* (CAIT-WRI), [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org).

Las emisiones del sector energético son aproximadamente el 51% de las emisiones totales de América Latina y el Caribe, con la particularidad que en uno de los grandes países de la Región como Brasil esta relación es relativamente baja, del orden del 35%, explicada por el gran desarrollo hidroeléctrico, por el cual cerca del 90% de la producción de electricidad del Brasil es de origen hidráulico.

Sin embargo, en otro de los grandes países de la Región como México, el sector energía explica el 77% de las emisiones totales de Gases Efecto Invernadero (GEI), mientras que la Argentina se ubica en el promedio de la región, ya que el sector energía es responsable del 52% de las emisiones totales.

Dada la importancia relativa del sector energía en la emisión de GEIs, la disparidad de situaciones en los distintos países, con mayor o menor disponibilidad de recursos naturales así como en lo relativo a la disponibilidad de información, pareció apropiado analizar la relación histórica entre consumo de energía y emisiones de GEI, y en caso de encontrar una buena correlación entre estos dos parámetros, proyectar para los próximos 25 años el crecimiento



del consumo energético, en un escenario tendencial (del tipo “*business as usual*”), calculando luego la trayectoria en las emisiones que el crecimiento del consumo producirá.

El parámetro utilizado para evaluar la evolución del sector energético es el Consumo de Energía Primaria, definida por la *Energy Information Administration* en su base de datos, que refleja los volúmenes de energía primaria consumidos en un país o región determinados (petróleo, gas, carbón, nuclear, hidroelectricidad, combustibles renovables, energías renovables no convencionales).

Para las proyecciones se utilizó un modelo econométrico del tipo ARIMA. Aunque esencialmente simple en su formulación, los modelos ARIMA han ganado desde los años 1970 un papel fundamental en la literatura sobre predicción. Originalmente introducida a través de los trabajos pioneros de Box y Jenkins, esta generalización de los modelos autorregresivos y de promedios móviles (ARMA) probó ser bastante efectiva a pesar de su sencilla computación y se instauró de este modo como una alternativa relevante a los modelos estructurales.

La forma tradicional de generar y aplicar modelos ARIMA es la que utiliza la metodología elaborada por Box y Jenkins. Si bien existen distintas variantes de cómo ésta se aplica, la forma más general es la que divide el proceso en cuatro pasos: 1) identificación, 2) estimación del modelo, 3) diagnóstico; y 4) la posterior predicción. Se ha seguido esa estructura para generar las predicciones de las variables en estudio.

En los casos particulares de Cuba, Colombia y Uruguay, las series de consumo de energía primaria y de emisiones presentaron características que impidieron realizar sobre ellas un tratamiento similar al de los otros países. Estas dificultades se presentaron en dos etapas diferentes del análisis: en la estimación de los parámetros de relación entre consumo de energía y emisiones del sector (punto 5) y, por otro lado, en la selección del modelo de proyección de consumo de energía (punto 6).

En el primer caso, para Colombia y Uruguay, no se encontró una relación parametrizable entre las variables de consumo de energía y emisiones (punto 5), por lo que se procedió posteriormente (punto 7) a estimar las emisiones provenientes del sector energía a través de la tasa de crecimiento anual compuesto de los datos históricos de emisiones, tratándola como variable independiente en una serie temporal.

Por su parte, en el caso de Cuba –y también el de Uruguay–, sumándose esta dificultad a la presentada anteriormente–, el modelo ARIMA con mejor ajuste, según el criterio del BIC de Schwarz-Bayes, era el ARIMA (1,0,0), en el que a partir de los resultados obtenidos para el consumo de energía no se obtuvieron parámetros estadísticos que indicasen un ajuste razonable en la etapa de estimación, por lo que fue descartado el modelo, para utilizar la tasa de crecimiento anual compuesto entre los extremos del período de análisis, extrapolándose dicho crecimiento a los años de pronóstico del consumo de energía para los siguientes 25 años.

### 3. Análisis del consumo total de energía primaria, Latinoamérica y el Caribe

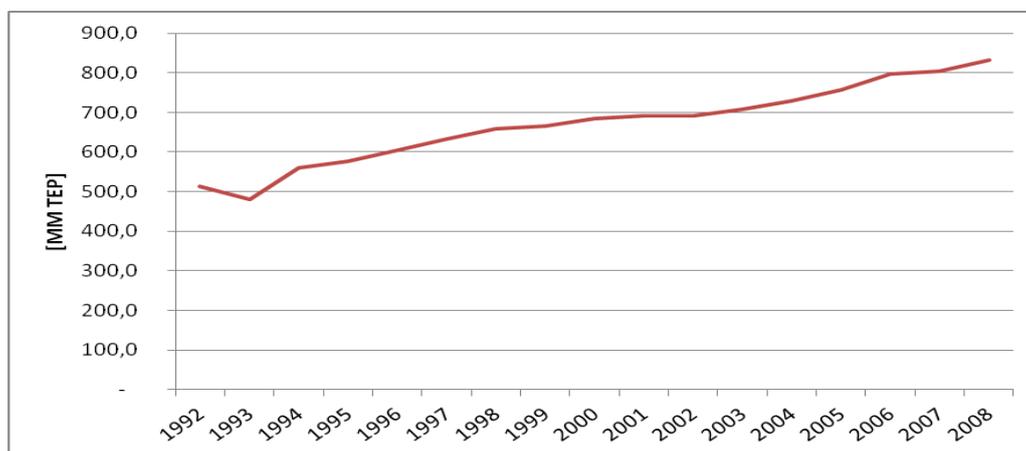
De acuerdo a la *Energy Information Administration (EIA)*, de Estados Unidos de Norteamérica, el Consumo de Energía Primaria de Latinoamérica y el Caribe fue en 2008 de 833 MMTEp<sup>(1)</sup>, lo que representa una tasa de anual de crecimiento compuesto (CAGR) de 3,1 por ciento entre 1992 y 2008.

En la Figura 3.1 se puede observar la evolución del Consumo de Energía Primaria en el periodo 1992-2008, que pasó de cerca de 514 MMTEp al inicio del periodo a 833 MMTEp en 2008, con un crecimiento prácticamente continuo a lo largo de todo el periodo, salvo una caída en el año 1992 del 10% que fue recuperada rápidamente al año siguiente.

El petróleo y el gas natural explican el 68% del consumo de energía primaria en el año 2008 (ver figura 3.2), la hidroelectricidad es responsable del 9% y los combustibles renovables, que incluyen la leña y los residuos vegetales y animales el 14%.

Es interesante observar que algunas fuentes de energía renovables no convencionales, ya se han introducido en la matriz de energía primaria de América Latina con una participación del 2% en el caso de la geotermia y también un 2% en los biocombustibles.

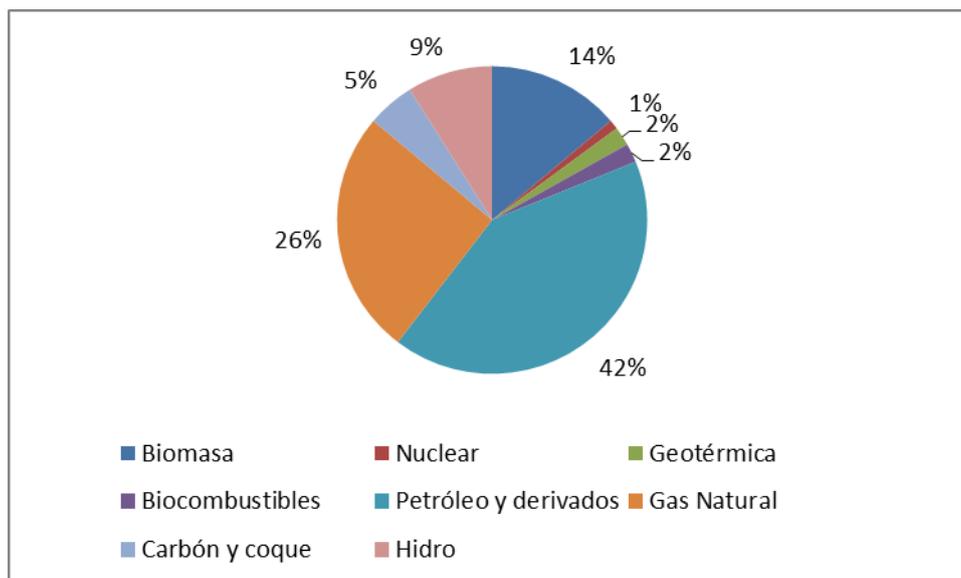
**Figura 3-1: Consumo total de energía primaria, LAC, 1992-2008 [MM Tep]**



Fuente: *International Energy Statistics. Energy Information Administration, Department of Energy, U.S*

(1) MMTEp: Millones ( $10^6$ ) de Tonelada equivalentes de petróleo. 1 Tep = 0,0252 MBtu = 10.000 KCal

