

ESTADO DEL ARTE: SISTEMA SOSTENIBLE QUE DISMINUYA EL IMPACTO DE LOS GASES EFECTO INVERNADERO EN LOS SECTORES INDUSTRIALES, DE TRANSPORTE Y METALMECANICOS

AUTORES: Lauren J. Castro Bolaño^{1 2}, Luis Ramirez Polo^{3 4}, Yohany Andrés Jimenez⁵

DESARROLLO SOSTENIBLE

Por desarrollo sostenible, tradicionalmente, se entiende como la satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas propias. Perspectiva que está dirigida a la mitigación de los impactos negativos en el medioambiente, sin sacrificar el crecimiento económico y desarrollo social (Giddings, Hopwood, & O'Brien, 2002).

En contexto concretamente colombiana, es el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, el órgano encargado de desarrollar las políticas de producción y consume con enfoque a la sostenibilidad, con las cuales se busca velar por la protección y cuidado del medioambiente mediante la adopción de estrategias de producción más limpia y logística inversa, además de impulsar la competitividad de las empresas nacionales y sentar las bases de una cultura de consumo inteligente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010).

Uno de los principales problemas a los que hay que hacer frente, para lograr un balance estable entre los intereses económicos y sociales y la preservación del medioambiente, es sin lugar a dudas el enorme consumo energético y su fuerte dependencia a los combustibles fósiles.

CONSUMO ENERGETICO

Desde los inicios de la primera revolución industrial, y de forma mucha más acelerada en las últimas décadas, ha habido un incremento en el consumo energético a nivel mundial. Consumo que ha encontrado en los combustibles fósiles, en especial el petróleo, su principal fuente de abastecimiento.

La amplia explotación de estos combustibles como principal fuente de energía daña al medioambiente de distintas formas, y una de sus más grandes consecuencias es la degradación paulatina de la capa de ozono y el inminente cambio climático. Por lo que la investigación, desarrollo e implementación de tecnologías que sean capaces de producir energía eléctrica a través de recursos

¹ Universidad de la Costa, lcastro24@cuc.edu.co

² Fundación Centro de Investigación en Modelación Empresarial del Caribe, ljcastro@fcimec.org

³ Universidad Autónoma del Caribe

⁴ Fundación Centro de Investigación en Modelación Empresarial del Caribe, lramirez@fcimec.org

⁵ Fundación Logyca, yjimenez@logyca.com

renovables de forma mucho más sana para el medioambiente, se han en elementos indispensables para la sustentabilidad de la humanidad y su entorno (Venkataraman & Elango, 1998).

En la actualidad muchas fuentes de energía han sido desarrolladas, pero debido a restricciones tecnológicas y económicas, estas solo son capaces de satisfacer a una pequeña porción de la demanda actual (Santamarta, 2004) .

A continuación, se expondrán algunos ejemplos de tecnologías aplicables en cualquier actividad humana, que están orientadas a garantizar eficiencia y ahorro, en cuanto a energía se refiere.

Calderas de gas

Se han desarrollado calderas capaces recuperar el calor propio de los gases residuos de la combustión, disminuyendo notoriamente el uso de combustibles para su funcionamiento.

Tecnología de flujo refrigerante variables

Sistemas especialmente diseñados para la disminución del consumo energético dentro de los edificios, en temas relacionados con la distribución y propagación de fluidos como el aire y agua,

Ahorrradores de energía refrigerante

Tecnología que permite la conservación de los alimentos y su cadena de frío, sin la necesidad de refrigeradores consuman energía para alterar las condiciones ambientales.

Pisos calefactores

Sistema de calefacción que utiliza el suelo como principal medio de propagación de calor (mediante radiación), funciona mediante calefactores planos de bajo voltaje y auto-reguladores de temperatura.

Son una alternativa económica como eco-amigable, debido a que la mayoría de sus componentes son elaborados a partir de materiales reciclados.

La iluminación LED

Tecnología de iluminación de alta duración e impacto ambiental reducido en comparación con medios tradicionales.

Fuente www.emol.com/noticias/economia

Energías renovables

Son agrupadas bajo esta denominación todas aquellas energías generadas de forma continua a partir de fuentes o recursos renovables, que a escala humana parecen inagotables.

