

**Seminario “Cambio Climático, Política Fiscal
Ambiental y Caudales Ambientales: Desafíos y
Oportunidades para las Energías Sostenibles en
América Latina”
CEPAL**

Eduardo Uribe Botero

OPTIM Consult S.A.S



Resumen de Tres Estudios relevantes

1. Efectos del cambio climático en la biodiversidad: Un análisis para América Latina (CEPAL)
2. Evaluación Costo-Efectividad de Programas de Eficiencia Energética en los sectores Residencial, Terciario e Industrial. Ministerio de Energía de Colombia
3. Estrategias de Adaptación del Sector Eléctrico frente al cambio climático. Ministerio de Energía de Colombia

1. Efectos del cambio climático en la biodiversidad: Un análisis para América Latina

Realizado para:
La Comisión Económica para América Latina y
el Caribe (CEPAL)



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Importancia económica, social y ambiental de la conservación de la biodiversidad ante el cambio climático



- **Servicios de Aprovisionamiento:** Proveen bienes como: *alimentos, fibras, gomas, frutas, maderas, leña, agua, plantas medicinales, materiales de construcción, recursos genéticos, pieles, mascotas, etc.*
- **Servicios de Regulación y Soporte:** Sus procesos generan servicios como: *la regulación del clima, el control de erosión, ciclos de nutrientes, la regulación hídrológica, purificación del agua.*
- **Servicios Espirituales y Culturales:** Su existencia genera valores no materiales como: *enriquecimiento espiritual, soporte cultural, belleza escénica, inspiración artística e intelectual, desarrollo cognitivo.*

Objetivos y alcance del estudio



- Analizar los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad en América Latina.
- Identificar las principales políticas y estrategias en marcha dirigidas a la conservación de la biodiversidad en la región.
- Proponer políticas que reduzcan la vulnerabilidad y que promuevan la adaptación de la biodiversidad ante el cambio climático.

Impactos del cambio climático en la biodiversidad



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Cambio Climático	Impactos en biodiversidad
Aumentos de temperatura	• Alteración de la ecología de ecosistemas naturales: <i>bosques de niebla</i> <i>bosques tropicales</i> <i>zonas costeras</i> <i>arrecifes</i> <i>manglares</i> <i>humedales</i>
Cambios en la distribución de lluvias	
Elevación del nivel del mar	• Alteraciones en la dinámica, <i>tamaño</i> y distribución de poblaciones <i>reptiles, aves, peces, etc.</i>
Descongelamiento de glaciares	
Alteración de la dinámica “normal” de los caudales	



Resultados Principales



Principales políticas y estrategias para la conservación de la Biodiversidad ante el Cambio Climático en América Latina

- Regulaciones
- Áreas Protegidas en Países de América Latina y el Caribe
- Corredores Biológicos en América Latina y el Caribe
- Adaptación Basada en Ecosistemas
- Instrumentos Económicos