**Figura 3-2: Consumo de energía primaria total de por fuente, LAC, 2008 [%]**



Fuente: OLADE. Energy Statistics Report 2009

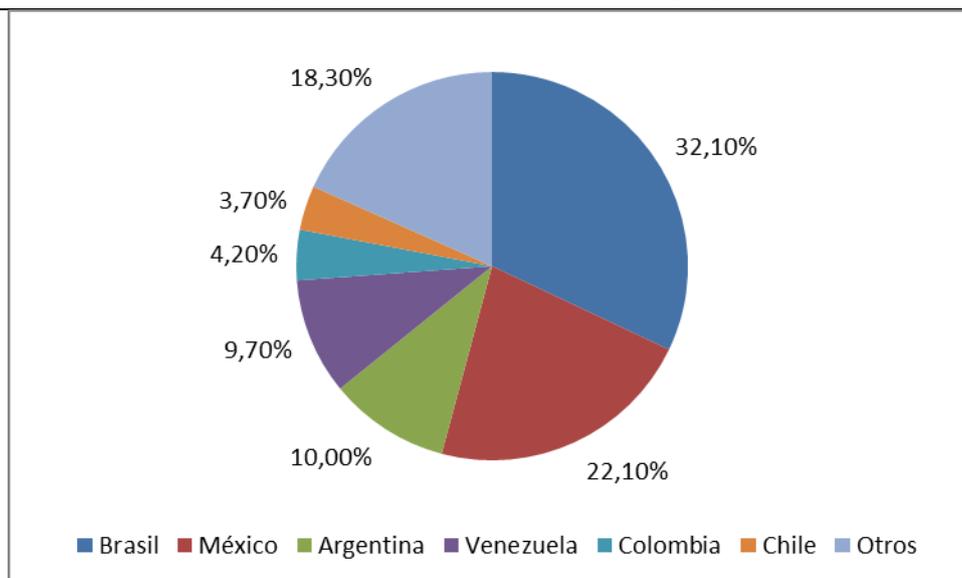
El consumo de energía primaria en Latinoamérica está altamente concentrado: los seis países con mayor consumo representaban en 2008 más del 81 por ciento de la demanda de la región, y en particular, la suma de las demandas de energía primaria de Brasil y México representaban más del 54,2 % del consumo de energía primaria de Latinoamérica y el Caribe (ver Figura 3.3 y Cuadro 3.1).

**Cuadro 3-1: Consumo total de energía primaria, principales países de LAC, 2008 [MM Tep]**

País	Consumo de Energía Primaria 2008 [MM Tep]	Participación [%]
<b>Brasil</b>	267,9	32,1%
<b>México</b>	184,2	22,1%
<b>Argentina</b>	83,0	10,0%
<b>Venezuela</b>	80,5	9,7%
<b>Colombia</b>	34,6	4,2%
<b>Chile</b>	30,6	3,7%
<b>Otros</b>	152,6	18,3%
<b>Total</b>	<b>807</b>	<b>100%</b>

Fuente: *International Energy Statistics. Energy Information Administration, Department of Energy, U.S*

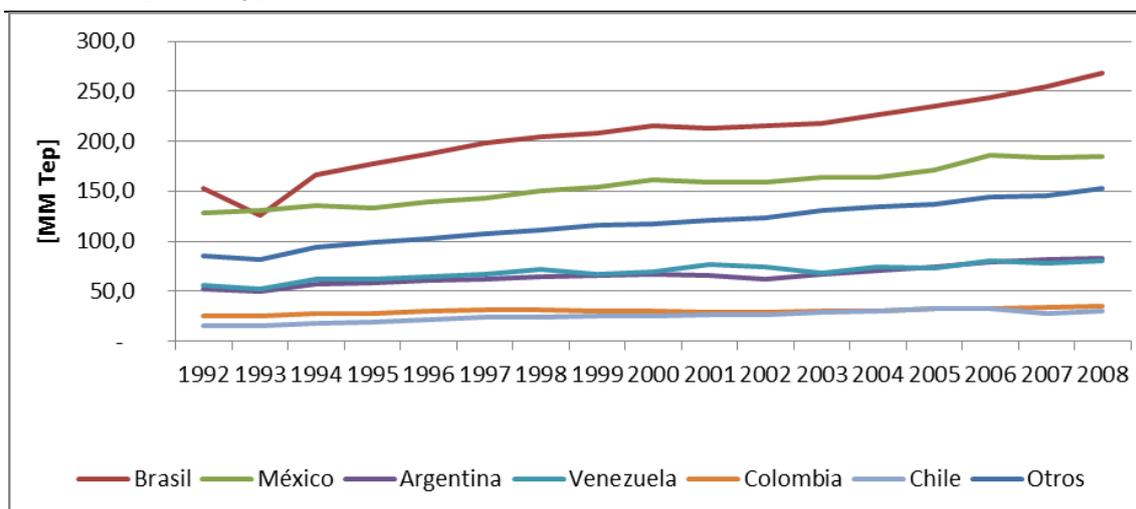
**Figura 3-3: Participación por país en el consumo total de energía primaria, LAC, 2008 [%]**



Fuente: *International Energy Statistics. Energy Information Administration, Department of Energy, U.S*

Durante el período analizado, la demanda de energía de los países seleccionados mostró un crecimiento sostenido. En particular, la demanda de energía de Brasil muestra una aceleración hacia el final del período, mientras que el crecimiento de la demanda de México –país que mostró el mayor incremento en su consumo total en el período de análisis-, se redujo entre 2006 y 2008 (ver Figura 3.4).

**Figura 3-4: Evolución del consumo total de energía primaria – Países seleccionados, LAC, 1992-2008 [MM Tep]**



Fuente: *International Energy Statistics. Energy Information Administration, Department of Energy, U.S*

La tasa promedio de crecimiento anual del consumo de energía primaria acumulada en el periodo considerado (CAGR) para el conjunto de la Región fue del 3,1%, con Chile creciendo casi un 50% por encima de la media regional, y Brasil con un crecimiento superior en un 10% a dicho promedio.



**Cuadro 3-2: Consumo total de energía primaria, principales países de LAC, CAGR 1992-2008**  
[%]

País	CAGR 1992-2008
<b>Brasil</b>	3,6%
<b>México</b>	2,3%
<b>Argentina</b>	3,0%
<b>Venezuela</b>	2,3%
<b>Colombia</b>	2,2%
<b>Chile</b>	4,5%
<b>LAC</b>	3,1%

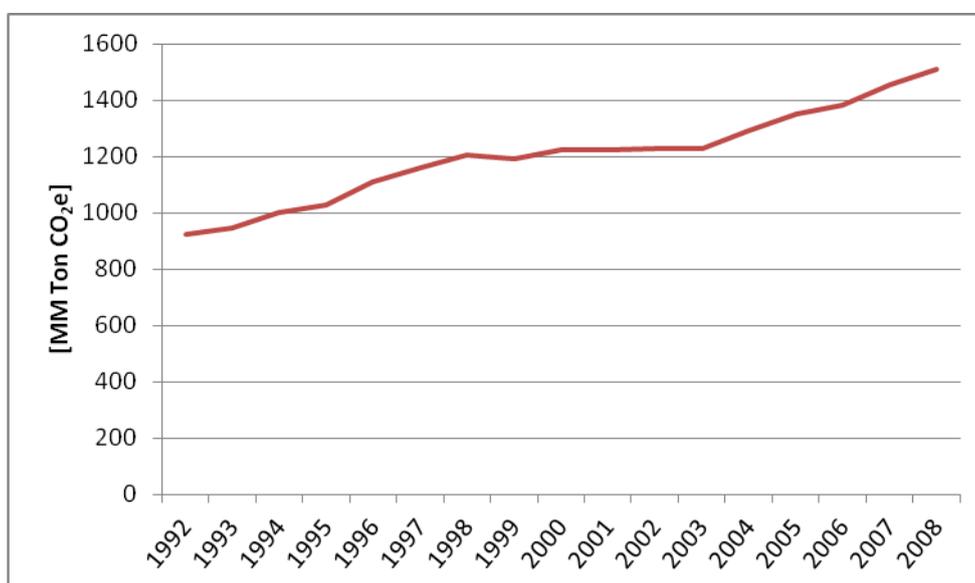
Elaboración Propia

Fuente de datos: *International Energy Statistics. Energy Information Administration, Department of Energy, U.S*

#### 4. Análisis de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero del sector energético en Latinoamérica y el Caribe

Las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes del sector energético en Latinoamérica y el Caribe presentaron entre 1992 y 2008 un crecimiento casi constante, que se ha acelerado hacia el final del período. Entre ambos años, las emisiones de GEIs en la región crecieron a una tasa anual acumulada de 3,1 por ciento, similar a la del consumo de energía primaria, siendo en 2008 de 1.508 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (ver figura 4.1).

**Figura 4-1: Evolución de las emisiones de GEIs del sector energético, LAC, 1992-2008 [MM tCO<sub>2</sub>e]**



Fuente: *Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 9.0. (Washington DC): World Resources Institute*

Al igual que en el consumo de energía primaria, las emisiones de GEIs del sector energético de la región se encuentran altamente concentradas, concentrando seis países más del 85 por ciento de las emisiones correspondientes al sector energético de todo Latinoamérica y el Caribe.

Cabe destacar que México, cuyo sector energético es el que presenta las mayores emisiones de GEIs de la región, tuvo en 2008 emisiones un 17 por ciento mayores que las de Brasil, con un consumo total de energía primaria 31 por ciento menor que éste en el mismo año (ver cuadro 4.1). Como vimos en el punto anterior, esta situación se explica por el gran desarrollo del potencial hidroeléctrico en el sector energético brasileiro, y por las políticas de producción de biocombustibles, en particular etanol de la caña de azúcar y biodiesel proveniente del aceite de soja.

