

Indicador de Huella de carbono por emisión directa en la importación de diésel 2 en el Ecuador¹

Janeth Castillo Jara*

Edisson Villagrán Fonseca^{*2}

RESUMEN

El indicador huella de carbono pretende evaluar las cantidades de Dióxido de Carbono Equivalente que se emite a la atmósfera en el transporte marítimo de diésel 2 en el período 2007-2013. La metodología utilizada corresponde a *Weighted Average Source Distance* (WASD) que estima en promedio el número de kilómetros recorridos en el transporte de diésel 2 desde el punto de embarque hasta el punto de destino junto con el peso transportado. Esta metodología ha sido utilizada por varios investigadores en los Estados Unidos, así como en el Estado Español. Los datos para la elaboración del indicador se hacen referencia a las estadísticas publicadas por el Banco Central del Ecuador (BCE). Los resultados obtenidos corresponden a las primeras estimaciones sobre la contaminación ambiental que el transporte marítimo produce en las importaciones de combustibles al Estado Ecuatoriano; las instituciones gubernamentales decisoras de la política ambiental y de los sectores estratégicos contarán con un insumo importante de información, que les permitirá tomar las medidas necesarias frente a la problemática encontrada.

Palabras clave: huella de carbono, impacto medioambiental, gases de efecto invernadero, carbono equivalente, distancia media, transporte marítimo, diésel 2, importación.

Descargo de responsabilidad: Las opiniones, interpretaciones y conclusiones aquí expresadas no son necesariamente reflejo de la opinión del Instituto Nacional de Estadística y Censos, ni de su Director Ejecutivo, ni de las autoridades representadas por este. El INEC no garantiza la exactitud de los datos que figuran en el documento.

¹ Se agradece las sugerencias de María Cristina Vallejo – Flasco Ecuador y de David Pérez Neira de la Universidad Pablo de Olavide.

² Los autores son funcionarios del Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Introducción

El concepto de Economía Ecológica (EE) según Faldori (s.f) se centra principalmente en el estudio de “la relación entre los ecosistemas naturales y el sistema económico” (p.189), dentro de esta, la ecología y la economía se superponen, desvirtuando la idea de la economía como un sistema cerrado.

Los economistas neoclásicos conceptualizaron a la economía como un sistema autorregulado y cerrado basados en la interacción de empresas y familias en el mercado, parafraseando a Faldori (s.f) en esta interacción no se incorporan los materiales provenientes de la naturaleza así como tampoco los desechos que se generan en cualquier actividad humana; esta no inclusión se fundamenta en la carencia de precio de dichos materiales en el mercado. Por su parte para la economía ecológica es fundamental estudiar la utilización de recursos naturales y la generación de residuos, ya que conceptualiza al sistema como abierto tomando en cuenta el intercambio de materia y energía entre la actividad humana y el medio ambiente.

El hecho de estudiar el sistema económico como un sistema abierto, permite evidenciar según Common & Stagl (2008, p2), la masiva introducción que realiza el ser humano en el medio ambiente de “diversos tipos de residuos que se originan, necesariamente, en el proceso de subsistencia; por ejemplo, dióxido de azufre y dióxido de carbono producto de la quema de combustibles”, que al encontrarse en altas concentraciones en la atmosfera terrestre se han convertido en un problema físico ambiental, ya que estos gases retienen la energía infrarroja que devuelven las nubes al recibir directamente los rayos del sol; que de otro modo regresaría al espacio exterior, este fenómeno de retención provoca el incremento progresivo de calor en la tierra.

Para Paxton (1994), en su estudio denominado “Food Miles”, el transporte de mercancías genera grandes emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que al concentrarse en grandes cantidades en la atmósfera contribuye al calentamiento global, mismo que tiene efectos sobre el estado de salud de la población, no solo a través de las ondas de calor y enfermedades transmitidas por el agua, sino del espacio geográfico propicio para la transmisión de enfermedades vectoriales como la fiebre amarilla, el dengue y la malaria (CEPAL, 2010).

La Huella de Carbono es la forma de medir el impacto ambiental de la actividad humana, esta “se refiere a la cantidad en toneladas o kilos de dióxido de carbono equivalente de GEI, producida en el día a día,

generados a partir de la quema de combustibles fósiles para producción de energía, calefacción y transporte entre otros procesos” (Schneider & Samaniego, 2010, pág. 17).

El cálculo de la Huella de Carbono comprende tres ámbitos de emisiones según el Protocolo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, definiendo así los límites operacionales de cualquier actividad económica, el ámbito 1 trata de las emisiones directas, mientras que los ámbitos 2 y 3 se refieren a las emisiones indirectas.

El presente estudio analiza las emisiones directas de GEI producidas por el transporte marítimo en la importación de diésel 2, por lo que, su alcance comprende únicamente el Ámbito 1 del Protocolo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, mientras que las emisiones enmarcadas en los ámbitos 2 y 3 o indirectas queda fuera del análisis del presente estudio. En este contexto el indicador huella de carbono pretende evidenciar las cantidades de Dióxido de Carbono y otros gases nocivos que se emiten a la atmósfera en el transporte marítimo de diésel 2 de forma directa en el período 2007-2014.

Los problemas generados a partir del desmesurado consumo y extracción de recursos naturales han sido ampliamente estudiados bajo distintos enfoques, mismos que abordan el cambio climático y la destrucción de la biodiversidad dejando de lado el aporte del transporte marítimo, por lo que nace la importancia de generar acciones que incluyan al sector mencionado y a posteriori gestionar medidas que contribuyan al desarrollo sostenible y a la preservación de la biodiversidad.

El aporte del transporte marítimo a la destrucción de la biodiversidad y a la contribución al cambio climático viene definida por la circulación, cada vez más constante, en rutas oceánicas, emitiendo Gases de Efecto Invernadero entre los que se destacan el dióxido de carbono (CO₂), óxidos nitrosos (NO_x), metano (CH₄) y amonio (NH₄), estos gases son depositados en el aire y luego de un tiempo absorbidos por el océano a partir de las precipitaciones, incluso en lugares muy distantes del lugar en donde se produjo la emisión; como establece Harrould-Kolieb (2008) los gases se transportan fácilmente a través del aire a grandes distancias quedando expuesta la biodiversidad marina.

Los datos de la Organización Marítima Internacional (OMI) muestran que el transporte marítimo en el año 2007 liberó al ambiente 25,8 millones de toneladas métricas de óxidos de nitrógeno³ (NOx), que representan alrededor del 30 por ciento de las emisiones mundiales, mientras que se prevé que estas aumenten a 34,2 millones de toneladas métricas en 2050 (Harrould-Kolieb, 2008). El transporte marítimo también es responsable de aproximadamente el 4 por ciento de las emisiones mundiales de CO2 de origen humano pese a esto aún no hay ningún acto que regule las emisiones del transporte marítimo internacional, asunto que se está debatiendo en la OMI y en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-España).

El intenso movimiento marítimo, en su gran mayoría, es producto de la importancia que ha adquirido el transporte naval en el comercio exterior a nivel global, tanto en importaciones como exportaciones de grandes volúmenes de mercancías, en este movimiento, particularmente sobresalen los combustibles derivados de petróleo, que dicho sea de paso, han ganado titularidad en el movimiento de la economía a nivel mundial.