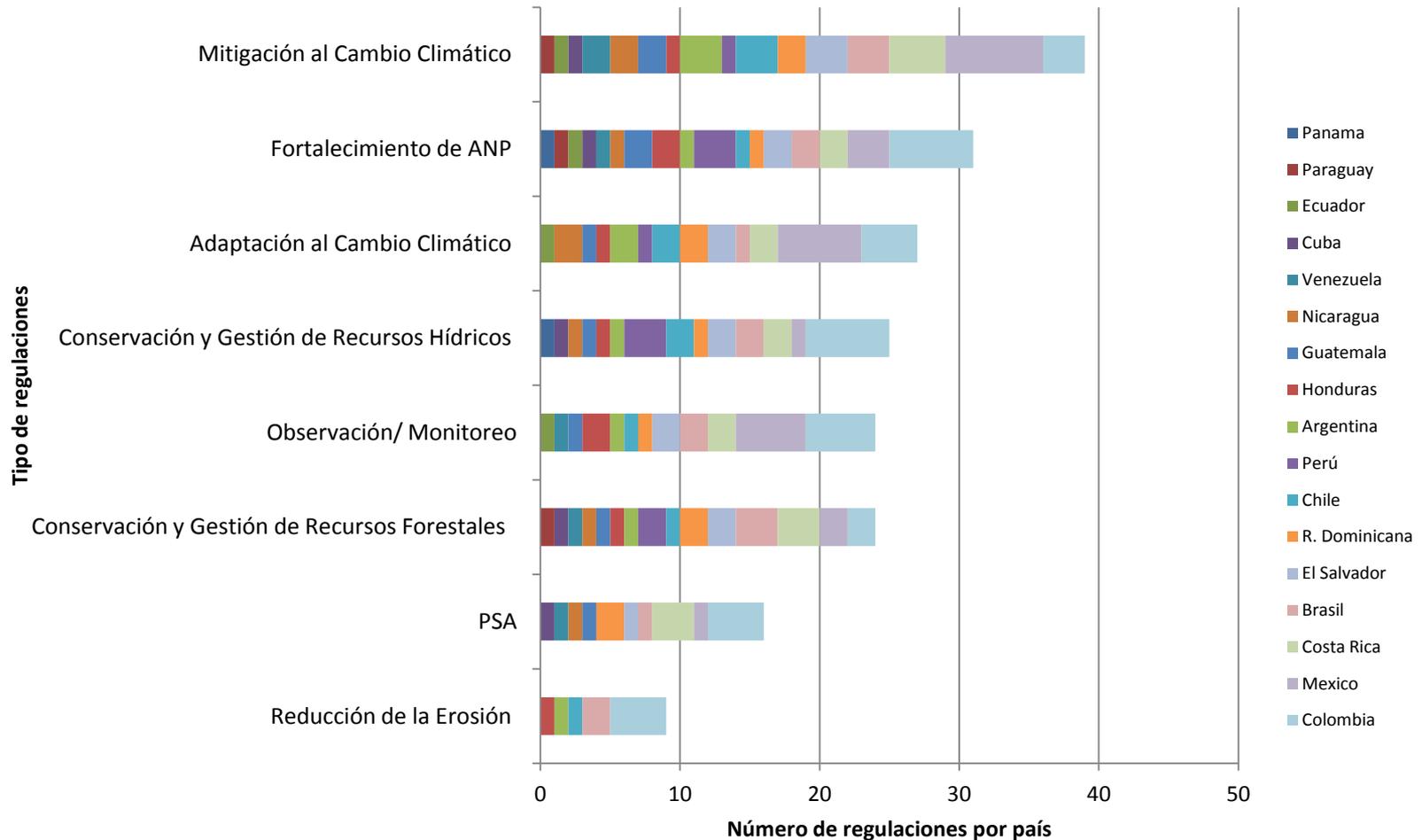
Resultados Principales



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Regulaciones Relacionadas con Cambio Climático y la Biodiversidad