**Cuadro 4-1: Emisiones de GEIs del sector energético, principales países de LAC, 2008 [MM tCO<sub>2</sub>e]**

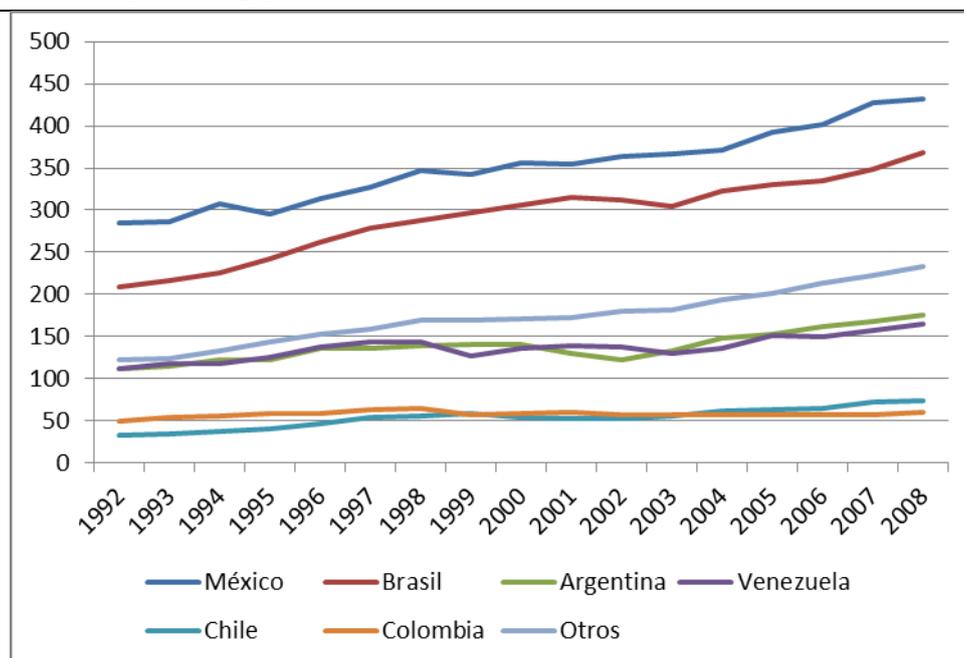
País	Emisiones de GEIs del Sector Energético 2008 [MM tCO <sub>2</sub> e]	Participación [%]
<b>México</b>	432,6	29%
<b>Brasil</b>	368,6	24%
<b>Argentina</b>	175,4	12%
<b>Venezuela</b>	164,7	11%
<b>Chile</b>	73,3	5%
<b>Colombia</b>	60,7	4%
<b>Otros</b>	232,7	15%
<b>Total</b>	<b>1.508</b>	<b>100%</b>

Elaboración Propia

Fuente de datos: *Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 9.0. (Washington DC): World Resources Institute*

En la figura 4.2 se aprecia la evolución creciente de las emisiones de los países con las economías mas grandes en la Región, con México y Brasil superando ampliamente al resto de los países, y la tendencia creciente de la Argentina, particularmente en los últimos años del periodo superando ligeramente a Venezuela y mostrando una preocupante tendencia creciente.

**Figura 4-2: Evolución de las emisiones de GEIs del sector energético. Países seleccionados, LAC, 1992-2008 [MM tCO<sub>2</sub>e]**



Fuente: *Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 9.0. (Washington DC): World Resources Institute*



La tasa de crecimiento anual acumulado de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energético en el periodo analizado fue del 3,1% (ver Cuadro 4.2), exactamente igual al crecimiento del Consumo de Energía Primaria, lo que en realidad no sorprende, teniendo en cuenta la predominancia de los combustibles fósiles en la matriz energética de la Región.

Sin embargo, pueden sorprender algunos comportamientos individuales que se estudiarán más adelante, por ejemplo la aceleración en el ritmo de emisiones que se produce en Chile, y en menor medida en México, mostrando una tendencia estructural de profundización de consumos con altos contenidos en carbono en el sector energético. En el caso de Chile, la pérdida de abastecimiento de gas natural desde Argentina puede ser un factor explicativo de este comportamiento.

También puede sorprender el comportamiento de Brasil, que pese al fuerte impulso dado a la hidroelectricidad y a los biocombustibles no consigue reducir el ritmo de emisiones de CO<sub>2</sub>, demostrando problemas estructurales para cumplir con metas más estrictas de reducción en el sector energético. El incremento de sus reservas y producción de petróleo pueden actuar como una fuerza que tracciona en sentido contrario al deseado en materia de mitigación (Ver Cuadro 4.2).

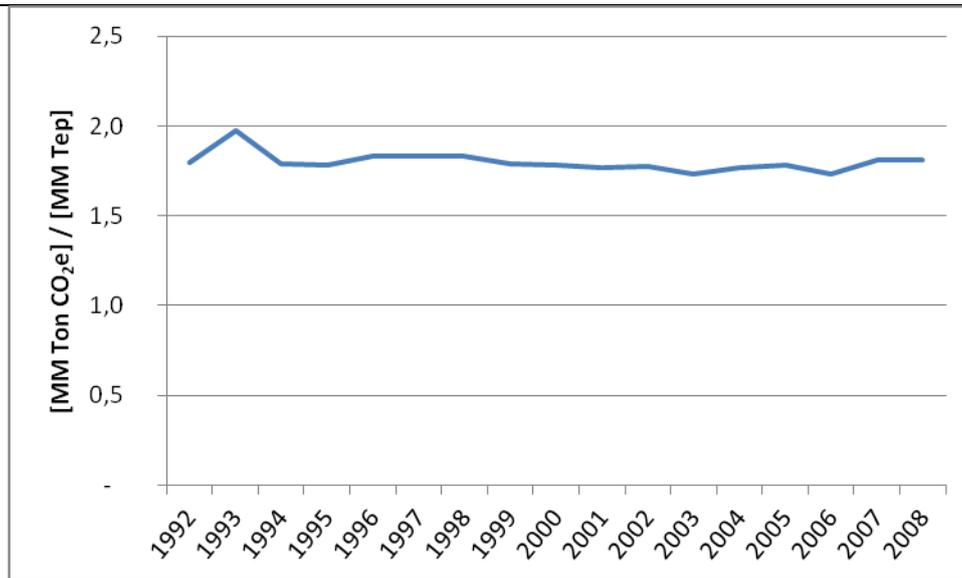
**Cuadro 4-2: Emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía, principales países de LAC, CAGR 1992-2008 [%]**

País	CAGR 1992-2008
México	2,7%
Brasil	3,6%
Argentina	2,8%
Venezuela	2,4%
Chile	5,1%
Colombia	1,2%
LAC	3,1%

Elaboración Propia

Fuente de datos: *Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 9.0. (Washington DC): World Resources Institute*

**Figura 4-2: Evolución de las emisiones de GEIs del sector energético por unidad de energía primaria consumida. Países seleccionados, LAC, 1992-2008 [MM tCO<sub>2</sub>e / MM Tep]**



Elaboración Propia

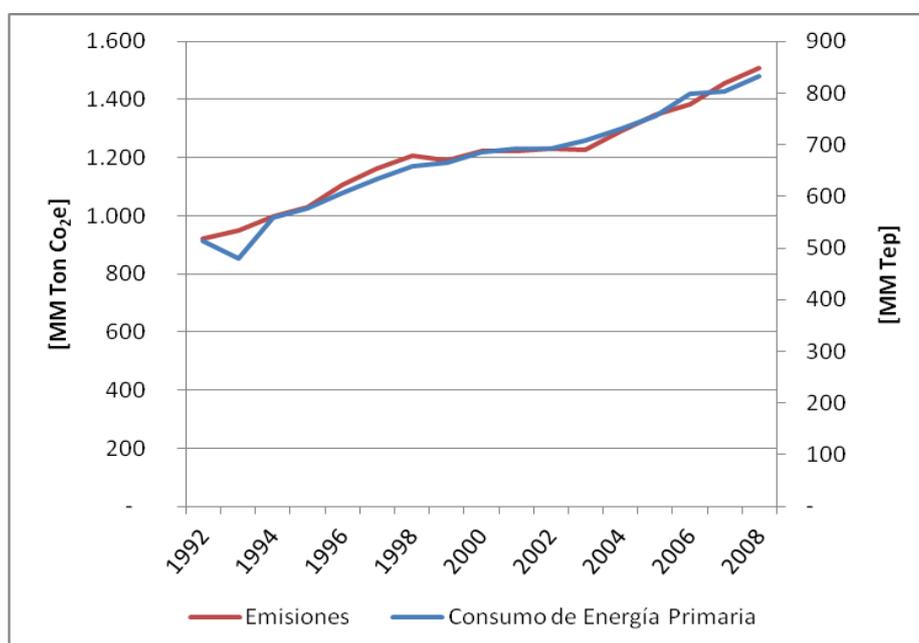
Fuentes de datos: *Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 9.0. (Washington DC): World Resources Institute International Energy Statistics. Energy Information Administration, Department of Energy, U.S*

El comportamiento de las emisiones de GEIs del sector energético en relación a la energía primaria consumida muestra que no ha cambiado la eficiencia medida en intensidad de carbono por unidad de energía, y a pesar del fuerte crecimiento del consumo de energía primaria, esta relación se ha mantenido prácticamente constante a lo largo del periodo.