Una de las principales ventajas del uso fuentes de energía renovables es su amplia disponibilidad y abundancia, por lo que generalmente se encuentran distribuidas en extensas áreas geográficas, facilitando su aprovechamiento y garantizando un consumo estable a futuro, sin traer consigo graves daños al ambiente.

Muchas han sido las apuestas en desarrollos que persiguen las energías renovables como es el caso del diseño de un generador eléctrico utilizando el pedaleo en una bicicleta para cargar a través de puerto USB equipos electrónicos pequeños, como una propuesta alternativa para la disminución del consumo energético convencional en los hogares de San Sebastián, finalizando con colaborar en disminuir la contaminación y de combatir el cambio climático en el planeta (De la Peña, Y., Bordeth, G., Campo, H., & Murillo, U. 2018)

WORKING PAPER

a. Energía solar

El sol irradia sobre el planeta una cantidad de energía aproximada a doscientas veces el consumo mundial, lo que la convierte en una de las fuentes con el mayor potencial de proveer energía limpia, segura y confiable. Pero una de sus grandes debilidades es su distribución difusa y poco centralizada, lo que dificulta su aprovechamiento idóneo, ya que su baja densidad de potencia se traduce en el requerimiento de un extensa cantidad de equipos para su conversión (Rodríguez, 2008).

Su aprovechamiento puede ser de forma indirecta, como en las distintas variaciones que el sol produce en la presión del aire para generar energía eólica, en el ciclo de evaporación del agua fundamental para la explotación de la energía hidráulica, en otras más, y de forma directa, ya sea mediante captación térmica o mediante el uso de celdas fotovoltaicas. (Santamarta, 2004)

Algunos trabajos de investigación han mostrado como identificar los beneficios de la implementación de paneles solares para generar energía limpia económica y auto sostenible en la IETD Arcesio Caliz Amador, se diseñó un prototipo de panel solar y finalmente se creó conciencia sobre el uso de las energías alternativas, fomentando el cuidado del medio ambiente (Nuñez, M., Correa, J., Herrera, G., Gómez, P., Morón, S., & Fonseca, N. 2018)

Captación térmica

Los equipos utilizados para el aprovechamiento del calor del sol son conocidos como colectores solares, y pueden ser planos, de vacío y de concentración. Las aplicaciones más usuales de los colectores planos están orientadas a mantener y elevar la temperatura del agua en hogares, hospitales, piscinas y algunos procesos industriales. Mientras que los colectores de vacío y los de concentración, al ser capaces de lograr temperaturas más elevadas, son utilizados en amplios campos de aplicación industrial y en la generación de energía eléctrica (Santamarta, 2004).

(Duarte-Forero et al. 2018) en su artículo denominado Desarrollo de una metodología para la predicción del volumen real en la cámara de combustión de motores diésel utilizando elementos finitos, busca implementar una metodología para la caracterización del volumen instantáneo en la cámara de combustión, orientada a su estimación de manera rápida y precisa mediante el software ANSYS®.

Celdas fotovoltaicas

El efecto fotovoltaico, fenómeno descubierto por Henri Becquerel en 1839, se basa en la capacidad que tienen algunos semiconductores, como lo es el caso del silicio, de generar energía eléctrica cuando se exponen a la radiación solar. El proceso de conversión ocurre cuando los fotones, partículas que componen la luz, golpean con la suficiente energía la celda fotovoltaica, son captados por estos semiconductores, liberando electrones y generando de esta manera una corriente eléctrica (Agencia Insular de Energía de Tenerife, 2011).

Energía eólica

La energía eólica es la energía cinética generada como resultado de las corrientes de aire, y que es convertida en otras formas útiles para las actividades del hombre. Es un recurso abundante, renovable, limpio de emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en una fuente sustentable (Santamarta, 2004).

Esta se produce mediante aerogeneradores, los cuales son un tipo de generador eléctrico accionado por una turbina que es impulsada, mediante unas hélices, por la fuerza del viento. Para este caso, la energía cinética del aire en movimiento, suministra energía mecánica a un rotor hélice que, a través de un sistema de transmisión mecánico, hace girar el rotor de un generador, normalmente un

alternador trifásico, que convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica (Santamarta, 2004).