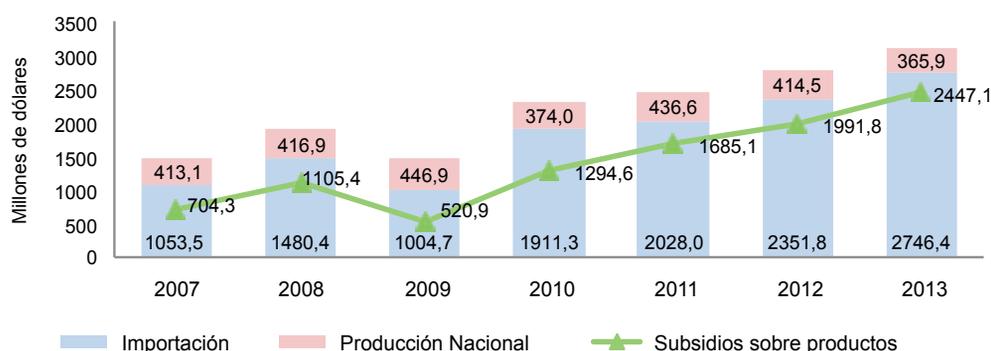
En el Ecuador a partir del 2007 las crecientes importaciones de combustibles han generado un importante movimiento en el transporte marítimo. La contribución negativa del Valor Agregado Bruto (VAB) petrolero del 2007-2008 ocasionó un incremento a las importaciones y una reducción en la producción

nacional de derivados. En efecto, la importación de derivados de petróleo (Diésel 2, Diésel Premium, Nafta de Alto Octano y Cutter Stock) se ha incrementado significativamente desde 2007, misma que tiene un efecto ambiental directo en las emisiones de GEI, lo que a largo plazo representa efectos nocivos en la salud ambiental y en la biodiversidad.

En el Ecuador sobresale la importación de diésel 2⁴ con relación a los demás combustibles, que ha ido creciendo vertiginosamente; en el año 2007 la importación del combustible le costó al estado alrededor de 895 millones de dólares (85% del gasto total del agregado Diésel) según cifras de la EP Petroecuador⁵, mientras que para el año 2010 se incrementa significativamente el gasto en el combustible llegando a 1.053 millones de dólares, que representa alrededor del 98% del gasto total en diésel⁶; de acuerdo a datos del Banco Central para el 2014 la importación se reduce ligeramente a 969,8 millones que representa una reducción del 8% con relación al 2010, según el informe estadístico de la EP Petroecuador (2014).

Otra cifra que es importante mencionar es el subsidio sobre el diésel 2 por parte del estado, mismo que ha ido fluctuando con relación a la oferta total⁷, dicho beneficio llega a 2.447,1 millones de dólares en el 2013 que representa alrededor del 79% del valor económico de la oferta total (3.112 millones de dólares), años antes, en el 2007 el subsidio representaba alrededor del 48%. (Ver figura 1).

Figura 1. Importación, Producción Nacional y Subsidios Sobre el Diésel (Miles de dólares)



Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por: Castillo J. & Villagrán E.

³ “La química de los óxidos de nitrógeno dan lugar a la formación de contaminantes secundarios, el NO2 (y otros óxidos de nitrógeno) tienen participación directa en los procesos de formación de contaminantes secundarios, tales como ozono, ácido nítrico, nitrato de amonio presentes en la lluvia ácida; altamente perjudicial para la diversidad marina” (Galán Madruga & Fernández Patier, 2006, pág. 99).

⁴ Diésel 2.- Destilado medio, empleado en el Ecuador como combustible de transporte pesado, industria y generación eléctrica (EP Petroecuador, 2014)

⁵ Cifras presentadas en el Diario El Universo, En 4 años, la importación de diésel 2 aumentó en un 94,9% (Diario El Universo, 2011)

⁶ En este agregado también se encuentran el diésel 1 y diésel Premium

⁷ Producción Nacional más importaciones.

Según los datos expuestos, el consumo, el subsidio y el gasto en Diésel se duplicaron entre el 2007 y el 2012, esto se debe a tres factores: el precio del combustible se mantiene constante desde el 2002; el aumento sostenido del consumo motivado por el bajo precio y la masificación de diésel de mayor calidad desde el 2012 (Revista Lideres, s.f). Para una nota del El Diario el Universo: Ortiz R., Villavicencio F. y Ortiz F.⁸ opinan que el consumo de diésel 2 se ha duplicado entre el 2007 y el 2010 a causa de la fuga del producto desde el Ecuador a otros países por el contrabando, además, “según una consultoría contratada por el Ministerio Coordinador de la Producción, se explica que el 11% del consumo total se va en contrabando” (Diario El Universo, 2011).

Harrould-Kolieb (2008) menciona que la emisión de GEI de los navíos depende directamente del peso transportado y de la velocidad de los mismos, por lo que, el presente documento tiene como objetivo proporcionar información relevante que sirva de insumo para la generación de normas de protección medio-ambientales relacionadas con el aporte negativo al ecosistema del transporte marítimo, quedando fuera del alcance del estudio el debate sobre el nivel óptimo de importaciones, política de comercio exterior o política fiscal.

El presente estudio constituye una ayuda básica para entender el sistema energético que maneja el país, el cual debe ir de la mano con el buen uso y trato del ambiente, además de incrementar el acervo de información de acceso público al incluir datos útiles y oportunos; acorde a la dinámica ambiental y al cambio de paradigmas económico-ambientales en la plataforma VDatos⁹, dirigida a estudiantes, investigadores, entidades públicas y privadas en cumpliendo con el papel de difusión estadística y el compromiso de entregar cifras de calidad por parte del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

El INEC, como ente rector de la estadística nacional cumple un rol fundamental en el desarrollo de la información ambiental en el país, en tal contexto la institución a través de la Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales (DEAGA) pretende generar indicadores que midan el proceso ambiental que experimenta el país, usando datos provenientes de fuentes propias así como también de fuentes pertenecientes a otras instituciones relacionadas con el Sistema Estadístico Nacional.

⁸ René Ortiz, presidente del Consejo de Cámaras y Asociaciones de la Producción; Fernando Villavicencio, exsindicalista petrolero; y Fausto Ortiz, exministro de Finanzas, extraído de Diario El Universo (2011)

⁹ VDatos.- Visualizador web, herramienta de acceso dinámico a información actualizada de las principales encuestas realizadas por el INEC e indicadores en distintos ámbitos, permite la descarga de archivos relacionados a las temáticas buscadas, disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/vdatos/>

Es así que gracias al aporte técnico del Banco Central del Ecuador, la asesoría de la Autoridad Portuaria de Manta y Esmeraldas y el respaldo técnico de la metodología que aborda Alimentos kilométricos y Gases de Efecto Invernadero: Análisis del transporte de las importaciones de alimentos en el Estado español (1995-2007), (Simón Fernández, Copena Rodríguez, Pérez Neira, Delgado Cabeza, & Soler Montiel, 2014) se logró generar este indicador cuya medida integra el problema ambiental que se genera al realizar el transporte de diésel 2 al Estado Ecuatoriano.

El presente documento, aporta las herramientas suficientes para diseñar e implementar el indicador huella de carbono primario o emisiones directas en el transporte de derivados.