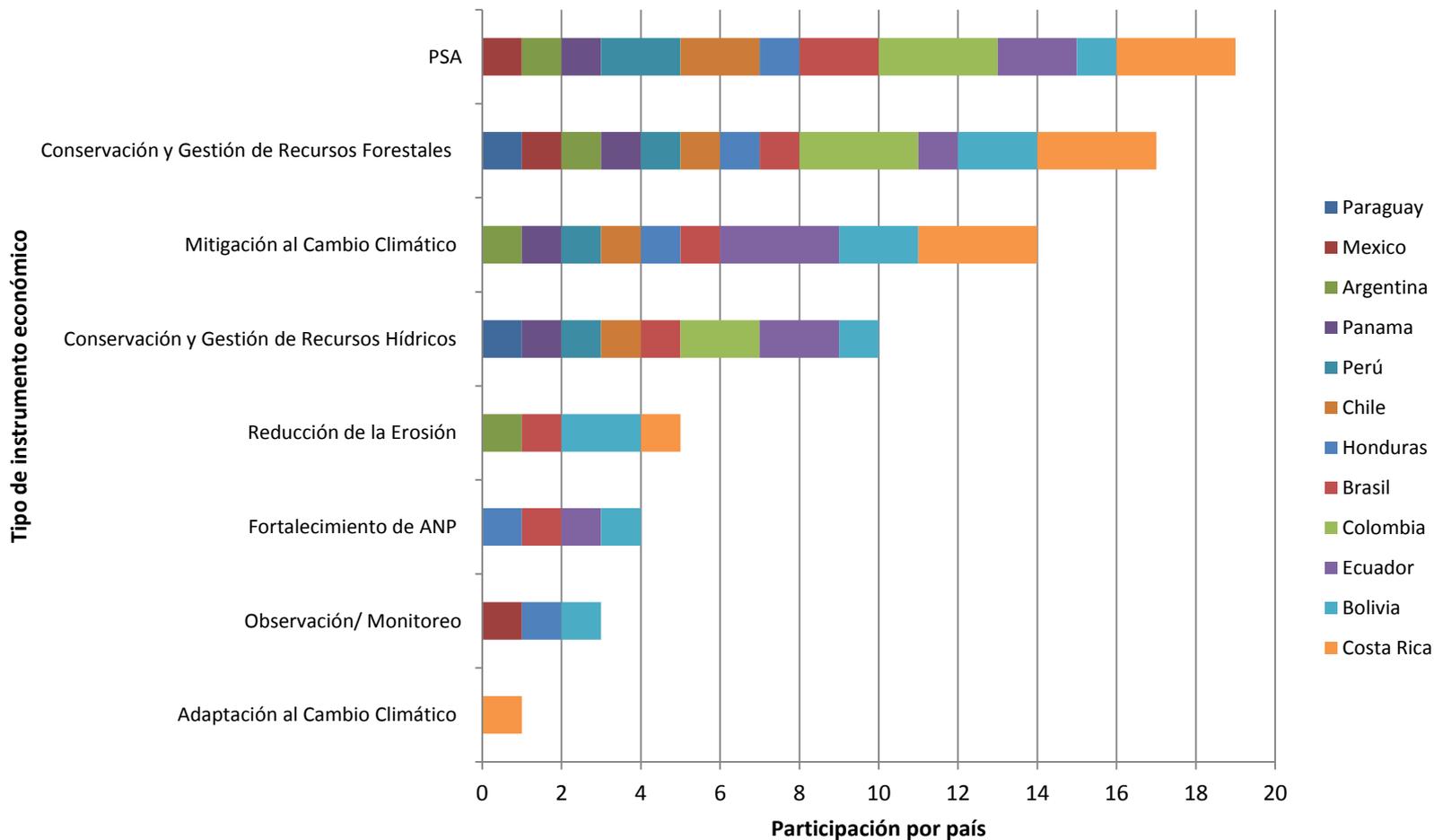
Resultados Principales



NACIONES UNIDAS



Instrumentos Económicos relacionados con Cambio Climático y Biodiversidad



Resultados Principales



NACIONES UNIDAS

CEPAL

- Las políticas adoptadas por los gobiernos efectivamente han contribuido a conservar la biodiversidad y disminuir las tasas de deterioro de los ecosistemas.
- Las políticas y estrategias de conservación de la biodiversidad efectivamente disminuyen la vulnerabilidad de varios sectores económicos.
- Las estrategias dirigidas a mitigar los efectos del cambio climático no se deben limitar únicamente a las ecosistemas legalmente protegidos; y no resulta viable convertir todos los predios que deben ser conservados, restaurados, conectados, etc., en áreas protegidas.
- Las estrategias de conservación y restauración de la biodiversidad y de los ecosistemas deben incluir predios y áreas por fuera de las áreas protegidas y bajo aprovechamiento económico.
- Es necesario cuantificar los beneficios económicos (sociales y financieros) generados por las políticas conservación y restauración de los ecosistemas y la biodiversidad como estrategias de mitigación y adaptación.