## 5. Análisis de la correlación entre el consumo de energía primaria de energía y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Sector Energético de Latinoamérica y el Caribe

En la figura 5.1 se aprecia la alta correlación entre las curvas que muestran por un lado la evolución del consumo de energía primaria en la Región, y por el otro las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energético. A simple vista la curva muestra la existencia de una fuerte similitud en el comportamiento de ambos parámetros.

**Figura 5-1: Evolución de las emisiones de GEIs del sector energético y del consumo de energía, LAC, 1992-2008 [MM tCO<sub>2</sub>e] y [MM Tep]**



Fuentes: *Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 9.0. (Washington DC): World Resources Institute e International Energy Statistics. Energy Information Administration, Department of Energy, U.S*

En la figura 5.2 y confirmando las hipótesis planteadas, se observan los resultados de la muy baja dispersión de datos entre las emisiones del sector energético y el consumo de energía primaria, alrededor de una recta del tipo:

$$E = \beta_0 + \beta_1 C$$

Donde

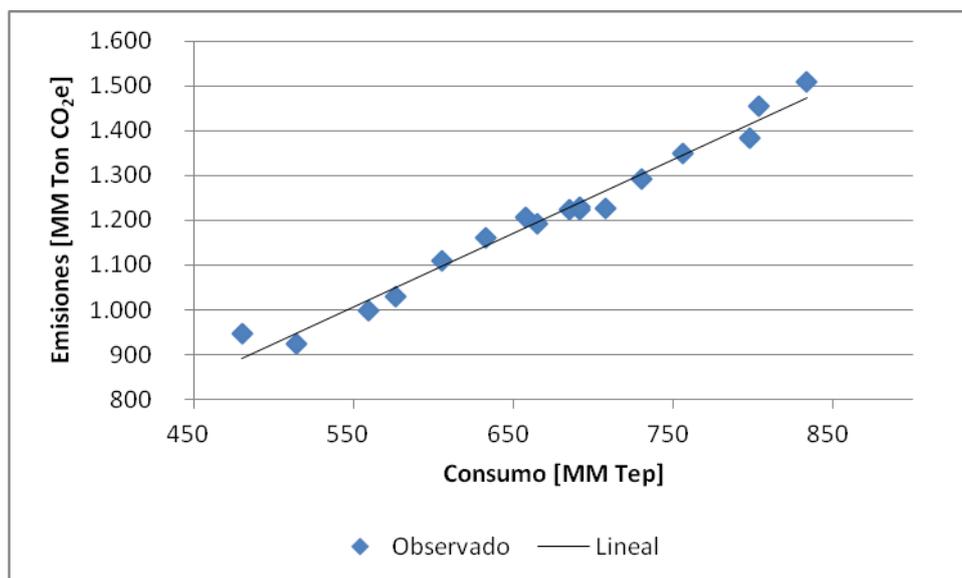
E representa las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energético de la región para un año dado,

C representa el consumo total de energía primaria para ese mismo año,

$\beta_0$  es la ordenada al origen, y

$\beta_1$  es la pendiente de la recta

**Figura 5-2: Dispersión de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energético y del consumo de energía, LAC, 1992-2008 [MM tCO<sub>2</sub>e] y [MM Tep]**



Elaboración Propia

Al analizar la correlación entre el consumo de energía primaria y las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector en Latinoamérica y el Caribe, se obtiene un coeficiente de correlación ( $r$  de Pearson) de 0,988, siendo la correlación entre consumo de energía primaria y emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético, significativa al 1%.

R	$r^2$	$r^2$ ajustado	Error estándar
0,988	0,976	0,974	26,820

A continuación se presenta la estimación de los parámetros de la estimación lineal de correlación entre ambas variables, tomando como variable explicativa el consumo de energía primaria, en MM Tep, y como variable dependiente las emisiones de CO<sub>2</sub>e del sector:

	B	Error estándar	t	Sig.
(Constante)	103,289	45,184	2,286	0,037
Consumo	1,642	0,067	24,603	0,000

La solución de la recta obtenida es:

$$\beta_0 = 103,289$$

$$\beta_1 = 1,642$$

$$E = 103,289 + 1,642 C$$

Este análisis se ha realizado para cada uno de los países analizados, con resultados que se presentan a continuación en el Cuadro 5-1.

**Cuadro 5-1: Estimación de los parámetros de la relación lineal entre consumo de energía primaria y emisiones de CO2 del sector, 1992-2008**

País	Tipo de ajuste	$r^2$	$\beta_0$	$\beta_1$
<b>Argentina</b>	Lineal	0,921	19,962	1,801
<b>Bolivia</b>	Lineal	0,566	5,796	0,893
<b>Brasil</b>	Lineal	0,950	32,983	1,253
<b>Chile</b>	Lineal	0,803	5,865	1,924
<b>Colombia</b>				
<b>Costa Rica</b>	Lineal	0,869	1,603	0,898
<b>Cuba</b>	Lineal	0,806	2,448	2,328
<b>República Dominicana</b>	Lineal	0,906	2,448	2,328
<b>Ecuador</b>	Lineal	0,892	-0,774	2,439
<b>El Salvador</b>	Lineal	0,916	1,469	1,366
<b>Guatemala</b>	Lineal	0,966	-0,396	2,263
<b>Haití</b>	Lineal	0,920	-0,566	3,548
<b>Honduras</b>	Lineal	0,957	-1,373	2,740
<b>Jamaica</b>	Lineal	0,923	-0,869	2,875
<b>México</b>	Lineal	0,970	-22,522	2,400
<b>Nicaragua</b>	Lineal	0,922	-0,458	2,564
<b>Panamá</b>	Lineal	0,576	-4,283	1,781
<b>Paraguay</b>	Lineal	0,793	0,891	0,266
<b>Perú</b>	Lineal	0,844	4,916	1,586
<b>Trinidad &amp; Tobago</b>	Lineal	0,956	4,010	1,634
<b>Uruguay</b>				
<b>Venezuela</b>	Lineal	0,758	29,169	1,560

\*El consumo de energía primaria es la variable independiente.

Elaboración Propia

En los casos de Colombia y Uruguay no pudo encontrarse una relación parametrizable entre las variables de consumo de energía y emisiones según las curvas conocidas, presentándose en todos los casos un ajuste muy pobre entre ambas variables ( $r^2 < 0,35$ ). Una de las causas que se presume podría llevar a resultados de este tipo consiste en el comportamiento aleatorio de la hidroelectricidad, que si bien constituye una fuente importante de la producción de electricidad no es predominante, como en Brasil (donde casi el 90% de la electricidad es producida por centrales hidroeléctricas).

Se debe profundizar el análisis de la información sobre Bolivia y Panamá, que presentan un coeficiente de regresión bajo, evaluando si el componente hidráulico genera distorsiones que deben ser consideradas y corregidas para mejorar el ajuste de las series.



En los años de baja hidraulicidad se recurre con mayor frecuencia a los combustibles fósiles para la producción de electricidad y ello puede incidir en la variabilidad de las emisiones de gases de efecto invernadero, dado que el sector eléctrico es uno de los mayores emisores del sector energético.

Debido a este comportamiento, en el punto 7 se procedió a realizar las proyecciones en estos dos países, a partir de un método simplificado que utiliza la tasa de crecimiento anual acumulado de las emisiones de CO<sub>2</sub> (CAGR, por sus siglas en inglés), para el periodo en análisis.

Al hacer el análisis particular de cada país se profundizará en estos dos casos los motivos del comportamiento encontrado a fin de poder formular respuestas mas ajustadas a cada caso particular.

## 6. Proyecciones del consumo de energía primaria en Latinoamérica y el Caribe

Para la proyección del consumo de energía primaria se ha utilizado, como se indicó en punto 2, donde se describe la metodología de análisis, un modelo ARIMA. En todos los casos, excepto en Cuba y en Uruguay, se ha utilizado un modelo ARIMA (0,1,0), o de “paso aleatorio”. El modelo (0,1,0) se ha seleccionado a partir del contraste de BIC, siguiendo el criterio de Schwarz-Bayes.

Se presentan a continuación, en el cuadro 6.1, los parámetros estadísticos obtenidos para cada estimación. Puede observarse en el mismo la calidad del coeficiente de correlación  $r^2$ , y un error porcentual promedio absoluto (MAPE, por sus siglas en inglés), que resultó en todos los casos menor a 10, y en la mayoría de los mismos, menor a 5.

En el cuadro 6-2 y la figura 6-1 se presentan los valores pronosticados para cada país.