La sección uno describe la importancia de la generación de un indicador de impacto ambiental para el Ecuador, que surge del estudio y entendimiento del aporte negativo del transporte marítimo al ecosistema; en la sección dos se analizan los aspectos metodológicos implícitos en la obtención del indicador, siendo estas: el cálculo de la distancia media recorrida por los navíos en la importación de diésel 2 y la estimación del impacto ambiental expresado en Carbono Equivalente (CO₂-eq); en la sección tres se aplica la propuesta metodológica a la realidad ecuatoriana, estimándose el Indicador de Huella de Carbono por emisión directa; posterior a ello, en la sección cuatro se analizan los principales resultados y hallazgos incluyendo un contraste de los datos obtenidos con varios escenarios de impacto y finalmente en las secciones cinco y seis se presentan las principales conclusiones y recomendaciones.

1. ¿Por qué un indicador que mida el impacto ambiental del transporte marítimo en el Ecuador?

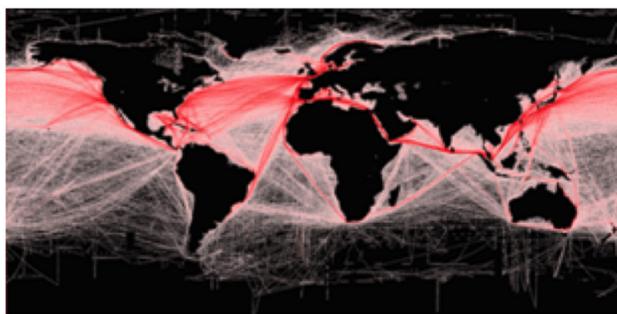
Existe la necesidad de calcular los kilómetros recorridos en el transporte de combustibles y consecuentemente el impacto ambiental que este proceso genera, principalmente por los potenciales daños que el transporte marítimo puede causar a nuestros ecosistemas marinos que mantienen el equilibrio marino e incluso son la base de la alimentación de los ecuatorianos.

En la actualidad el comercio exterior es fundamental en el desempeño de una economía; por lo que las importaciones y exportaciones constituyen una actividad económica financiera a la que difícilmente un país puede renunciar, para que estas se produzcan sin dificultad alguna, es imprescindible el uso de medios de transporte eficientes, ya que, “el transporte (en general)

y el transporte marítimo (en particular) han sido y siguen siendo los ingredientes clave del desarrollo de la globalización¹⁰[¹¹] (Corbett & Winebrake, 2008, pág. 4); sin embargo, lo que no se contempla es el grave problema ambiental que genera el transporte de mercancías, debido a las emisiones de gases a la atmósfera.

Grandes cantidades de CO₂, NO_x y CH₄, gases que según Harrould-Kolieb (2008) perjudican doblemente al equilibrio del planeta, han sido depositadas en el océano generando una acidificación y modificando la química del mismo, producto, mayoritariamente, del comercio internacional por vía marítima. Adicionalmente, según Tournadre J.¹² existe un importante incremento en el tráfico de buques en los últimos años al igual que la ampliación de su tamaño y capacidad. En la siguiente figura basada en gCaptain (2014) se muestran las rutas de navegación y tráfico marítimo, elaborados a partir de datos de altimetría obtenidos de 7 satélites en el periodo comprendido entre 1992 y 2012.

Figura 2. Tráfico Marítimo



Fuente: (gCaptain, 2014)

Como se observa en la figura 2, el tráfico marítimo en las costas ecuatorianas está a niveles promedio, esto basado en las escalas de intensidad de color. Mientras que dicho tráfico tiende a bajar a medida que se aleja de la costa y se aproxima a Alta mar, lo que no sucede en América del Norte, en cuyo caso, el tráfico es alto cerca de las costas así como en Alta mar.

¹⁰ El concepto de globalización enmarca varias acepciones; al tiempo que alude a la integración de los mercados comerciales, atañe a la internacionalización de los procesos productivos y del capital; de igual manera hace referencia al uso de las tecnologías e incluye la transmisión instantánea de información y al papel creciente de conglomerados transnacionales. El término se asocia indudablemente a la exportación e importación de bienes y servicios. (Globalización, pág. 4)

¹¹ Traducción textual de : "transportation (in general) and shipping (in particular) have been and remain key ingredients in fostering globalization" (Corbett & Winebrake, 2008)

¹² Jean Tournadre.- Geofísico de IFREMER, el Instituto Francés para la Explotación del Mar en Plouzané, y el autor del estudio. "Especially when we know that they are the major source of pollution [on the open ocean]." Obtenido en gCaptain (2014).

El tráfico marítimo en las costas ecuatorianas depende mucho de la actividad comercial del país así como de los países vecinos, que utilizan nuestras aguas como ruta de comercio. Este tráfico como se analizó anteriormente atenta, a partir de las emisiones de GEI, contra el equilibrio del ecosistema marino, produciéndose un daño ambiental, que a la larga resulta irreversible, tráfico que no se encuentra normado en relación a la velocidad o volumen de carga, que de acuerdo a lo analizado son los detonantes de las emisiones de GEI.

1.1 Cuantificar los impactos ambientales es vital

La motivación que encontramos para la propuesta del presente indicador parte de la necesidad de evidenciar el efecto que tiene el transporte marítimo en el medio ambiente en la importación de combustible, en este sentido la Constitución avala la iniciativa, ya que entre sus lineamientos estipula la conservación ambiental como eje para un desarrollo sostenible y fundamental para la realización del Buen vivir. El Art. 396 de la Constitución del Ecuador menciona que:

"El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas".

Además políticas legales motivan el cálculo del presente indicador; es así que este indicador está basado en el lineamiento del Objetivo 8 del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017.

Política 8.12: Garantizar el acceso a servicios de transporte y movilidad incluyentes, seguros y sustentables a nivel local e intranacional.

- Literal k.- Mejorar la eficiencia del transporte marítimo y garantizar su competitividad a largo plazo.

Política 8.6: Mantener la sostenibilidad biofísica de los flujos económicos

- Literal b.- Minimizar la huella ecológica del sistema de transporte de bienes y servicios mediante la reducción de distancias de provisión de los mismos y el fomento a la soberanía alimentaria.

Por otro lado, en la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible de la ONU, el objetivo 14 tiene correspondencia directa con la presente investigación¹³, de ahí que el presente indicador de Huella de Carbono por emisión directa – IHCed es un insumo que junto a otras investigaciones como el Análisis de los Flujos Biofísicos de Comercio permite evaluar el impacto ambiental generado por actividades de comercio internacional.

2. Aspectos metodológicos

La sostenibilidad y los problemas ambientales son temas que han pasado a ser el foco de atención en las discusiones del cambio climático, en este sentido los estudios relacionados con el aporte de las actividades de comercio a la contaminación han ganado notoriedad en las Cumbres Internacionales del Medio Ambiente, presentándose por parte de la academia una especial atención en los estudios de recorrido de alimentos o los llamados “Food Miles” (Paxton, 1994, citado por Simón Fernández et al., 2014, pág. 3), en el documento Alimentos kilométricos y gases de efecto invernadero (Simón Fernández, et al. 2014, pag3)

Tomando ideas de varios autores entre los que se encuentran: Jones (2001); Pirog et al. (2001); Wiedmann y Minx (2007) y Ou et al. (2012), se establece que: “Recientemente, las “food miles” se han vinculado a la contabilidad de las emisiones de GEI y en concreto al cálculo de la Huella de Carbono como indicador biofísico de presión ambiental y de sostenibilidad”, valiéndose estos análisis de las distancias medias recorridas, el consumo de combustible y el volumen de importaciones.