Biomasa

La biomasa es la fuente más importante de energía derivada de la agricultura, de la cual la naturaleza ofrece distintos tipos, una de estos está disponible en forma de desechos biodegradables provenientes de plantas y animales (Venkataraman & Elango, 1998).

La energía a través de la biomasa es generada cuando los enlaces químicos entre carbón, hidrogeno y oxígeno son rotos mediante digestión, combustión o descomposición. Durante el proceso bacterias facultativas descomponen el material orgánico en ausencia de oxígeno, y termina generando metano (que puede ser igualmente aprovechado) y dióxido de carbono (Venkataraman & Elango, 1998).

Muchas de las principales críticas hechas al aprovechamiento de la biomasa se esbozan en su enorme potencial contaminante y en el cultivo de monocultivos para su explotación, que poseen una influencia directa en la deforestación y alteración de ecosistemas (Santamarta, 2004).

Energía mareomotriz

Esta fuente de generación de energía eléctrica se basa en el aprovechamiento de la energía cinética del movimiento de las aguas cerca a las costas. La forma rentable de lograrlo, es mediante columnas oscilantes de agua que usan la fuerza de las olas a través de un dispositivo fijo encargado de la generar electricidad. Las olas permiten comprimir el aire dentro de un tubo vertical, que luego es utilizado para impulsar una turbina generadora (Venkataraman & Elango, 1998).

Energía hidráulica

La energía hidráulica es la generada a partir del movimiento del agua y su ciclo, y se logra gracias al aprovechamiento de las poderosas corrientes de agua entradas en los ríos y su trayectoria de regiones elevadas hasta los océanos. Se conoce como una fuente renovable de energía debido a que este ciclo se de manera continua en el planeta.

La fuerza de este movimiento es aprovechada mediante turbinas hidroeléctrica, y la cantidad de electricidad producida depende del caudal del agua, cuya eficiencia aproximada puede llegar al 90% (Santamarta, 2004).

Básicamente una planta hidroeléctrica está constituida por tres partes; la planta principal donde la electricidad es generada, una presa para el control del flujo del

agua y un lago artificial donde el agua puede ser almacenada. La energía es generada cuando las puertas de la presa son abiertas, permitiendo la caída del agua y girando las aspas de las turbinas, que están conectadas a generadores que producen la electricidad (The NEED Project, 2012).

Durante el proceso no hay consumo físico del agua, pero contrasta con usos agrícolas y urbanos de esta, en especial, en el caso de las grandes centrales hidroeléctricas y su fuerte impacto sobre el entorno cercano, debido a las alteraciones en el terreno, la dificultad de migración de los peces, la imposibilidad de la navegación fluvial y transporte de elementos, disminución del caudal del río, la modificación de la composición del agua embalsada y el microclima (Santamarta, 2004).

En el mismo sector se demuestra el sobreconsumo de agua en la limpieza de los corrales y se proponen medidas para reducirlo. Se realiza una evaluación preliminar de la revalorización de los residuos mediante la producción de biogás, abono orgánico y suplemento para la alimentación animal, a través de mediciones del consumo de agua y de los efluentes líquidos estimándose la emisión de purín y el volumen que potencialmente puede aprovecharse (Morales Veraz, J., Barceló Sánchez, T., & Hernández Herrera, H, 2017)

WORKING PAPER

Energía ola-motriz

Las olas en los océanos son producidas por el flujo del aire sobre la superficie del agua, y su energía puede ser aprovechada de distintas formas. Este movimiento de las olas puede ser utilizado para impulsar el aire a través de una tubería, con turbinas en el fondo, que terminan siendo accionadas por el aire que pasa por ellas, y de esta manera generar electricidad (The NEED Project, 2012).

Dentro de los beneficios de la energía olamotriz pueden encontrarse, su alta densidad energética en comparación con otras fuentes de energías alternativas, su baja impacto ambiental y una eficiencia de hasta el 90%. Pero uno de sus inconvenientes radica en la aleatoriedad de las oscilaciones, y la falta de control que se puede tener de estas (Drew, Plummer, & Sahinkaya, 2009).

Hidrogeno como combustible

La aplicación del hidrogeno suplementario para combustibles fue estudiada de manera minuciosa por la agencia espacial norteamericana NASA en los años 70's con resultados asombrosos. Los principales beneficios derivados del uso del hidrogeno como combustible, están recogidos en la Tabla 2 expuesta a continuación.