**Cuadro 6-1: Modelo utilizado para las proyecciones de consumo de energía por país y principales estadísticos**

País	Modelo	$r^2$	MAPE
<b>Argentina</b>	ARIMA(0,1,0)	0,918	3,086
<b>Bolivia</b>	ARIMA(0,1,0)	0,900	8,746
<b>Brasil</b>	ARIMA(0,1,0)	0,862	4,276
<b>Chile</b>	ARIMA(0,1,0)	0,834	5,183
<b>Colombia</b>	ARIMA(0,1,0)	0,812	2,523
<b>Costa Rica</b>	ARIMA(0,1,0)	0,982	2,749
<b>Cuba</b>	CAGR		
<b>República Dominicana</b>	ARIMA(0,1,0)	0,945	4,372
<b>Ecuador</b>	ARIMA(0,1,0)	0,866	4,671
<b>El Salvador</b>	ARIMA(0,1,0)	0,935	4,883
<b>Guatemala</b>	ARIMA(0,1,0)	0,970	3,613
<b>Haití</b>	ARIMA(0,1,0)	0,878	9,041
<b>Honduras</b>	ARIMA(0,1,0)	0,967	4,002
<b>Jamaica</b>	ARIMA(0,1,0)	0,831	3,575
<b>México</b>	ARIMA(0,1,0)	0,939	2,204
<b>Nicaragua</b>	ARIMA(0,1,0)	0,966	2,865
<b>Panamá</b>	ARIMA(0,1,0)	0,390	4,566
<b>Paraguay</b>	ARIMA(0,1,0)	0,783	4,403
<b>Perú</b>	ARIMA(0,1,0)	0,946	2,496
<b>Trinidad y Tobago</b>	ARIMA(0,1,0)	0,965	5,002
<b>Uruguay</b>	CAGR		
<b>Venezuela</b>	ARIMA(0,1,0)	0,641	5,470

Elaboración Propia

Para los casos de Cuba y Uruguay, en que los resultados obtenidos para el consumo de energía no tuvieron una buena performance en la etapa de estimación, se utilizó la tasa de crecimiento



anual compuesto entre los extremos del período de análisis, extrapolándose dicho crecimiento a los años de pronóstico, como método simplificado sobre el que habrá que profundizar en una etapa posterior hasta encontrar las razones de este comportamiento.

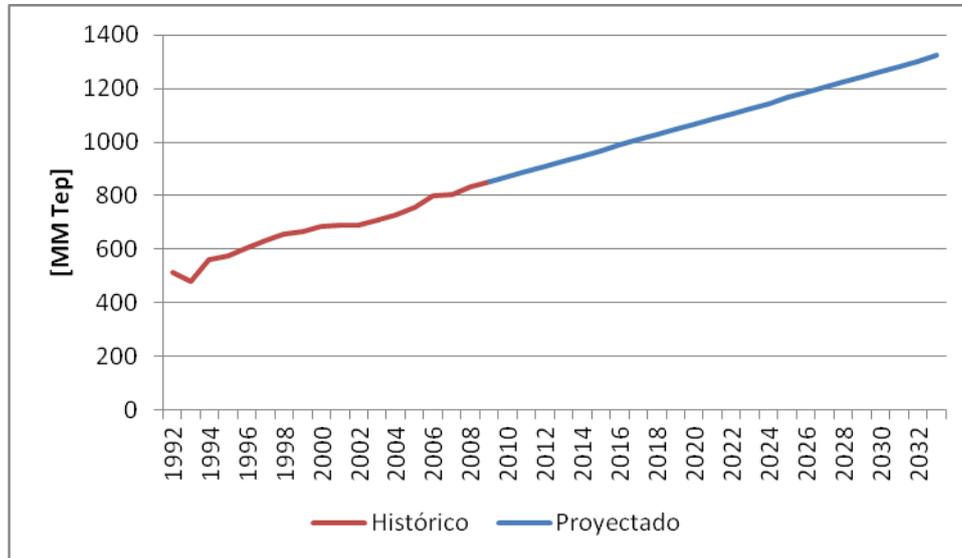
**Cuadro 6-2: Proyecciones de consumo de energía primaria, LAC, 2009-2033 [Millones Tep]**

	2009	2013	2018	2023	2028	2033	CAGR 2009-2033
<b>Argentina</b>	85,0	92,8	102,7	112,5	122,3	132,1	1,9%
<b>Bolivia</b>	6,6	7,6	8,8	10,0	11,2	12,4	2,7%
<b>Brasil</b>	275,0	303,7	339,5	375,3	411,1	446,9	2,0%
<b>Chile</b>	31,6	35,4	40,2	45,0	49,9	54,7	2,3%
<b>Colombia</b>	35,2	37,7	40,8	44,0	47,1	50,2	1,5%
<b>Costa Rica</b>	5,2	5,8	6,7	7,6	8,4	9,3	2,5%
<b>Cuba</b>	10,5	10,9	11,3	11,8	12,3	12,8	0,8%
<b>República Dominicana</b>	7,7	8,7	9,8	11,0	12,2	13,4	2,3%
<b>Ecuador</b>	12,8	14,1	15,7	17,2	18,8	20,4	1,9%
<b>El Salvador</b>	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,3	2,4%
<b>Guatemala</b>	5,4	6,2	7,1	8,1	9,0	10,0	2,6%
<b>Haití</b>	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	2,2%
<b>Honduras</b>	3,5	3,9	4,5	5,1	5,6	6,2	2,5%
<b>Jamaica</b>	4,4	4,8	5,2	5,6	6,1	6,5	1,6%
<b>México</b>	187,7	201,5	218,9	236,2	253,5	270,9	1,5%
<b>Nicaragua</b>	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	2,0%
<b>Panamá</b>	6,1	6,5	6,9	7,4	7,8	8,3	1,3%
<b>Paraguay</b>	11,4	12,7	14,3	15,9	17,6	19,2	2,2%
<b>Perú</b>	18,0	20,0	22,5	25,0	27,5	30,0	2,2%
<b>Trinidad y Tobago</b>	23,4	27,4	32,4	37,5	42,5	47,5	3,0%
<b>Uruguay</b>	4,2	4,5	4,7	5,0	5,4	5,7	1,2%
<b>Venezuela</b>	82,0	88,1	95,8	103,5	111,2	118,8	1,6%
<b>Otros</b>	28,6	30,3	31,8	33,2	34,6	36,0	1,0%
<b>Total</b>	<b>850,5</b>	<b>929,5</b>	<b>1.027,6</b>	<b>1.125,7</b>	<b>1.223,8</b>	<b>1.322,0</b>	1,9%

Elaboración Propia

Fuente de datos: *International Energy Statistics. Energy Information Administration, Department of Energy, U.S*

**Figura 6-1: Proyecciones de consumo de energía primaria, Total LAC, 2009-2033 [MM Tep]**



Elaboración Propia

Fuente de datos: *International Energy Statistics. Energy Information Administration, Department of Energy, U.S*



## 7. Proyecciones de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero provenientes del sector energético en Latinoamérica y el Caribe

Habiéndose obtenido en el punto 6 una proyección para el consumo energético de la región, se procedió a construir una proyección para las emisiones del mismo a partir de los parámetros estimados para la relación lineal entre ambas variables en el punto 5, exceptuando, como se explicó en dicho punto, a Colombia y a Uruguay.

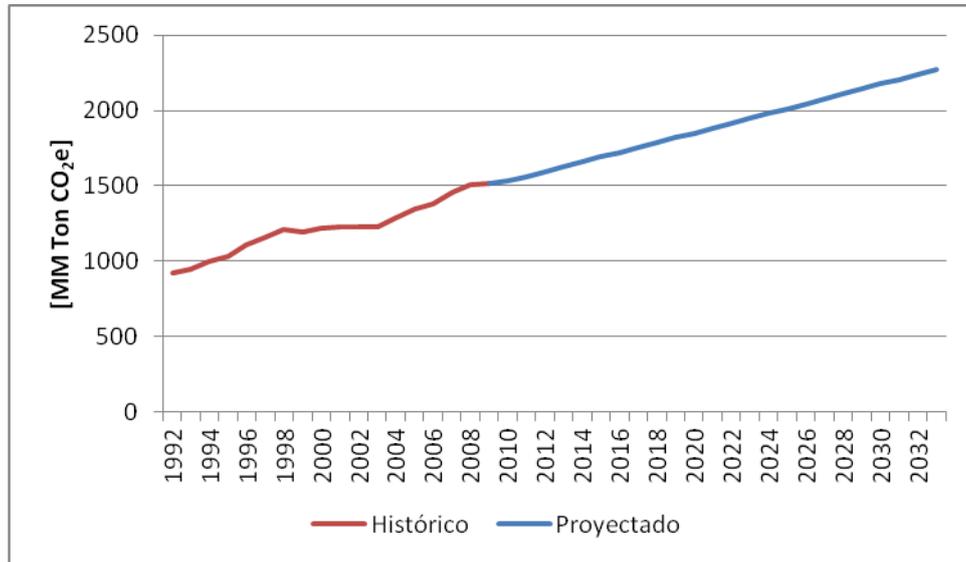
**Cuadro 7-1: Proyecciones de emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energético, LAC, 2009-2033 [MM tCO<sub>2</sub>e]**