Los Gases de Efecto Invernadero emitidos en el transporte de mercancías por vía marítima tienen efectos y tiempo de permanencia diferentes en la atmósfera. Las cantidades de GEI se cuantifican a partir de la estimación del CO2-eq o Carbono Equivalente, esta unidad de medida se utiliza para comparar emisiones de GEI y además es la medida en la que se expresa la huella de carbono (Schneider & Samaniego, 2010). El presente documento tiene como alcance las emisiones directas del CO2-eq, por lo que el indicador resultante se denomina Indicador de Huella de Carbono por emisión directa o IHCed.

Para la estimación del IHCed se toma en cuenta la propuesta metodológica de la Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica, por lo que, en un primer momento se estima la distancia recorrida

¹³ Objetivo 14 ODS.- Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible (ONU, 2015)

por los navíos en la importación de diésel ²¹⁴ desde puertos de origen internacional hasta el puerto de destino nacional a partir de la metodología *Weighted Average Source Distance*. Posteriormente a partir de la distancia promedio obtenida, el peso transportado y el Coeficiente Tecnológico Energético obtenido de la revisión bibliográfica se obtiene finalmente la estimación del indicador que expresa su medida en Toneladas de Carbono Equivalente.

La medida de Carbono Equivalente obtenida, expresa cantidades de gases varios (NOx, CH4 y CO2) transformados en su equivalente de Dióxido de Carbono emitidos al ambiente en un periodo de tiempo, el factor de conversión del que se sirve el cálculo se lo conoce como Potencial de Calentamiento Global o PCG¹⁵, que indica la potencia de los gases en comparación con el CO2 durante un tiempo determinado, por lo que el CO2 representa una potencia de 1, mientras que en el caso del CH4 y los NOx durante 20 años tendrán efectos 62 y 275¹⁶ veces más fuertes que el CO2 respectivamente.

El Coeficiente Tecnológico Energético y de Emisión Equivalente o mejor conocido como Coeficiente Tecnológico Energético (TCO2-eq) proviene a su vez del Factor de conversión, que mide la relación entre el uso de energía y las emisiones de CO2-eq (FCO2) o Factor de emisión, expresado, en un principio, en gramos por medida de uso de energía (KJ); por otro lado el TCO2-eq también se sirve del coeficiente energético que reflejan las condiciones tecnológicas en las que los navíos se desempeñan en el transporte del derivado, (Simón Fernández, Copena Rodríguez, Pérez Neira, Delgado Cabeza, & Soler Montiel, 2014, pág. 6).

Según la CONUEE (2009) “las emisiones de CO2 por combustión dependen del contenido de carbono del combustible considerado y son independientes de la tecnología de combustión empleada” (p6), mientras que las emisiones de los gases diferentes al CO2 son “altamente dependientes de la tecnología empleada y del estado de mantenimiento de estas tecnologías”(p7), por lo que el Coeficiente Tecnológico Energético se sirve de factores de emisión de GEI estándares asociados a parámetros promedio, generalmente empleados cuando no existe información detallada de las tecnologías utilizadas y el mantenimiento de las mismas (CONUEE, 2009); que

¹⁴ Diésel 2.- En el Ecuador este combustible es de uso industrial y para motores de combustión interna de autoignición.

¹⁵ La medida en la que un gas de efecto invernadero determinado contribuye al calentamiento global se define como su Potencial de Calentamiento Global (PCG), (Las causas del cambio climático, pág. 1)

¹⁶ Extraído del sitio web SCIELO, Marco de análisis del mecanismo de desarrollo limpio y las oportunidades del mercado del carbono para el desarrollo de Colombia. (Ledezma Rodríguez & Caballero Quintero, 2013)

es el caso ecuatoriano. Al ser los coeficientes estándar se posibilita su aplicación en el Ecuador, descartando la imposibilidad de comparación en torno a la procedencia de los coeficientes.

3. Aplicación del método para el caso ecuatoriano

Al tener un respaldo metodológico se procede a aplicar el método para el caso ecuatoriano que permita realizar un cálculo sobre el impacto ambiental causado por el transporte de derivados. El indicador permite analizar las distancias recorridas y las emisiones de gases generadas en el Ecuador.

3.1 Primera fase: Distancia recorrida

Las distancias recorridas se estiman a partir de la identificación de los países a los cuales Ecuador realiza una importación de diésel 2, a continuación se presenta el listado de países comercializadores de diésel 2 y su principal puerto de salida.

Tabla 1. Principal puertos de salida de importaciones de diésel 2

País	Puerto de salida
Estados Unidos	Louisiana del Sur
Venezuela	Puerto Libre de Santa Elena de Uairén
Panamá	Puerto de Balboa
Corea (Sur)	Puerto de Busán
Aruba	Puerto Barcadera
Taiwán (Formosa)	Puerto de Kaohsiung
Rusia	Puerto San Petesburgo
México	Puerto Altamira
Trinidad y Tobago	Puerto España
Antillas Holandesas	Puerto Philipsburg
Colombia	Puerto la Guajira
Holanda (Países Bajos)	Puerto Rotterdam
Bélgica	Puerto Amberes
Guatemala	Puerto Quetzal
República Dominicana	Puerto de Santo Domingo
Túnez (Tunisia)	Puerto Sousse
Canadá	Puerto Halifax
Letonia	Puerto Riga
Bahamas, Islas	Puerto Nasau
Reino Unido	Puerto Southampton
China	Pekín Puerto Shangai
Japón	Tokio Puerto Kobe
Francia	Puerto Le Havre
India	Puerto Kandla

Fuente: Banco Central del Ecuador, 2007-2013
Elaborado por: Castillo J. & Villagrán E.

Según la propuesta metodológica presentada en la Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, para el cálculo de las distancias desde el punto de origen hasta el punto de destino se utiliza como fuente de información los sitios web enunciados en la Tabla 2.

Tabla 2. Fuentes de información para el cálculo de distancias recorridas

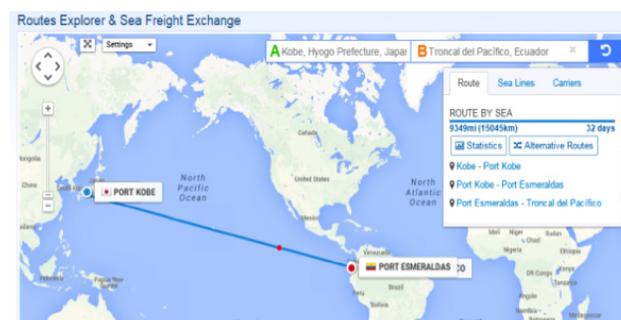
Transporte	Supuesto	Fuentes de información
Barco	Distancia entre los dos puertos marítimos más cercanos (origen/destino)	http://www.searates.com/
Carretera y tren	Distancia entre las respectivas capitales origen/destino)	http://www.viamichelin.es/
Avión	Distancia entre las respectivas capitales (origen/destino)	http://www.world-airport-codes.com/

Fuente: Análisis del transporte de las importaciones de alimentos en el Estado español -2014. P5

El cálculo de estas distancias se realiza de acuerdo al país del cual Ecuador importa diésel 2 la fuente de información utilizada es: www.searates.com (Figura 3), ya que para el transporte de diésel 2 se utilizan embarcaciones marítimas. Esta página web lo que hace es arrojar la distancia en kilómetros entre puertos de intercambio comercial¹⁷.