Beneficios del Hidrogeno

- Amplia disponibilidad
- No hay otro material en el universo tan abundante como el hidrogeno
- No genera emisiones perjudiciales
- Los productos residuales de su aprovechamiento no generan daño alguno al medioambiente, de hecho cuando es usado en naves espaciales, el agua residual es apta para el consumo de los astronautas.
- Ambientalmente amigable
- No es una sustancia tóxica, lo que es una característica única entre los combustibles.
- Capaz de impulsar cohetes
- La energía generada esta tan poderosa, que es capaz de impulsar cohetes espaciales.
- Eficiente

Las cantidades de hidrogeno necesaria para impulsar un automóvil, son bajas en comparación con combustibles tradicionales.

Fuente www.conserve-energy-future.com

Sistemas generadores de hidrogeno

Estos sistemas están basados en las leyes electroquímicas publicadas por Michael Faraday en 1834. En su explicación básica las leyes de Faraday de la electrolisis establecen que al hacer pasar una corriente eléctrica a través de agua conductora entre dos polos metálicos uno con carga positiva y otro con carga negativa, la molécula de agua se separa en sus componentes hidrogeno y oxígeno (Universidad de Antioquia).

Varios fabricantes a nivel mundial han hecho estudios importantes en la aplicación de este principio para obtener hidrogeno a partir del agua. Algunos de estos fabricantes han patentado sus sistemas, pero la ley es básicamente la misma y se aplica a todos los sistemas electrolíticos de producción de hidrogeno actuales, con mejoras en la eficiencia y la seguridad de operación.

Los fabricantes más importantes del mercado son:

- OWELD (ITALIA): Fabrica sistemas de generación de oxihidrogeno desde 1984. Tienen una línea completa de productos y tienen representantes en varios países europeos, asiáticos y americanos. El único representante/distribuidor en América del sur está en Brasil.

- EPOCH ENERGY CORP. (TAIWAN): Es quizá el más grande y fuerte de los fabricantes de máquinas productoras de oxihidrogeno en el mundo. Fue fundada en 1998 y se estableció con fuerza en el mercado global en 2001. Fabrican generadores de todo tipo y poseen patentes internacionales.

- Existen otros fabricantes en China, Korea y Reino Unido, todos con tecnología similar pero diseños propios.

CONTROL DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Protocolo Kyoto

Si bien las regulaciones legislativas y gubernamentales a nivel internacional no están dirigidas a controlar la huella de carbono producto de cualquier actividad relacionada con el hombre, productos o servicios, si están enfocadas al control de las emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera.

Estas normas y leyes existen gracias al Protocolo de Kyoto, tratado internacional resultado de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en el cual se establece que las emisiones de gases de efecto invernadero deben reducirse en un porcentaje aproximado de al menos 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 hasta el 2012, con prórroga hasta el 2020 (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2013).

En general fueron muchos los países que firmaron este tratado, siendo los países industrializados miembros de la Unión Europea lo más comprometidos con este, y los principales impulsores de lo que se conoce como mercado de emisiones.

Mercado de emisiones

Este mercado nace cuando las regulaciones legales de un país además de establecer límites de emisión para cada empresa e impuestos por tonelada emitida, convierte en derechos estos toques máximos de emisión. Es así entonces, como existen empresas que tienen derecho a emitir cierta cantidad de dióxido de carbono a la atmosfera, en caso de que llegue a excederse deberá adquirir derechos de otra compañía, de lo contrario puede transferir o vender sus derechos (Vergés, 2009).

Según Vergés (2009) los gobiernos buscan con este mecanismo de mercado:

' Garantizar que el total de toneladas de dióxido de carbono emitidas por las empresas de un país, este dentro de los límites fijados para conseguir los objetivos y obligaciones plasmadas dentro del protocolo.

' Lograr un balance entre los límites de emisión autorizados para cada empresa o industria de un país.

' Incentivar a aquellas la reducción de emisiones en las empresas, mediante la venta de derechos que permitiría invertir en la mejora de sus procesos.