	2009	2013	2018	2023	2028	2033	CAGR 2009-2033
<b>Argentina</b>	172,98	187,13	204,81	222,49	240,18	257,86	1,7%
<b>Bolivia</b>	11,67	12,54	13,61	14,69	15,77	16,85	1,5%
<b>Brasil</b>	377,55	413,45	458,31	503,18	548,05	592,92	1,9%
<b>Chile</b>	66,64	74,04	83,28	92,53	101,78	111,03	2,1%
<b>Colombia</b>	61,46	64,57	68,69	73,08	77,74	82,70	1,2%
<b>Costa Rica</b>	6,23	6,85	7,63	8,41	9,18	9,96	2,0%
<b>Cuba</b>	27,01	27,80	28,83	29,90	31,01	32,17	0,7%
<b>República Dominicana</b>	20,41	22,61	25,36	28,12	30,87	33,63	2,1%
<b>Ecuador</b>	30,55	33,61	37,43	41,26	45,08	48,91	2,0%
<b>El Salvador</b>	6,31	6,94	7,71	8,49	9,27	10,04	2,0%
<b>Guatemala</b>	11,81	13,53	15,68	17,83	19,98	22,13	2,7%
<b>Haití</b>	2,16	2,48	2,87	3,27	3,67	4,07	2,7%
<b>Honduras</b>	8,13	9,39	10,96	12,52	14,09	15,66	2,8%
<b>Jamaica</b>	11,82	12,83	14,10	15,37	16,64	17,90	1,7%
<b>México</b>	427,89	461,18	502,80	544,42	586,04	627,66	1,6%
<b>Nicaragua</b>	4,56	5,06	5,69	6,32	6,95	7,58	2,1%
<b>Panamá</b>	6,59	7,24	8,04	8,84	9,64	10,45	1,9%
<b>Paraguay</b>	3,91	4,26	4,69	5,13	5,56	6,00	1,8%
<b>Perú</b>	33,45	36,62	40,60	44,57	48,54	52,51	1,9%
<b>Trinidad y Tobago</b>	42,19	48,77	56,99	65,22	73,45	81,67	2,8%
<b>Uruguay</b>	7,83	8,83	10,26	11,93	13,86	16,10	3,0%
<b>Venezuela</b>	157,07	166,66	178,63	190,61	202,59	214,56	1,3%
<b>Totales</b>	<b>1.498</b>	<b>1.626</b>	<b>1.787</b>	<b>1.948</b>	<b>2.109</b>	<b>2.272</b>	<b>1,8%</b>

Elaboración Propia

Fuente de datos: *Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 9.0. World Resources Institute e International Energy Statistics. Energy Information Administration, Department of Energy, U.S*

**Figura 6-2: Proyecciones de emisiones de GEIs provenientes del sector energético, LAC, 2009-2033 [MM tCO<sub>2</sub>e]**



Elaboración Propia

Fuente de datos: *Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 9.0. (Washington DC): World Resources Institute e International Energy Statistics. Energy Information Administration, Department of Energy, U.S*



## **8. CDM pipeline: reducción de emisiones por proyectos de MDL del sector energético**

A partir del relevamiento realizado sobre el *CDM Pipeline*, que detalla los proyectos de MDL según su estatus, así como la reducción de emisiones comprometidas por cada proyecto, fecha de registro, y período de crédito, entre otros datos de interés, se realizó una estimación de la reducción de emisiones proveniente de proyectos de MDL relacionados con el sector energético en América Latina, tomando como comienzo la fecha de inicio del crédito (*credit start*) indicada en el documento de diseño de proyecto (PDD según sus siglas en inglés), y considerando para cada año del periodo de crédito el valor indicado en el *CDM Pipeline* como reducción anual para el primer periodo de crédito, las reducciones comprometidas para los años de duración de cada proyecto. Se tomaron entonces los datos de 276 proyectos registrados, y 422 proyectos en validación.

El período de crédito de los proyectos de MDL puede ser de diez años, sin opción de renovación, o de siete años, renovable hasta dos veces (21 años en total). Para el presente análisis se escogió un escenario optimista, en el cual los proyectos cuyo período de crédito es de siete años, se renuevan hasta cumplir el máximo de 21 años.

Se tuvo en cuenta también la consideración, en los casos en los que existe, del escalón (*slope*) detallado en la fuente de datos. Dicho escalón determina la diferencia entre los CERs anuales otorgados entre el primer período de crédito y los posteriores.



**Cuadro 8-1: Estimación de las reducciones de CO2 de proyectos MDL del sector energético en LAC, según proyectos registrados, 2001-2033 [M tCO<sub>2</sub>e]**

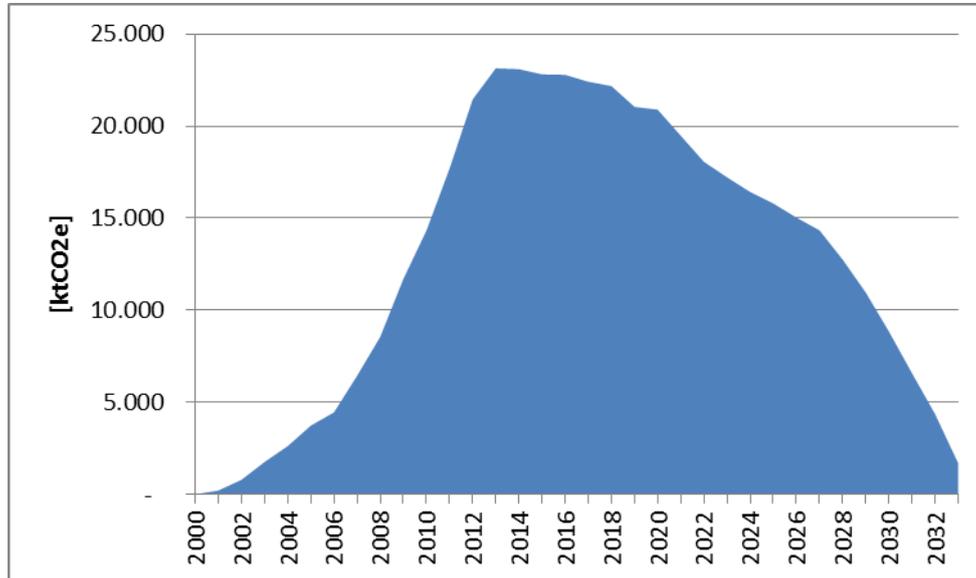
	2001	2005	2009	2013	2017	2021	2025	2029	2033
<b>Argentina</b>	8	32	138	1.056	1.058	563	246	217	21
<b>Bolivia</b>	-	142	189	524	524	524	335	335	-
<b>Brasil</b>	194	2.298	4.218	5.317	4.869	4.716	3.259	1.443	64
<b>Chile</b>	-	295	1.389	2.423	2.423	2.423	2.242	1.296	31
<b>Colombia</b>	-	121	321	663	607	430	410	334	3
<b>Costa Rica</b>	-	19	134	302	301	180	157	81	25
<b>Cuba</b>	-	-	342	342	342	342	342	-	-
<b>República Dominicana</b>	-	-	-	205	205	81	81	81	12
<b>Ecuador</b>	-	26	391	1.100	1.092	471	434	82	7
<b>El Salvador</b>	-	71	292	436	436	436	365	144	-
<b>Guatemala</b>	-	261	403	921	921	921	679	653	108
<b>Guyana</b>	-	-	45	45	45	45	45	19	-
<b>Honduras</b>	-	92	225	604	536	536	471	418	187
<b>Jamaica</b>	-	53	53	93	40	40	40	40	10
<b>México</b>	-	23	2.152	4.997	4.713	3.474	2.523	2.232	484
<b>Nicaragua</b>	-	196	417	634	644	644	587	307	114
<b>Panamá</b>	5	23	200	377	534	534	487	396	218
<b>Paraguay</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Perú</b>	-	69	729	2.880	2.896	2.896	2.870	2.683	385
<b>Uruguay</b>	-	10	49	219	219	219	219	196	13
<b>Total LAC</b>	<b>206</b>	<b>3.729</b>	<b>11.686</b>	<b>23.137</b>	<b>22.406</b>	<b>19.474</b>	<b>15.794</b>	<b>10.958</b>	<b>1.681</b>

Elaboración Propia

Fuente: CDM Pipeline, Jørgen Fenhann, UNEP Risø Centre, con datos al mes de octubre de 2012



**Figura 8-1: Estimación de las reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub> de proyectos MDL del sector energético en LAC, según proyectos registrados, 2001-2033 [M tCO<sub>2</sub>e]**



Elaboración Propia

Fuente: CDM Pipeline, Jørgen Fenmann, UNEP Risø Centre, con datos al mes de octubre de 2012

Se analizó además un escenario considerado como optimista, en el cual se asumió que todos los proyectos en validación en LAC se realizarán, agregando así a las reducciones de emisiones de los proyectos registrados las de los proyectos en validación.

En los cuadros 8-2, y 8-3 se pueden ver las reducciones de emisiones de proyectos en validación y las totales respectivamente para LAC en el periodo 2001-2033.