Es importante tomar en cuenta que este indicador no considera las reexportaciones de diésel 2 que realicen los países a los cuales Ecuador está importando¹⁸, es decir, no se considera el origen inicial del combustible, si no únicamente el punto desde donde se está comercializando.

Figura 3. Distancia entre puertos



Fuente: www.searates.com

¹⁷ El destino de llegada de diésel 2 en el Ecuador es el Puerto Marítimo de Esmeraldas.

¹⁸ Se entiende por reexportación al envío legal al exterior de bienes introducidos legalmente a una Zona Libre de Petróleo procedentes del exterior, en su forma original o luego de su transformación o perfeccionamiento.

Considerando que las distancias para cada país no mantienen un recorrido análogo entre sí, se aplica la metodología *Weighted Average Source Distance*; en consecuencia se determina la distancia media a partir de un promedio ponderado de las distancias entre país de origen y país de destino.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$\bar{d} = \frac{\sum(m_k \times d_k)}{\sum m_k}$$

Dónde:

\bar{d} = distancia media de los países importadores de diésel, medida en Kilómetros (Km)

m_k = cantidades totales transportadas en función del lugar de origen k, medidas en Toneladas Métricas (TM)

k = diferentes localizaciones de origen en función del producto importado

d_k = distancias recorridas desde el lugar de origen k hasta el lugar de destino, medidas en Kilómetros (Km)

3.2 Segunda fase: Indicador de Huella de Carbono por emisión directa IHced

La segunda fase del cálculo del indicador corresponde a determinar el impacto ambiental a través de la estimación del Indicador de Huella de Carbono por emisión directa medida en cantidades de dióxido de carbono equivalente (Co2-eq), la estimación se realiza a partir de la ecuación de impacto ambiental enunciada por Ehrlich y Holden (1971); la cual describe la huella generadas por las actividades humanas sobre el ambiente .

Según estos autores, el impacto ambiental puede ser resumido en base a la ecuación I=PAT, donde I

representa el impacto ambiental; P la población; A el consumo asociado a la población y T la tecnología disponible. Al encajar el indicador mencionado al cálculo de la huella de carbono en el transporte, la I seguiría siendo la variable del impacto (medido en emisiones de CO2-eq); P y A pasarían a ser el peso transportado (medido en toneladas) y la distancia recorrida (la variable “d” calculada en la primera fase cuya medida es km) respectivamente. Por último, la variable T pasaría a ser la matriz de coeficientes tecnológicos (Tabla 3) asociados al transporte en los distintos medios que expresan el impacto ambiental en relación a la unidad funcional (kJ/t-km y g CO2-eq/t-km). Cabe recalcar que el símbolo t representa toneladas en el cálculo, unidad de medida que representa 1000 kilogramos.

De esta forma, el Indicador Huella de Carbono por emisión directa se expresa de la siguiente manera:

$$IHC_{TCo2-eq}^{ed} = m_{ki} \times \bar{d} \times T_{Co2-eq}$$

Dónde:

$IHC_{TCo2-eq}^{ed}$ = Indicador de Huella de Carbono por emisión directa, medida en toneladas de Carbono Equivalente.

m_k = cantidades totales transportadas en función del lugar de origen k en el medio de transporte i

k = diferentes localizaciones de origen en función del producto importado

i = modo de transporte

\bar{d} = distancia media ponderada de los países importadores de diésel

T_{Co2-eq} = Coeficiente tecnológico energético asociado al transporte marítimo

Tabla 3. Coeficientes tecnológicos energéticos asociados al tipo de transporte

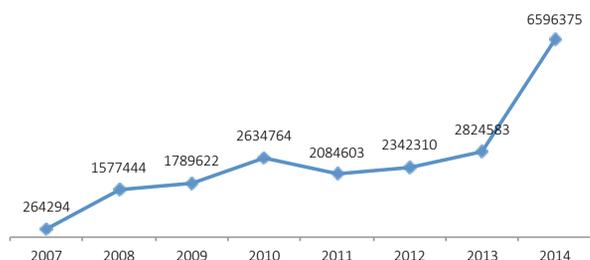
α = indicador	Energía (TE)	GEI (TCO2-eq)	Referencias
Transporte	MJ/t-km	g CO2-eq/t-km	
1. Barco			
a. Internacional	0,22	16,3	Pimentel y Pimentel (1996); Lenzen (1999);
b. Nacional	0,39	29,3	
2. Ferrocarril	0,32	23,1	Advenier et al. (2002); Ang-Olson y Schroerer (2002); Kristensen (2002); TRENDS (2003); WEC (2004); Egleston y Walsh (2006); Steenhof et al. (2006); ECMT (2007); Saari et al. (2007); CER (2008); Kamakaté y Schipper (2008); Pérez Martínez y Monzón (2008); ICF (2009); Monzón et al. (2009) y Pérez Martínez (2009)
3. Carretera (camión)	2,12	160,1	
4. Aviación	21,01	1.577,10	

Fuente: Análisis del transporte de las importaciones de alimentos en el Estado español-2014. P6

El medio de transporte utilizado en las importaciones de combustibles son buques (barcos), por tal razón se utilizará el coeficiente 16,3 g CO₂-eq/t-km. Cabe mencionar que estos coeficientes se expresan en gramos, de ahí que se divide para 1 millón para expresarlos en equivalencia a la unidad de medida para el índice propuesto, a estimarse en toneladas de carbono equivalente emitidas al ambiente. Se han estimado a partir del potencial de efecto invernadero de las emisiones de CO₂, N₂O y NH₄, asociadas al consumo de energía en función del tipo de combustible utilizado.

La fórmula del Indicador de Huella de Carbono por emisión directa considera entre sus componentes al volumen transportado en cada importación (peso) (Figura 4), es así que con la información de estadísticas de comercio exterior del Banco Central del Ecuador se determina esta variable requerida en el cálculo de la huella de carbono.

Figura 4. Importaciones de Diésel 2 al Estado Ecuatoriano en toneladas métricas



Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por: Castillo J. & Villagrán E.

4. Resultados

La importación de diésel 2 en el Estado Ecuatoriano ha experimentado una tendencia creciente en el periodo analizado 2007-2014, este incremento se explica por la baja en la producción nacional a causa de los trabajos en la refinería de Esmeraldas que no permitieron su normal procesamiento. El proceso de rehabilitación de la refinería de Esmeraldas duró 7 años¹⁹, comprendidos entre diciembre del 2008 y finales del 2015 según EP Petroecuador²⁰. A inicios de este proceso el complejo funcionaba al 84% de su capacidad de procesamiento total²¹ que llegó a ser de alrededor de 110.000 barriles de petróleo, la rehabilitación fue motivada por la progresiva reducción en la capacidad de procesamiento, misma

¹⁹ Datos extraídos del Diario El Telégrafo (2016)

²⁰ Ep Petroecuador, 2015

²¹ Datos extraídos del Diario El Telégrafo (2012)

que motivó a un incremento en las importaciones por parte de EP Petroecuador a fin de abastecer la demanda de combustibles en el Ecuador.