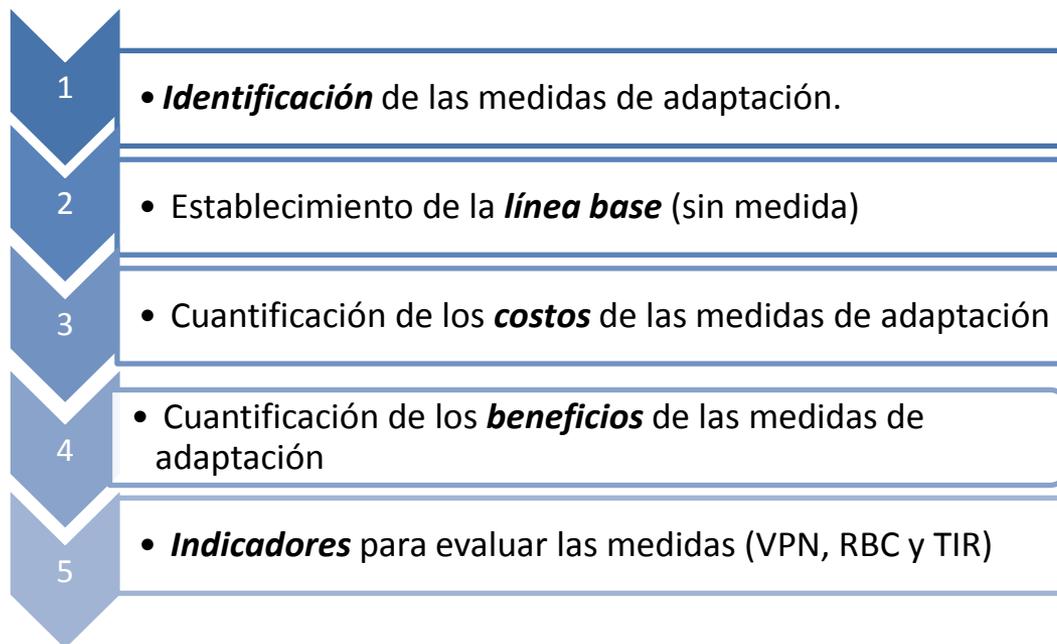
Evaluación Económica y Financiera de las Estrategias de Adaptación del Sector Eléctrico al Cambio Climático

*Realizado para:
Unidad de Planeación Minero – Energética
(UPME)*



Análisis Costo Beneficio (ACB)

Los 5 pasos para el desarrollo del ACB de las medidas de adaptación del sector eléctrico



Estudio para Definir estrategias del mapa de ruta para la adaptación del Sector Energético frente al cambio climático



- Se realizó evaluación económica y financiera de medidas de adaptación en 5 Ejes Estratégicos:

- 1. Ambiental**
2. Optimización en la Generación y Transmisión de Energía
- 3. Generación con No Convencionales de Energía**
4. Gestión de la Demanda de Energía
- 5. Institucional**



Resultados principales

Eje Estratégico Ambiental

Medidas	B/C Financiero	B/C Social
Aumento de la cobertura vegetal en cuencas abastecedoras mediante re-vegetalización pasiva	23,36	11,47
Aumento de cobertura vegetal en cuencas abastecedoras por mediante re-vegetalización activa	1,53	2,56
Conservación de ecosistemas naturales	3,44	4,79

Eje Estratégico Fuentes No Convencionales de Energía en zonas interconectadas

Medidas	B/C Financiero	B/C Social
Generación con energía solar	0,52	0,50
Generación con energía eólica	1,37	1,23
Generación con energía geotérmica	0,85	0,83
Generación con biomasa	0,74	0,70

Nota: en zonas no inter-conectadas estas fuentes pueden ser competitivas

Eje Estratégico Institucional

Medida	B/C Financiero	B/C Social
Fortalecimiento de la gestión de la información para la toma de decisiones en adaptación del sector	No Aplica*	13,24
Fortalecimiento de la capacidad de observación y reacción ante eventos climáticos extremos	No Aplica*	80,76
Inclusión de los posibles efectos del Cambio Climático en la planificación del sector eléctrico	No Aplica*	112,87
Impulso a conexiones internacionales	1,15	1,18

*Desde el Punto de Vista Financiero (para el Sector Eléctrico) se tienen Beneficios pero no Costos. La inversión necesaria para estas medidas las realiza el Gobierno

Conclusiones principales

- ***La restauración activa y pasiva, y la conservación de ecosistemas naturales son beneficiosos tanto desde el punto de vista financiero -para el sector eléctrico, como para la sociedad en general (co-beneficios).***
- ***El fortalecimiento de la capacidad de manejo de información por parte de las instituciones del sector eléctrico para internalizar consideraciones de cambio climático en sus procesos de planificación y gestión, genera altos beneficios a la sociedad.***