Huella carbono

En la actualidad no existe un consenso sobre la definición concreta de la huella de carbono, pero autores como Wulf Betancour (2012) la definen como "la cantidad de gases de efecto invernadero emitida por unidad funcional del producto enviada hasta un lugar de distribución o consumo final.

La ETAP (2007) con un enfoque dirigido más hacia los procesos, la entiende como "impacto de toda actividad o labor humana, términos de emisiones de gases de efecto invernadero a las atmosfera". Por último Wiedman et al. (2008) la define como una medida exclusiva del total de emisiones de dióxido de carbonos que esta directa o indirectamente relacionadas con un actividad o son acumuladas durante las distintas etapas del ciclo de vida de un producto, estos se pueden ver a través de diferentes areas como la cadena de suministro en si donde se han aplicado para la estimación del ciclo de vida de una tienda la implementación del modelo de difusión de Bass (Coronado Hernández, J., Romero-Conrado, A., Uribe-Martes, C., & Calderón-Pérez, R. 2018).

- .

En síntesis, la huella de carbono puede ser vista entonces como un mecanismo para la identificación y contabilización de las emisiones de dióxido de carbono de todas aquellas actividades asociadas a la vida útil de un producto o servicio, desde su concepción hasta su distribución, logística y disposición final.

Medición y normatividad

A nivel internacional no existe una metodología de medición de la huella de carbono única, sino que por el contrario gracias al esfuerzo de distintas organizaciones es posible encontrar diversas guías para la estimación del tamaño de la huella (Wulf Betancourt, 2012).

Entre esas organizaciones encontramos la International Organization for Standardization (ISO), World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), World Resources Institutes (WRI), ADEME, British Standard Institute (BSI) (CEPAL, 2011).

a. ISO

Dentro las principales normas y guías desarrolladas por la ISO, en la medición y de emisiones dióxido de carbono, se encuentran:

' ISO 14064 / 14065.

Estas normas buscan brindar credibilidad y confiabilidad a los reportes de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y las declaraciones de reducción o eliminación de GEI. Estas pueden ser aplicadas por cualquier organización involucrada en el comercio, formulación y ejecución de proyectos o mecanismos voluntarios de reducción de emisiones (ISO, 2006).

' ISO / NT 14067: 2013.

Esta norma especifica los principios, requisitos y directrices para la cuantificación y de la comunicación de la huella de carbono de un producto, a partir de normas internacionales del ciclo de vida para la cuantificación y en las etiquetas ambientales y declaraciones para la comunicación (ISO, 2013).

b. GreenHouse Gas Protocol

Nace como iniciativa entre WBCSD y el WRI, y se plantea como una colaboración entre diversos organismos como empresas, gobiernos y ONGs que buscan definir bases concretas para la estimación de las emisiones GEI. Se muestra como un marco metodológico general que da pautas de trabajo para el diseño de herramientas informáticas destinadas al cálculo de emisiones (CEPAL, 2011).

c. PAS 2050

Es un método creado por el British Standar Institute con el apoyo del Carbon Trust y DEFRA, organismos pertenecientes al gobierno inglés. Esta especialmente dirigida al cálculo de las emisiones de dióxido de carbonos derivadas de productos y servicios, mediante una descripción metodológica que describe paso a paso los criterios y consideraciones a tener en cuenta (CEPAL, 2011).

d. Bilan Carbone™

Es una herramienta diseñada a través de un formato de Excel, y apoyado en guías de utilización, se caracteriza por trabajar a través de una perspectiva global y completa, permitiendo trabajar desde distintos niveles que van desde productos y empresas, hasta regiones enteras. Su desarrollo estuvo a cargo de ADEME, un organismo público francés, y gracias a su seriedad y transparencia se convirtió en referencia obligada en Francia y muchos de los países Europeos, en lo que a estimación de huella de carbono se refiere (CEPAL, 2011).

POLÍTICAS COLOMBIANAS

Órganos reguladores

El Ministerio de Ambiente colombiano en su política de prevención y control de la contaminación del aire, menciona que el marco institucional para la gestión del aire parte de lo establecido en la Ley 99 de 1993 donde se define al MAVDT como cabeza del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y rector de la política ambiental, y a las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales Urbanas como autoridades ambientales en su respectiva jurisdicción, encargadas de la evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010).