Adicionalmente, hay una mayor demanda de este derivado acorde con el plan de mejoramiento de combustibles, encontrándose en los controles en el último trimestre de 2013 que el diésel premium que se expende en el país, contiene 150 partes por millón de azufre, valor inferior al máximo establecido en de la norma INEN, (500 partes por millón), con el consiguiente beneficio para el consumidor. Para el 2013 estas importaciones alcanzan 2.8 millones de toneladas de combustible transportado, lo que en términos económicos representan 2.7 millones de dólares CIF²².

El cálculo de la distancia recorrida y la huella de carbono generada en el transporte de diésel 2 se observa en la Tabla 4.

Tabla 4. Distancia media recorrida y Huella de Carbono de emisión directa

Año	Volumen importado (toneladas)	Distancia media (km)	IHCed (CO ₂ eq)	Tasa de variación anual	Tasa de variación acumulada
2007	264,294	5,205	22,422		100.0
2008	1,577,444	4,785	123,034	448.7%	548.7
2009	1,789,622	4,412	128,708	4.6%	574.0
2010	2,634,764	3,390	145,598	13.1%	649.4
2011	2,084,603	3,359	114,132	-21.6%	509.0
2012	2,342,310	3,578	136,590	19.7%	609.2
2013	2,824,583	4,259	196,107	43.6%	874.6
2014	6,596,375	4,710	506,429	158.2%	2258.6

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de: Banco Central del Ecuador (Datos Comercio Exterior 2007-2013); Análisis del transporte de las importaciones de alimentos en el Estado español-2014; SeaRates.com en: www.searates.com

Al importar diésel 2 desde diferentes localidades del mundo, Ecuador en el 2007 emitió 22.422 toneladas de CO₂eq. Para el 2014, la cifra aumentó 22 veces alcanzando las 506.429 toneladas de CO₂eq. El repentino incremento en volumen de importación en dicho año, aparentemente tiene su origen en la reducción de la producción nacional por los paros producidos en las refinerías: Esmeraldas, La Libertad y Shushufindi con una reducción del 11%²³ de procesamiento de crudo con relación al 2013.

²² Cost, insurance and freight (Coste seguro y flete, puerto de destino convenido)

²³ (EP Petroecuador, 2014, pág. 22)

La refinería de Esmeraldas que tiene la capacidad para procesar el 63% de la producción nacional de combustibles, experimentó en los meses de julio y octubre paros de actividades, que representa una baja sensible en el proceso de derivados nacionales.

Entre el 2007 y el 2008 existe un cambio de nivel importante, en el segundo año se emiten 4 veces las cantidades de CO₂eq emitidas en el 2007. A partir del 2008 el crecimiento de los GEI lanzados al ambiente es sostenido, excepto en el 2011 en donde se redujeron en un 21% las emisiones con relación al 2010. A partir de este año se retoma el crecimiento en emisiones siendo uno de los más importantes el incremento del 158.2% en el 2014 con relación al año 2013.

El crecimiento de las emisiones de GEI en las importaciones de combustibles guarda una relación proporcional con el peso transportado, evidenciándose que en los años que muestran mayor volumen de importación la cantidad de GEI emitidos al ambiente también es mayor, mientras que con la distancia media recorrida no se observa una relación tan marcada, pues está permanece relativamente estable.

Los años con mayor cantidades de CO₂-eq son: 2014, 2013 y 2010 en orden de cantidad, en dichos años el volumen importado de diésel 2 es superior al del resto de años, siendo el 2014 el de mayor tonelaje, seguido de cerca por el 2013, además, se evidencia que no hay un patrón que sugiera una relación alta de las emisiones con la distancia media recorrida

por los navíos, este particular se advierte en los años 2007, 2008 y 2009 (Tabla 4) en los cuales las distancias medias recorridas son altas con respecto al periodo analizado. Junto al 2013 y 2014 el volumen de importación del combustible en los tres primeros años mencionados es menor al que se muestra en el periodo 2010- 2014, sin embargo no se evidencia un incremento o reducción importante en las emisiones de CO₂eq con respecto a dicha variable, por ende, la variable que determina el impacto ambiental en mayor medida es el volumen de importación del combustible.

Con el objeto de evidenciar el efecto de las variables: volumen importado y distancia media recorrida en el indicador, se calculan escenarios de contraste para emisiones de CO₂eq (Tabla 5) tomando en cuenta datos extremos máximos y mínimos de dichas variables, las distancias máximas y mínimas pertenecen al 2007 y 2010 respetivamente, mientras que en el volumen al 2014 y 2007 respectivamente. Para el cálculo de las cantidades de Carbono Equivalente emitidas en determinado año en los escenarios de contraste, se reemplaza en una de las variables el máximo o mínimo según la circunstancia a contrastar, manteniendo los restantes valores de acuerdo a lo observado cada año. Por ejemplo para el año 2010 realizamos el contraste con la distancia media mínima, identificada en el año 2011 (3.359 km), manteniendo el volumen real importado en el 2010, y el coeficiente de emisiones, arrojando como resultado 144.253 toneladas de Carbono Equivalente emitidas al ambiente en dicho año.

Tabla 5. Escenarios del Indicador de Huella de Carbono por emisión directa

Año	Volumen importado (toneladas)	Distancia media (km)	IHCed (CO ₂ eq)	Dist. media Máxima (5.205 km)	Dist. media Mínima (3.359 km)	Vol. Max. importado (6.596.375 t)	Vol. Min. importado (264.294 t)
2007	264,294	5,205	22,422	22,422	14,470	559,626	22,422
2008	1,577,444	4,785	123,034	133,828	86,365	514,490	20,614
2009	1,789,622	4,412	128,708	151,829	97,982	474,405	19,008
2010	2,634,764	3,390	145,598	223,529	144,253	364,518	14,605
2011	2,084,603	3,359	114,132	176,855	114,132	361,151	14,470
2012	2,342,310	3,578	136,590	198,718	128,241	384,662	15,412
2013	2,824,583	4,259	196,107	239,633	154,646	457,976	18,350
2014	6,596,375	4,710	506,429	559,626	361,151	506,429	20,291

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de: Banco Central del Ecuador (Datos Comercio Exterior 2007-2013); Análisis del transporte de las importaciones de alimentos en el Estado español -2014; SeaRates.com en: www.searates.com

El cálculo de las emisiones en los distintos escenarios en relación a la distancia y volumen como se muestra en la Tabla 5, es un ejercicio realizado con el afán de

evidenciar el comportamiento de las variables que intervienen en el cálculo del indicador.

Al recorrerse como máximo 3.359 kilómetros (Distancia mínima) y manteniendo el volumen real de importación de cada caso, para el año de mayor impacto en condiciones reales (2014), se habrían emitido al ambiente a lo sumo 361.151 toneladas de CO₂eq, 145.278 toneladas menos que en las circunstancias normales (506.429 t), mientras que en el año 2013 segundo año con mayor impacto ambiental; manteniendo la premisa de un recorrido mínimo y un volumen real de importación, la reducción habría sido de 41.461 toneladas de CO₂eq, por otra parte; si en el periodo analizado se recorren en cada año 5.205 kilómetros, que es el mayor kilometraje evidenciado en el periodo analizado; el mayor impacto se presentaría en el año 2010 cuyo volumen de emisiones se incrementaría en 77.931 toneladas de CO₂eq, mientras que para el año 2014, las emisiones se incrementarían en 53.197 toneladas.