**Cuadro 8-2: Estimación de las reducciones de emisiones de CO2 de proyectos de MDL del sector energético en LAC, según proyectos en validación, 2001-2033 [M tCO<sub>2</sub>e]**

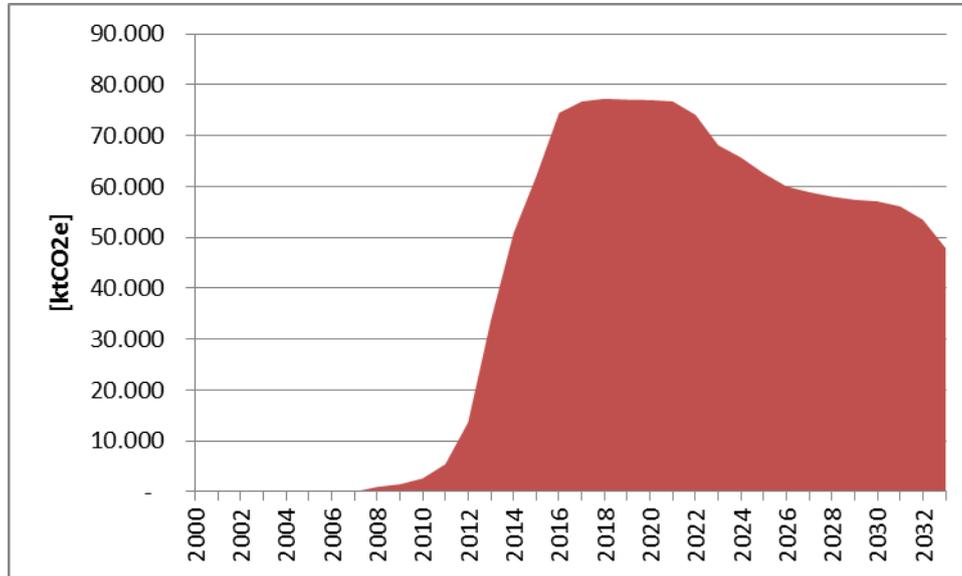
	2001	2005	2009	2013	2017	2021	2025	2029	2033
<b>Argentina</b>	-	-	17	1.541	2.522	2.481	2.481	2.286	1.956
<b>Bolivia</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Brasil</b>	-	1	609	16.756	28.534	27.990	17.984	17.676	13.749
<b>Chile</b>	-	-	-	3.042	7.636	7.889	7.305	6.600	5.901
<b>Colombia</b>	-	-	2	609	3.032	2.969	2.891	2.891	2.593
<b>Costa Rica</b>	-	-	-	14	215	215	141	141	137
<b>Cuba</b>	-	-	-	557	607	607	607	607	607
<b>República Dominicana</b>	-	-	-	475	854	854	445	445	428
<b>Ecuador</b>	-	-	16	1.640	9.087	9.083	8.830	8.825	7.407
<b>El Salvador</b>	-	-	-	7	7	7	7	7	-
<b>Guatemala</b>	-	-	136	289	705	705	622	622	362
<b>Guyana</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Honduras</b>	-	20	68	839	1.101	1.101	935	827	685
<b>Jamaica</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>México</b>	-	-	127	2.119	7.070	7.123	6.326	5.825	5.137
<b>Nicaragua</b>	-	-	-	137	301	301	301	301	211
<b>Panamá</b>	-	-	4	1.870	2.707	2.688	2.254	2.254	1.676
<b>Paraguay</b>	-	-	17	17	70	70	70	60	52
<b>Perú</b>	-	-	497	3.017	10.187	10.565	9.316	5.947	5.223
<b>Uruguay</b>	-	-	-	773	2.092	2.092	2.092	2.092	1.773
<b>Total LAC</b>	-	<b>21</b>	<b>1.494</b>	<b>33.703</b>	<b>76.725</b>	<b>76.739</b>	<b>62.608</b>	<b>57.408</b>	<b>47.896</b>

Elaboración Propia

Fuente: CDM Pipeline, Jørgen Fenhann, UNEP Risø Centre, con datos al mes de octubre de 2012



**Figura 8-2: Estimación de las reducciones de emisiones de CO2 de proyectos de MDL del sector energético en LAC, según proyectos en validación, 2001-2033 [M tCO<sub>2</sub>e]**



Elaboración Propia

Fuente: CDM Pipeline, Jørgen Fenhann, UNEP Risø Centre, con datos al mes de octubre de 2012



**Cuadro 8-3: Estimación de las reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub> de proyectos de MDL del sector energético en LAC, proyectos registrados y en validación, 2001-2033 [M tCO<sub>2</sub>e]**

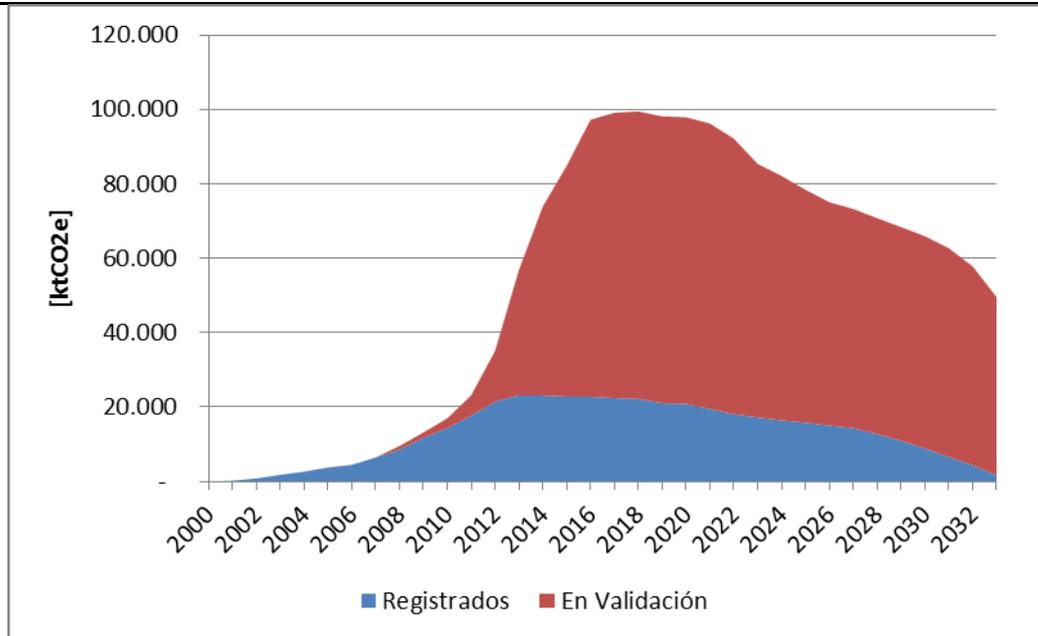
	2001	2005	2009	2013	2017	2021	2025	2029	2033
<b>Argentina</b>	8	32	155	2.597	3.580	3.044	2.727	2.503	1.977
<b>Bolivia</b>	-	142	189	524	524	524	335	335	-
<b>Brasil</b>	194	2.299	4.826	22.073	33.403	32.706	21.243	19.119	13.813
<b>Chile</b>	-	295	1.389	5.465	10.058	10.312	9.548	7.897	5.931
<b>Colombia</b>	-	121	323	1.272	3.639	3.398	3.302	3.226	2.596
<b>Costa Rica</b>	-	19	134	316	516	394	299	222	162
<b>Cuba</b>	-	-	342	899	950	950	950	607	607
<b>República Dominicana</b>	-	-	-	680	1.059	935	527	527	441
<b>Ecuador</b>	-	26	408	2.740	10.179	9.554	9.263	8.908	7.413
<b>El Salvador</b>	-	71	292	443	443	443	372	151	-
<b>Guatemala</b>	-	261	539	1.210	1.625	1.625	1.301	1.275	470
<b>Guyana</b>	-	-	45	45	45	45	45	19	-
<b>Honduras</b>	-	111	293	1.443	1.637	1.637	1.406	1.246	872
<b>Jamaica</b>	-	53	53	93	40	40	40	40	10
<b>México</b>	-	23	2.278	7.117	11.784	10.597	8.849	8.057	5.620
<b>Nicaragua</b>	-	196	417	771	945	945	889	608	324
<b>Panamá</b>	5	23	204	2.247	3.240	3.221	2.741	2.650	1.895
<b>Paraguay</b>	-	-	17	17	70	70	70	60	52
<b>Perú</b>	-	69	1.226	5.897	13.083	13.461	12.186	8.629	5.608
<b>Uruguay</b>	-	10	49	992	2.311	2.311	2.311	2.288	1.786
<b>Total LAC</b>	<b>206</b>	<b>3.750</b>	<b>13.180</b>	<b>56.840</b>	<b>99.130</b>	<b>96.213</b>	<b>78.402</b>	<b>68.366</b>	<b>49.577</b>

Elaboración Propia

Fuente: CDM Pipeline, Jørgen Fenhann, UNEP Risø Centre, con datos al mes de octubre de 2012



**Figura 8-3: Estimación de las reducciones de emisiones de CO2 por proyectos MDL del sector energético en LAC, proyectos registrados y en validación, 2001-2033 [M tCO<sub>2</sub>e]**



Elaboración Propia

Fuente: CDM Pipeline, Jørgen Fenhann, UNEP Risø Centre, con datos al mes de octubre de 2012

## 9. Emisiones proyectadas para el sector energético de LAC y reducciones de emisiones por proyectos de MDL del sector energético

Finalmente, procedemos a comparar la estimación de las reducciones anuales provenientes de proyectos de MDL relacionados con el sector energético con las emisiones proyectadas en el punto 7, para cada país. En el escenario descrito, en el que se dan por registrados todos los proyectos que se encuentran actualmente en validación, la reducción potencial de los mismos para cada país se presenta en el cuadro siguiente. Puede observarse que, al compararse con las emisiones proyectadas, dichas reducciones representan el 3,7% de las emisiones totales proyectadas en el periodo analizado.