PROGRAMAS E INICIATIVAS COLOMBIANAS

La ley 697 de 2001 delega al Ministerio de Minas y Energía como el responsable de la creación del Programa de Usos Racional y eficiente de la energía y demás de formas de energía no convencionales (PROURE), cuyo objeto es aplicar gradualmente programas para que toda la cadena energética, esté cumpliendo permanentemente con los niveles mínimos de eficiencia energética y sin perjuicio de lo dispuesto en la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables (Ministerio de Minas y Energía, 2010).

Ecopetrol la empresa más grande del país y en convenio con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) realizó un análisis de viabilidad de Mecanismos de Desarrollo Limpios de cada uno de los componentes energéticos que forman parte de la ampliación y modernización de la refinería de Cartagena, que buscaba a determinar estrategias para reducción de los gases de efecto invernadero. Además gracias su programa de extensión y responsabilidad social dejó a disposición del público una herramienta práctica, a través de su plataforma web, para la medición o estimación de la huella de carbono de cualquier persona interesada en conocerla (Ecopetrol , 2012) . Otro de los trabajos que vale la pena resaltar son los esfuerzos realizados por el Centro Nacional de Producción más Limpia (CNPL) para brindar soporte en el desarrollo de un modelo de compensación e gases de efecto invernadero en la cadena del sector turístico del país. Este modelo permitió detectar las principales fuentes generadoras de gases en el sector, además de la formulación de estrategias claras que permitirán la mitigación del impacto causado por estas (Centro Nacional de Producción más Limpia, 2009).

Jiménez-Cerpa et al. (2015) proponen la implementación de un sistema de transporte público masivo paralelo al convencional no es garantía suficiente para satisfacer las necesidades de los usuarios y de los operadores dentro

del Área Metropolitana de Bucaramanga -AMB-, los cuales a través del tiempo se van tornando ineficientes y conllevan a que los usuarios busquen alternativas de transporte no formales y el Estado incurra en financiamientos adicionales para la permanencia del sistema

BIBLIOGRAFÍA:

Giddings, B., Hopwood, B., & O'Brien, G. (2002). *Environment, Economy and Society: Fitting the together into Sustainable Development*. Wiley InterScience , 187-196.

Venkataraman, B., & Elango, D. (1998). *Renewable Energy Sources*.

Santamarta, J. (2004). *Las Energías Renovables son el Futuro*. World Watch .

Rodríguez, H. (2008). *Desarrollo de la Energía solar en Colombia y sus perspectivas*. Revista de ingeniería, Universidad de los Andes .

De la Peña, Y., Bordeth, G., Campo, H., & Murillo, U. (2018). *Energías limpias una oportunidad para salvar el Planeta*. IJMSOR: International Journal of Management Science & Operation Research, 3(1), 21-25. Recuperado a partir de <http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/view/91>

Duarte Forero, J., Guillín Estrada, W., & Sánchez Guerrero, J. (2018). *Desarrollo de una metodología para la predicción del volumen real en la cámara de combustión de motores diésel utilizando elementos finitos*. INGE CUC, 14(1), 122-132. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.14.1.2018.11>

Agencia Insular de Energía de Tenerife. (2011). *Agencia Insular de Energía de Tenerife*. Retrieved 10 de Julio de 2013 from <http://www.agenergia.org/>

The NEED Project. (2012). *Hydropower - Secondary infobook*.

Drew, B., Plummer, A., & Sahinkaya, M. (2009). *A review of wave energy converter energy*. Journal of Power and Energy .

Univesidad de Antioquia. (n.d.). *Grupo de Energía Alternativa - Hidrógeno*. Retrieved 2013 from <http://ingenieria.udea.edu.co/investigacion/gea/hidrogeno.htm>

Wulf Betancourt, E. (2012). *Impacto de la huella de carbono, en la competitividad exportadora regional*. Global Conference on Business and Finance Proceedings.

CEPAL. (2011). *Metologías de cálculo de la Huella de Carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina*.