Al estimar el IHCed a partir del volumen máximo importado (Volumen 2014) en todos los años, interesa reconocer el impacto de las distancias medias en el indicador. La mayor variación se muestra en el 2007 en donde se reemplaza el pequeño volumen importado por el del 2014, dicha variación representa un incremento importante de 537.204 toneladas de CO₂eq emitidas al ambiente en dicho año, por su parte el menor impacto en el periodo analizado se encuentra en el año 2010 en donde las emisiones se incrementarían en 218.920 toneladas, incremento que es 3 veces mayor al producido con el escenario del kilometraje máximo (53.197 toneladas²⁴).

En el escenario de contraste en el que se toman en cuenta el volumen mínimo importado²⁵ para todos los años, el rango de emisiones de CO₂eq va desde 14.470 (2011) a 22.422 toneladas, este último representa el máximo impacto y corresponde al 2007, año que presenta el mayor kilometraje promedio recorrido en relación al periodo, por otro lado si en el año 2014 en lugar de importar 6,6 millones de toneladas de combustible se importaran únicamente 264.294 toneladas, las emisiones de CO₂eq se reducirían en 486.138 toneladas, el año con menor impacto ambiental o menor IHCed en el escenario analizado es el 2011 (14.470 toneladas de CO₂eq).

Por otro lado Estados Unidos, Panamá y Venezuela (Anexo 1), tienen una participación constante en las importaciones de diésel 2, sin embargo en relación a las adquisiciones procedentes de Europa tienden a incrementarse en los años 2012 y 2013.

²⁴ Incremento (Δ) en las emisiones en el año 2014 de su valor real de 506.429 toneladas a 559.626 toneladas calculadas tomando en cuenta el caso hipotético de distancia máxima.

²⁵ 264.294 Toneladas, Año 2007

Las principales tendencias de las importaciones de combustibles en el Estado Ecuatoriano muestran una realidad preocupante para el interés público de reducir las emisiones de gases que perjudican al cambio climático. Efectivamente, en el período de estudio, cada vez se importa más diésel 2 (un 11% más con respecto a 2007), y de procedencias más distantes (unos 10.000 km) y en modos de transporte con fuentes de energía contaminantes, por lo tanto, producen un impacto ambiental cada vez mayor (un 9%), cuestionando la capacidad de producción de derivados de petróleo necesarios en el consumo interno del país.

5. Conclusiones

El Indicador Huella de Carbono por emisión directa permite evidenciar el impacto ambiental negativo producido a partir de la estimación de las cantidades de Carbono Equivalente expulsadas al ambiente por los navíos en su actividad de importación, el alcance de este indicador comprende exclusivamente las emisiones directas del transporte marítimo, en este sentido el análisis de las variables que componen el indicador evidencia que el volumen transportado es la variable que en mayor medida determina las cantidades emitidas de Gases de Efecto Invernadero al ambiente.

Para el cálculo del indicador de huella de carbono por emisión directa se acopla la ecuación de Ehrlich y Holden al cálculo en el transporte marítimo, el algoritmo toma en cuenta un coeficiente de uso energético y aporte de emisiones equivalentes. Para la presente investigación al carecer de información fidedigna de la tecnología usada en las importaciones de combustibles y el mantenimiento que se da a la maquinaria se usan coeficientes tecnológicos energéticos estándar como lo recomiendan documentos especializados.

Hay un progresivo incremento en las emisiones de CO₂eq en el Ecuador en el periodo analizado (2007-2014), siendo el año con mayores emisiones el 2014, año en el que se incrementó de forma drástica el volumen importado de diésel 2, variable que influye en mayor proporción en las emisiones de GEI, de mantenerse los volúmenes de importación; anualmente se incrementaría en un 11% las emisiones de CO₂eq, emitiéndose para el 2021 alrededor de 1 millón de toneladas de Gases de Efecto Invernadero producto de la importación de diésel 2, esta cifra representa 7 veces las emisiones del 2008, los datos recabados han de servir para evidenciar el problema latente y creciente de las importaciones y pueden

servir como base para generar medidas por parte de los órganos competentes que fomenten el desarrollo sostenible.

6. Recomendaciones

Incluir en la estimación del Indicador Huella de Carbono por emisión directa todo el trayecto que el combustible recorre hasta el Ecuador ya que la estimación realizada se estima a la baja, en vista de que no se considera el origen inicial del combustible, si no únicamente el punto desde donde se está comercializando, lo que implicaría incluir en el análisis varios tipos de transporte entre ellos el terrestre y férreo, esto provocaría un incremento importante en las cantidades de GEI emitidas por la importación de diésel 2.

Desarrollar coeficientes tecnológicos energéticos propios tomando en cuenta la tecnología de los navíos que transportan las importaciones de combustibles, así como su mantenimiento en el Ecuador, a través de la revisión de la literatura e investigación en campo lo cual va a aportar a un incremento en la robustez del Indicador de Huella Ambiental por emisión directa en el Ecuador.

Incluir el transporte de otros derivados que son de importante consumo a nivel nacional en el cálculo del indicador Huella de Carbono por emisión directa, para lo cual se necesita conocer con exactitud las toneladas embarcadas en cada medio de transporte, así como el respectivo puerto de llegada. En este sentido los registros que contienen dicha información deben estar a disposición del usuario para que se puedan dar este tipo de cálculos.

7. Bibliografía

- Asamblea Nacional. (s.f.). Constitución de la República del Ecuador 2008.
- Banco Central del Ecuador. (2007-2014). *Comercio Exterior*. Obtenido de http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/seguridad/ComercioExteriorEst.jsp
- Banco Central del Ecuador. (2014). *Estadísticas Macroeconómicas*. Obtenido de <http://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadísticas/SectorReal/Previsiones/IndCoyuntura/EstMacro012014.pdf>
- CEPAL. (02 de Diciembre de 2010). *Gráficos Vitales del Cambio Climático*. Recuperado el 10 de Febrero de 2015, de Gráficos Vitales del Cambio Climático: http://www.cepal.org/dmaah/noticias/paginas/7/37867/lac_web_esp_2010-12-02.pdf
- Common, M., & Stagl, S. (2008). *Introducción a la Economía Ecológica*. (A. Traducciones, Trad.) Barcelona, España: Editorial Reverté.
- CONUEE. (Diciembre de 2009). Metodologías para la Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Consumos Energéticos Evitados por el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.
- Corbett, J., & Winebrake, J. (2008). *The Impacts of Globalisation on International Maritime Transport Activity*. Guadalajara, Mexico.
- Diario El Telégrafo. (12 de febrero de 2012). Refinería Esmeraldas estabiliza la producción de derivados.
- Diario El Telégrafo. (16 de Marzo de 2016). La Refinería de Esmeraldas ahorra \$ 305 millones.
- Diario El Universo. (22 de febrero de 2011). En 4 años la Importación de diésel 2 aumentó en un 94,9%.
- EP Petroecuador. (2014). *Informe Estadístico*.
- Ep Petroecuador. (2015). *Rendición de Cuentas*.
- Faldori, G. (s.f). *Economía Ecológica*. Extraído el 14 de junio del 2016 de: http://rimd.reduaz.mx/coleccion_desarrollo_migracion/sustentabilidad/Sustentabilidad10.pdf.
- Fierro, L. A. (11 de 2014). El Ecuador tiene el mayor nivel de subsidios a los combustibles. *Gestión*.
- Galán Madruga, D., & Fernández Patier, R. (2006). Implicación de los NOx en la química atmosférica. *Revista Electrónica de Medioambiente*. UCM.
- gCaptain. (17 de 11 de 2014). *New Satellite Data Reveals Major Uptick in Global Maritime Traffic*. Obtenido de <http://gcaptain.com/new-satellite-data-reveals-major-uptick-in-global-maritime-traffic/>
- Gobierno del Principado de Asturias. (s.f.). *Las causas del cambio climático*. Obtenido de Potencial de calentamiento global: <https://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/>
- González, N., Soler, F., Orive, A., & Alberto, C. (2013). *Transporte Marítimo y Medio Ambiente*. *Revista Transporte y Territorio*, 138-141. Obtenido de Revista Transporte y Territorio.