Evaluación Costo Efectividad de los Programas de Eficiencia Energética en los Sectores Residencial, Terciario e Industrial

*Realizado para:
Unidad de Planeación Minero – Energética
(UPME)*



Evaluación Costo Efectividad (ECE)

- La ***Evaluación Costo Efectividad*** (ECE) compara los *efectos* de un proyecto con los *costos* monetarios de implementarlo.
- En este caso, el ***Índice de Costo Efectividad*** (ICE) corresponde al costo de ahorrar una unidad de energía.
- En el cálculo del ICE se incluyen todos los costos (inversiones, costos de mantenimiento, impactos ambientales, sociales, etc.) asociados a la medida de eficiencia energética en evaluación.



Resultados Sector *Residencial*

Medida	Índice De Costo Efectividad Usuario (Pesos/kWh ahorrado)	Índice De Costo Efectividad Social (Pesos/kWh ahorrado)	Costo Efectividad Usuario	Costo Efectividad Social
Buenas Practicas en uso de Aires Acondicionados	N.A.	\$ (77,31)	Sí	Sí
Revisión y mantenimiento de equipos de Aire Acondicionado.	\$ 231,81	\$ 106,94	No	Sí
Aislamiento térmico de edificaciones residenciales.	\$ 1,810,49	\$ 1,021,03	No	No
Sustitución de aires acondicionados ineficientes (EER; 8 BTU/h/W)* por eficientes (ERR 10 BTU/h/W)*.	\$ 281,66	\$ 62,07	No	Sí
Buenas prácticas en el uso de estufas a gas	N.A.	\$ (31,34)	Sí	Sí
Buenas prácticas en el uso de estufas	N.A.	\$ (31,41)	Sí	Sí
Sustitución de estufas eléctricas por estufas a gas.	\$ 266,40	\$ 113,51	No	Sí
Sustitución de bombillas Incandescentes (60W) por Lámparas Fluorescentes Compactas (15 W).	\$ 29,94	\$ (693,51)	Sí	Sí
Reparación de neveras catalogadas como D cuya operación sea sin ciclo o con semi-ciclo.	\$ 168,52	\$ (57,15)	Sí	Sí
Reparación de neveras catalogadas como E cuya operación sea sin ciclo o con semi ciclo.	\$ 252,76	\$ (28,48)	No	Sí
Reparación de neveras catalogadas como F cuya operación sea sin ciclo o con semi ciclo.	\$ 254,99	\$ 17,91	No	Sí
Sustitución de neveras catalogadas como G sin ciclo o con semi ciclo por neveras tipo B (tecnología más eficiente)	\$ 19,78	\$ (260,68)	Sí	Sí
Sustitución de Televisores de Rayo Catódico (CRT) por -LED.	\$ 7,278,15	\$ 5,582,47	No	No
Concientización usuarios sobre las ventajas de reducir tiempos de uso de electrodomésticos.	N.A.	\$ (104,77)	Sí	Sí
Ajuste de equipos de control (termostatos, entre otros).	N.A.	\$ (160,43)	Sí	Sí
Desconexión de equipos electrónicos que no se están utilizando (uso de multi-tomas)	\$ 30,56	\$ (81,94)	Sí	Sí