**Cuadro 9-1: Comparación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> proyectadas para LAC y las reducciones de emisiones por proyectos de MDL del sector energético en LAC , 2009-2033 [MM tCO<sub>2</sub>e]**

País	Emisiones proyectadas 2009-2033	Reducción comprometida por proyectos de MDL registrados	Reducción comprometida por proyectos de MDL en validación	(b) + (c)	[(b)+(c)] / (a)
	[2009 – 2033]	[2009 – 2033]	[2009 – 2033]	[2009 – 2033]	
	[Millones tCO <sub>2</sub> e]	[Millones tCO <sub>2</sub> e]	[Millones tCO <sub>2</sub> e]	[Millones tCO <sub>2</sub> e]	[%]
Argentina	5.386	13	50	63	1,17%
Bolivia	357	10	-	10	2,74%
Brasil	12.131	89	472	561	4,62%
Chile	2.221	48	143	191	8,62%
Colombia	1.789	11	59	70	3,89%
Costa Rica	202	3	3	7	3,45%
Cuba	738	7	13	19	2,62%
República Dominicana	675	3	13	16	2,40%
Ecuador	993	15	167	182	18,31%
El Salvador	204	8	0	9	4,17%
Guatemala	424	18	13	31	7,27%
Haití	78	-	-	-	-
Honduras	297	11	20	32	10,73%
Jamaica	372	1	-	1	0,30%
México	13.194	77	130	207	1,57%
Nicaragua	152	12	6	18	11,96%
Panamá	213	10	51	61	28,73%
Paraguay	124	-	1	1	1,13%
Perú	1.074	61	165	226	21,03%
Trinidad y Tobago	1.548	-	-	-	-
Uruguay	287	5	42	47	16,38%
Venezuela	4.646	-	-	-	-



<b>Total</b>	47.106	405	1.349	1.754	3,72%
--------------	--------	-----	-------	-------	-------

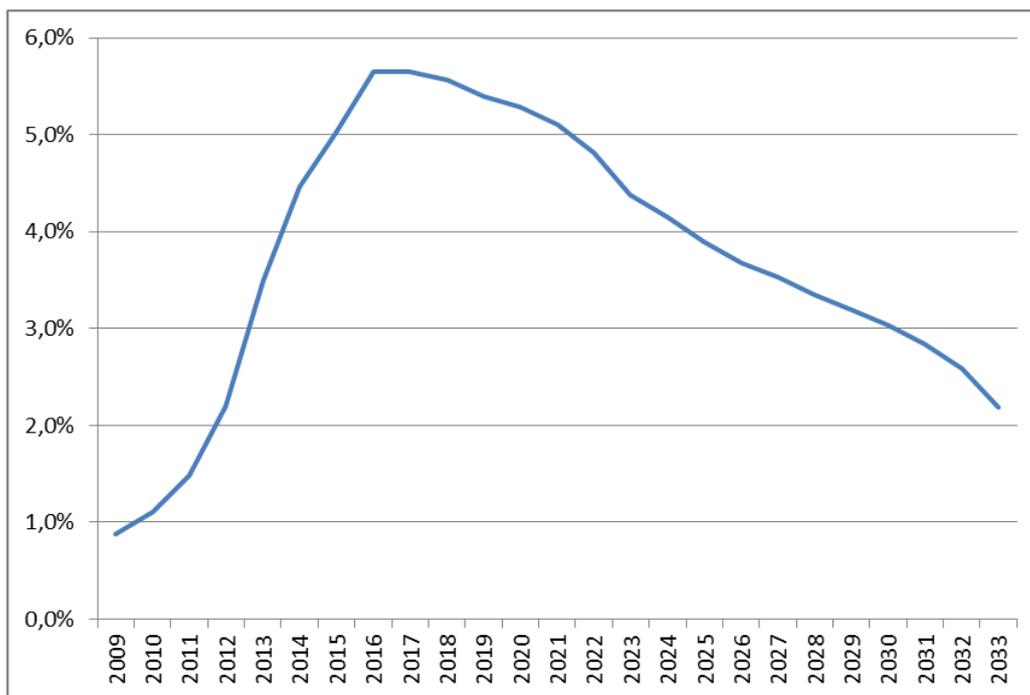
Elaboración Propia

Fuente: CDM Pipeline, Jørgen Fenhann, UNEP Risø Centre, con datos al mes de octubre de 2012

La figura 9-1 muestra año por año el ratio (en porcentaje) entre la reducción de emisiones de proyectos de MDL registrados y en etapa de validación, relacionados con el sector energético, estimadas según la metodología expuesta en el punto 8, y las emisiones proyectadas para el sector energético de la región entre 2009 y 2033.

Puede observarse que el mayor porcentaje de reducciones obtenido a partir de estos proyectos se da en el año 2016, equivalente al 5,6% de las emisiones del sector, disminuyendo progresivamente a partir de ese año, debido principalmente a la finalización de los períodos de crédito de los proyectos existentes hasta el momento en el *pipeline*, y a la disminución del ingreso de nuevos proyectos con inicio de período de crédito en los años posteriores.

**Figura 9-1: Porcentaje de las emisiones proyectadas del sector energético de LAC que podrían ser reducidas mediante proyectos MDL del sector actualmente en el pipeline. [%].**



Elaboración Propia



## 10. Conclusiones

El método propuesto, basado en el análisis el Consumo Total de Energía Primaria y las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energético en América Latina y el Caribe, ha permitido verificar la fuerte correlación entre estas variables y la posibilidad de que, conocida la evolución de la primera de ellas, se pudieran proyectar las emisiones de CO<sub>2</sub> de la región y de esta forma delinear un escenario tendencial que permitiera sacar algunas conclusiones respecto de la evolución esperada de las emisiones y el papel que pudieran jugar instrumentos como el Mecanismo para un Desarrollo Limpio en la mitigación del cambio climático en la región de América Latina y el Caribe.

Se presentaron casos particulares que deberán ser analizados con mayor detalle en posteriores etapas de estudios de este tipo; éstos se refieren al comportamiento de la relación entre el Consumo Total de Energía Primaria y las emisiones de GEIs producidas por el sector energético a de Colombia, Cuba y Uruguay, donde han existido dificultades para aplicar el método que se ha generalizado para el resto de los países de la Región con información suficiente.

Las proyecciones del consumo de energía primaria entre 2008 y 2033 muestran un crecimiento anual acumulado (CAGR) para LAC en su conjunto del 1,8%, mientras que las emisiones de CO<sub>2</sub>e crecerán también a un ritmo del 1,8% a.a.

Al analizar la información proveniente del CDM Pipeline, teniendo en cuenta la reducción de emisiones de los proyectos registrados y de los proyectos en validación, considerando en un escenario optimista que estos últimos se concretarán, y al comparar estos compromisos de mitigación con la proyección de emisiones realizadas, se encuentran resultados significativos que se enumeran a continuación:

- a) Los proyectos en el *CDM Pipeline* (registrados más en validación) contribuyen a mitigar en el periodo analizado, en promedio, el 3,7% de las emisiones proyectadas para el sector energético en LAC hasta el año 2033;
- b) En el año 2016 se observa un pico de la contribución a la mitigación de los proyectos incluidos en el *CDM Pipeline* del orden del 5,6%, medida como la relación entre reducción de emisiones de los Proyectos MDL y emisiones totales del sector energético proyectadas para ese año.
- c) Se observa una fuerte pendiente de crecimiento de la contribución hasta el año 2016, que se revierte en los años posteriores como consecuencia lógica de la disminución de presentación de proyectos por el fin del periodo de compromisos establecido en el Protocolo de Kioto a fines del año 2012, y por otro lado por la metodología adoptada en este análisis, que solo considera los proyectos presentados hasta octubre de 2012. Considerando estos supuestos se entiende que este valor del 5,6% es significativo;

- d) En los países del Istmo Centroamericano esta contribución es muy relevante, incluso considerando los efectos negativos detallados en el punto anterior: en Panamá estos proyectos contribuyen a reducir el 25% de las emisiones proyectadas para el sector energético hasta el año 2033, en Nicaragua el 11%, en Honduras el 6%, también es significativa la contribución en los países andinos del Pacífico: en Perú el 19%, en Chile y Ecuador el 7%.

El escenario aquí desarrollado y el método de análisis empleado muestran consistencia en su tratamiento, lo que permitirá profundizar las situaciones particulares que se deben estudiar con más detalle en aquellos países en los que no se ha podido aplicar el método general por diversos motivos relacionados con la información disponible.

En un desarrollo posterior se podrán plantear hipótesis sobre proyecciones futuras del MDL en escenarios post 2012, de modo de analizar hasta donde podría crecer el pico del 5,6% obtenido como resultado en este análisis.

Asimismo, podrá extenderse este análisis a otros sectores, como por ejemplo transporte y manejo de residuos, y a otras regiones, pudiéndose obtener un panorama global sobre el impacto del MDL en la reducción de emisiones.