- Harrould-Kolieb, E. (Julio de 2008). *SHIPPING IMPACTS ON CLIMATE: A SOURCE WITH SOLUTIONS*. Obtenido de OCEANA: http://www.cleanshipping.org/download/Oceana_Shipping_Report1.pdf
- Ledezma Rodríguez, M., & Caballero Quintero, Y. (Junio de 2013). Marco de análisis del mecanismo de desarrollo limpio y las oportunidades del mercado del carbono para el desarrollo de Colombia. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552013000100005&lng=en&tlng=es.
- López Bastida, E. J., & Pino Alonso, J. R. (2012). Indicadores de economía ecológica para alcanzar la sustentabilidad.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-España. (s.f.). *Emisiones del Transporte Marítimo*. Recuperado el 10 de Febrero de 2015, de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-España: <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/innovacion/Barco.htm>
- ONU. (2015). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sdgooverview/post-2015-development-agenda.html>
- Paxton, A. (1994). *The Food Miles Report: The dangers of long-distance food transport*. Obtenido de http://www.sustainweb.org/publications/the_food_miles_report/.
- Revista Lideres. (s.f). Diésel: el subsidio más alto, sin plan de focalización. *Lideres*.
- S.a. (s.f.). *Globalización*. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lri/tay_b_aa/capitulo1.pdf
- Schneider, H., & Samaniego, J. (2010). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Santiago, Chile.
- Simón Fernández , X., Copena Rodríguez, D., Pérez Neira, D., Delgado Cabeza, M., & Soler Montiel, M. (2014). Alimentos kilométricos y gases de efecto invernadero: Análisis del transporte de las importaciones de alimentos en el Estado español (1995-2007). *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 22: 01-16 .

8. Anexos

Anexo 1. Toneladas transportadas y distancias recorridas por país de importación

Tabla 6. Toneladas transportadas y distancias recorridas por país de importación

Año	País	Puerto	Volumen (toneladas)	Distancia (Km)
2007	Estados Unidos	Louisiana del Sur	95.912,01	3.681
2007	Venezuela	Puerto Libre de Santa Elena de Uairén	92.878,17	4.027
2007	Panamá	Puerto de Balboa	34.905,21	926
2007	Corea del Sur	Puerto de Busán	40.598,69	15.178
Total 2007			264.294,08	5.205
2008	Venezuela	Puerto Libre de Santa Elena de Uairén	1.406.454,89	4.027
2008	Estados Unidos	Louisiana del Sur	32.796,77	3.681
2008	Corea del Sur	Puerto de Busán	75.640,04	15.178
2008	Aruba	Puerto Barcadera	29.746,40	2.182
2008	Taiwán	Puerto de Kaohsiung	32.805,58	16.784
2008	Perú	.	77,45	.
Total 2008			1.577.521,12	4.785
2009	Estados Unidos	Louisiana del Sur	464.854,95	3.681
2009	Venezuela	Puerto Libre de Santa Elena de Uairén	1.051.955,70	4.027
2009	Panamá	Puerto de Balboa	28.390,42	926
2009	Rusia	Puerto San Petesburgo	60.657,41	11.788
2009	México	Puerto Altamira	61.683,64	3.828
2009	Corea del Sur	Puerto de Busán	34.984,56	15.178
2009	Trinidad y Tobago	Puerto España	29.772,42	.
2009	Antillas Holandesas	Puerto Philipsburg	32.388,15	3.343
2009	Colombia	Puerto la Guajira	27.520,56	2.296
2009	Holanda	Puerto Rotterdam	27.186,65	9.892
Total 2009			1.819.394,43	4.412
2010	Estados Unidos	Louisiana del Sur	960.411,13	3.681
2010	Panamá	Puerto de Balboa	524.740,40	926
2010	Venezuela	Puerto Libre de Santa Elena de Uairén	551.923,17	4.027
2010	Colombia	Puerto la Guajira	130.629,92	2.296
2010	Antillas Holandesas	Puerto Philipsburg	97.043,55	3.343
2010	Bélgica	Puerto Amberes	71.339,88	9.885
2010	Guatemala	Puerto Quetzal	67.643,71	1.985
2010	Aruba	Puerto Barcadera	66.121,71	2.182
2010	Rep. Dominicana	Puerto de Santo Domingo	63.082,31	2.491

Año	País	Puerto	Volumen (toneladas)	Distancia (Km)
2010	Túnez (tunicia)	Puerto Sousse	34.034,71	10.762
2010	Canadá	Puerto Halifax	35.524,59	5.33
2010	Letonia	Puerto Riga	32.269,29	11.397
Total 2010			2.634.764,31	3.39
2011	Venezuela	Puerto Libre de Santa Elena de Uairén	834.156,20	4.027
2011	Estados Unidos	Louisiana del Sur	642.243,38	3.681
2011	Panamá	Puerto de Balboa	508.089,85	926
2011	Letonia	Puerto Ventspils	35.146,59	11.397
2011	Bahamas, Islas	Puerto Nasau	32.659,86	3.067
2011	Reino Unido	Puerto Southampton	32.304,26	9.517
2011	Perú	-	29.210,22	.
2011	China	Puerto Shangai	3,17	16.005
Total 2011			2.113.813,50	3.412
2012	Estados Unidos	Louisiana del Sur	1.472.786,70	3.681
2012	Panamá	Puerto de Balboa	526.699,66	926
2012	Venezuela	Puerto Libre de Santa Elena de Uairén	126.809,06	4.027
2012	Japón	Puerto Kobe	79.509,99	14.901
2012	Canadá	Puerto Halifax	68.840,42	5.343
2012	Francia	Puerto Le Havre	35.183,92	9.566
2012	Aruba	Puerto Barcadera	32.479,91	2.182
Total 2012			2.342.309,64	3.578
2013	Estados Unidos	Louisiana del Sur	2.066.059,51	3.681
2013	Panamá	Puerto de Balboa	481.783,18	977
2013	Corea del Sur	Puerto de Busán	141.300,88	15.238
2013	India	Puerto Kandla	100.453,89	18.118
2013	Colombia	Puerto la Guajira	34.985,86	189
Total 2013			2.824.583,29	4.426
2014	Estados Unidos	Louisiana del Sur	2.702.221,78	3.681
2014	Panamá	Puerto de Balboa	234.773,07	926
2014	Corea del sur	Puerto de Busán	142.212,36	15.178
2014	Canadá	Puerto Halifax	3.517.168,00	5.33
Total 2014			6.596.375,21	25.115,00

Fuente: Banco Central del Ecuador 2007-2014
 Elaborado por: Castillo J. & Villagrán E.