*EER: Energy Efficiency Ratio

Resultados Sector *Terciario*

Medida	Índice De Costo Efectividad Usuario (Pesos/kWh ahorrado)	Índice De Costo Efectividad Social (Pesos/kWh ahorrado)	COSTO EFECTIVIDAD Usuario	COSTO EFECTIVIDAD Social
Sustitución de equipos de aire acondicionado central tipo <i>chiller</i> (refrigerados por agua), por equipos más eficientes.	\$ 89,66	\$ 42,34	Sí	Sí
Sustitución de equipos de aire acondicionado individual tipo Mini Split por equipos más eficientes.	\$ 71,55	\$ 29,89	Sí	Sí
Recuperación de calor producido en los sistemas de aire acondicionado central tipo <i>Chiller</i> .	\$ 107,54	\$ 88,32	Sí	Sí
Instalación de variadores de frecuencia en motores de escaleras eléctricas.	\$ 99,09	\$ 79,34	Sí	Sí
Instalación de variadores de frecuencia en bombas de agua.	\$ 734,38	\$ 547,86	No	No
Sustitución de motores existentes de baja eficiencia (IE1) por motores eficientes (IE3).	\$ 430,82	\$ 298,85	No	No
Buenas Prácticas en el manejo de la Iluminación: (aprovechar luz natural , usar colores claros, mantenimiento a sistemas de iluminación, apagar las luces que no se utilicen, etc.).	\$ 143,78	\$ 121,62	Sí	Sí
Sustitución de bombillas tubulares (T12 por T8)	\$ 186,01	\$ 150,07	Sí	Sí
Sustitución de bombillas incandescentes de (60W por LFC de 15W)	\$ 36,47	\$ 14,30	Sí	Sí
Sustitución de bombillas halógenas de (40W por LFC 15W)	\$ 26,72	\$ 20,92	Sí	Sí
Buenas Prácticas en Equipos de Refrigeración(ubicación estratégica del equipo, cerrar puertas de equipo, control periódico de termostatos y tuberías, etc.).	\$ 187,86	\$ 168,86	No	Sí
Reemplazo de empaques en equipos pequeños de refrigeración	\$ 313,76	\$ 264,59	No	No
Sustitución de equipos pequeños y medianos(botelleros, vitrinas, dispensadores, congeladores y neveras pequeñas) por equipos con tecnología de compresores inverter	\$ 694,15	\$ 454,58	No	No
Sustitución de racks de refrigeración por equipos con tecnología de compresores Scroll Digital y Discus Digital	\$ 603,71	\$ 394,05	No	No
Implementación de Sistemas de Gestión integral de la Energía (SGIE).	\$ 54,59	\$ 61,18	Sí	Sí

Resultados Sector *Industrial*

Medidas	Índice De Costo Efectividad Usuario (Pesos/kWh ahorrado)	Índice De Costo Efectividad Social (Pesos/kWh ahorrado)	COSTO EFECTIVIDAD Usuario	COSTO EFECTIVIDAD Social
Buenas prácticas en equipos de Aire Acondicionado (control de condensadores, evaporadores, y períodos de deshielo).	\$ 9,45	\$ (61,88)	Sí	Sí
Mantenimiento (Eliminación de otras cargas térmicas, reparar defectos en el aislamiento de las paredes del sistema, mantenimiento de válvulas de expansión)	\$ 13,76	\$ (58,27)	Sí	Sí
Implementación de sistemas de variador de velocidad	\$ 450,23	\$ 269,03	No	No
Detección y reparación de fugas en equipos de aire comprimido (5 fugas por equipo)	\$ 246,60	\$ 136,75	No	No
Reemplazo de motores antiguos (más de 10 años de antigüedad) por motores IE3 en lugar de IE1	\$ 132,12	\$ 18,57	Sí	Sí
Reconversión de Calderas de ACPM a Gas Natural.	\$ 36,27	\$ 1,28	Sí	Sí
Mejoramiento de eficiencia de calderas pirotubulares de GLP por medio de la implementación de quemadores modernos.	\$ 34,05	\$ 12,28	Sí	Sí
Mejoramiento de eficiencia de calderas pirotubulares de Gas Natural por medio de la implementación de quemadores modernos.	\$ 15,78	\$ 0,41	Sí	Sí
Instalación de economizadores en calderas de condensación.	\$ 18,86	\$ 15,79	No	No
Sustitución de Carbón por Biomasa en Calderas.	\$ 18,86	\$ 15,79	No	No
Sustitución de Carbón por Biomasa en Sistemas de Cogeneración.	\$ 377,24	\$ 229,23	No	No
Sustitución de calderas convencionales de gas natural por calderas de condensación a gas natural	\$ 23,568,19	\$ 17,676,30	No	No
Uso de variadores electrónicos de velocidad en motores eléctricos	\$ 462,63	\$ 202,94	No	No
Sustitución de motores existentes de baja eficiencia (IE1) por motores eficientes (IE3).	\$ 81,50	\$ (4,71)	Sí	Sí
Instalación de balastos eficientes en luminarias T5, T8 y T12	\$ 60,56	\$ (25,65)	Sí	Sí
Instalación de detectores de presencia, controles de iluminación automáticos temporizados, circuitos independientes y fotosensores.	\$ 949,44	\$ 746,08	No	No
Sustitución de lámparas incandescentes de 60W por LFC de 15W.	\$ (11,50)	\$ (86,07)	Sí	Sí
Sustitución de lámparas de Mercurio de 400W por Lámparas de Sodio de 150W	\$ 7,22	\$ (64,22)	Sí	Sí
Sustitución de lámparas de Mercurio de 400W por Lámparas de Sodio de 150W	\$ 1,06	\$ (70,14)	Sí	Sí
Sustitución de refrigerantes CFC's en equipos de refrigeración industrial por refrigerantes menos contaminantes.	\$ (12,95)	\$ 5,57	Sí	Sí
Implementación de sistemas de Gestión Integral de la Energía (SGIE)	\$ 1,115,52	\$ 648,61	No	No
Sustitución de calderas de carbón tradicional (>1000BHP) por calderas de lecho fluidizado.	\$ 152,114,35	\$ 96,039,40	No	No
Instalación de sistemas de cogeneración en empresas de tamaño grande e intensivas en el uso de energía térmica (ET/EE>1)	\$ 1,029,03	\$ 620,43	No	No