Coronado Hernández, J., Romero-Conrado, A., Uribe-Martes, C., & Calderón-Pérez, R. (2018). Aplicación del modelo de difusión de Bass para estimar el ciclo de vida de una tienda minorista. *IJMSOR: International Journal of Management Science & Operation Research*, 3(1), 5-10. Recuperado a partir de <http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/view/88>

ISO. (2006). International Organization for Standardization. From www.iso.org

ISO. (2013). International Organization for Standardization. From <http://www.iso.org>

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2013). Kyoto Protocol. From http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php

Vergés, J. (2009). Protocolo de Kyoto, el mercado de emisiones de CO2. Morales Veraz, J., Barceló Sánchez, T., & Hernández Herrera, H. (2017). Alternativas para la revalorización de los efluentes de la de la Empresa Porcina Cienfuegos. *IJMSOR: International Journal of Management Science & Operation Research*, 2(1), 22-29. Recuperado a partir de <http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/view/83>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire.

Ministerio de Minas y Energía. (2010). Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de Energía no Convencionales. Bogotá.

Ecopetrol . (2012). Ecopetrol. From <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=474&conID=76621>

Centro Nacional de Producción más Limpia. (2009). Modelo de Compensación de Gases de Efecto Invernadero en la cadena del sector turismo.

ETAP. (2007). The Carbon Trust Helps UK Businesses to Reduce their Environmental Impact. From http://ec.europa.eu/environment/etap/pdfs/jan07_ca

Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A Definition of 'Carbon Footprint'. In *Ecological Economics Research Trends* (pp. 1-11). New York: Nova Science Publishers.

Kukreja, R. (2013). Conserve Energy Future.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). Política Nacional de Producción y Consumo.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire.

Giddings, B., Hopwood, B., & O'Brien, G. (2002). Environment, Economy and Society: Fitting the together into Sustainable Development. Wiley InterScience , 187-196.

Venkataraman, B., & Elango, D. (1998). Renewable Energy Sources.

Santamarta, J. (2004). Las Energías Renovables son el Futuro. World Watch.

Jiménez Serpa, J., Rojas Sánchez, A., & Salas Rondón, M. (2015). Tariff Integration for Public Transportation in the Metropolitan Area of Bucaramanga. INGE CUC, 11(1), 25-33. Retrieved from

<https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/350>

Rodríguez, H. (2008). Desarrollo de la Energía solar en Colombia y sus perspectivas. Revista de ingeniería, Universidad de los Andes .

Agencia Insular de Energía de Tenerife. (2011). Agencia Insular de Energía de Tenerife. Retrieved 10 de Julio de 2013 from <http://www.agenergia.org/>

The NEED Project. (2012). Hydropower - Secondary infobook.

Drew, B., Plummer, A., & Sahinkaya, M. (2009). A review of wave energy converter energy. Journal of Power and Energy .

Univesidad de Antioquia. (n.d.). Grupo de Energía Alternativa - Hidrógeno. Retrieved 2013 from <http://ingenieria.udea.edu.co/investigacion/gea/hidrogeno.htm>

Wulf Betancourt, E. (2012). Impacto de la huella de carbono, en la competitividad exportadora regional. Global Conference on Business and Finance Proceedings.

CEPAL. (2011). Metodologías de cálculo de la Huella de Carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina.

ISO. (2006). International Organization fo Satandarization. From www.iso.org

ISO. (2013). International Organization fo Satandarization. From <http://www.iso.org>

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2013). Kyoto Protocol. From http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php

Vergés, J. (2009). Protocolo de Kyoto, el mercado de emisiones de CO2.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire.

Ministerio de Minas y Energía. (2010). Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de Energía no Convencionales. Bogota.

Núñez, M., Correa, J., Herrera, G., Gómez, P., Morón, S., & Fonseca, N. (2018). Estudio de percepción sobre energía limpia y auto sostenible. IJMSOR: International Journal of Management Science & Operation Research, 3(1), 11-15. Recuperado a partir de <http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/view/89>

Ecopetrol . (2012). Ecopetrol. From <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=474&conID=76621>

Centro Nacional de Producción más Limpia. (2009). Modelo de Compesación de Gases de Efecto Invernadero en la cadena del sector turismo.

ETAP. (2007). The Carbon Trust Helps UK Businesses to Reduce their Environmental Impact. From http://ec.europa.eu/environment/etap/pdfs/jan07_ca

Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A Definition of 'Carbon Footprint'. In Ecological Economics Research Trends (pp. 1-11). New York: Nova Science Publishers.

Kukreja, R. (2013). Conserve Energy Future.

WORKING PAPER