Conclusiones Principales

- En general, resultan ser costo-efectivas, tanto para el usuario (*doméstico, terciario o industrial*) que invierte en la medida como para la sociedad las medidas relacionadas con:
 - Buenas prácticas de uso (campañas dirigidas a los usuarios para un uso más eficiente de la energía)
 - Cambio de equipos (refrigerados, aires acondicionados, motores, etc.) y luminarias ineficientes por eficientes.
 - Acondicionamiento de espacios (diseño arquitectónico)

Referencias Bibliográficas

- Banco de la Republica. (2014). *Estructura detallada de la clasificación industrial internacional uniforme adaptada para Colombia - CIIU REV 4 AC*. Colombia.
- California Public Utilities Commission (CPUC) (2012). Addressing Non-Energy Benefits in The Cost-Effectiveness Framework.
- Cohen, E. & Franco, R. (1990, octubre 2 a 5). Evaluación de Proyectos Sociales: “La Utilización del Análisis Costo-Efectividad”. En Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES) & Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial (IDE) (Eds.), Seminario sobre Descentralización Fiscal y Bancos de Proyectos. (pp. 147 – 170). Santiago, Chile.
- Thorne, J. (2006, Mayo). *Valuation of Non-Energy Benefits to Determine Cost-Effectiveness of Whole-House Retrofits Programs: A Literature Review*. Washington, DC: American Council for an Energy Efficient Economy.
- CEPAL División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. (2013). Panorama del cambio climático en Colombia. Serie Medio Ambiente y Desarrollo. Colombia.
- García, Carlos; UPME. (22 de Octubre de 2014). *Tendencias a largo plazo del sector energía en Colombia*. Obtenido de UPME: http://www1.upme.gov.co/sgic/sites/default/files/UPME-WEC_CARTAGENA-OCT%202104_ENERGY%20TR3LEMMMA.pdf
- UPME. (23 de 11 de 2014). Análisis de costos de energías renovables. Obtenido de Presentación de resultados del proyecto UPME-BID para la promoción de energías renovables en Colombia: <http://www1.upme.gov.co/sgic/sites/default/files/Costos%20VF.pdf>
- UPME. (Marzo de 2014). Proyección de Demanda de Energía Eléctrica en Colombia. Obtenido de SIEL: http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Demanda/proyeccion_demanda_ee_Mar_2014.pdf
- Wunder, S. (2005). Payments for environmental services: Some nuts and bolts. CIFOR Occasional Paper No. 42.
- Corn, P, (2005), Climate change and amphibians, *Animal Biodiversity an Conservation*, 59-67.
- IPCC, (2002), Documento Técnico V del IPCC
- IPCC, (2007), Cambio climático y biodiversidad
- IPCC, (2013a), Cambio Climático 2013- Bases Físicas, Resumen para Responsables de Política, Estados Unidos de América.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005, *Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis*, World Resources Institute, Washington, D.C.,

¡Muchas gracias!

Eduardo Uribe Botero

euribe@optimconsult.com

www.optimconsult.com

