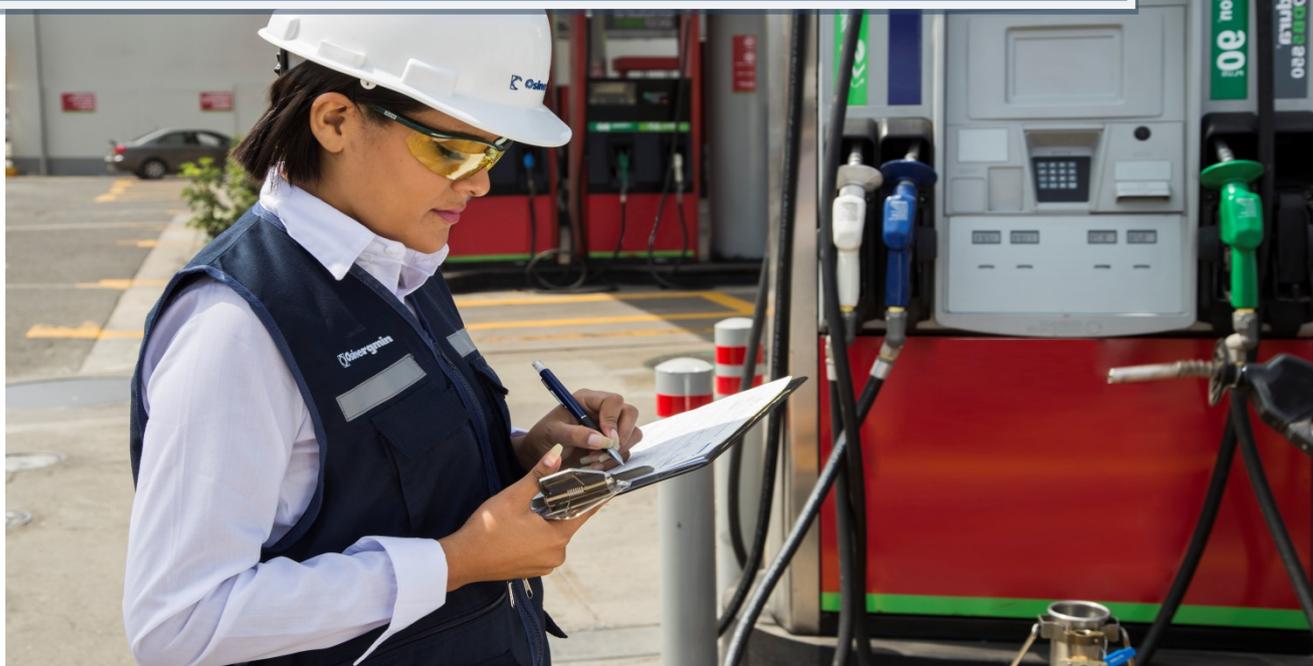


REPORTE DE ANÁLISIS ECONÓMICO SECTORIAL SECTOR HIDROCARBUROS LÍQUIDOS

La política de introducción de los biocombustibles en el Perú: Una evaluación desde un enfoque de Equilibrio General Computable

Año 5 – Nº 7 – Diciembre 2016



Bernardo Monteagudo 222, Magdalena del Mar
Lima – Perú

<http://www.osinergmin.gob.pe>

Gerencia de Políticas y Análisis Económico
Teléfono: 219-3400 Anexo 1057

http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/estudios_economicos/oficina-estudios-economicos

Índice

Presentación.....	3
La política de introducción de los biocombustibles en el Perú: Una evaluación desde un enfoque de Equilibrio General Computable.....	4
Notas.....	17
Abreviaturas utilizadas.....	20

Presentación

Como parte de sus actividades asociadas a la gestión del conocimiento dentro del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería del Perú – Osinergmin, la Gerencia de Políticas y Análisis Económico (GPAE) realiza un seguimiento a los principales eventos y discusiones de política en los sectores energético y minero. Este esfuerzo se traduce en los Reportes de Análisis Económico Sectorial sobre las industrias reguladas y supervisadas por Osinergmin (gas natural, hidrocarburos líquidos, electricidad y minería).

Estos reportes buscan sintetizar los principales puntos de discusión acerca de los temas económicos vinculados a las industrias bajo el ámbito de Osinergmin, a la vez de informar sobre posibles desarrollos o sobre la evolución futura de estos sectores. En esta entrega correspondiente al sector hidrocarburos líquidos abordamos el tema “La política de introducción de los biocombustibles en el Perú: Una evaluación desde un enfoque de Equilibrio General Computable.”

Los resultados de la aplicación de un modelo de equilibrio general computable elaborado para el Perú muestran los efectos de la política de mezcla de biocombustibles en la economía, observándose que dicha política genera un impacto positivo al reducir el índice de las emisiones de CO₂, pero también se aprecian impactos contrarios en las variables macroeconómicas, aunque en magnitudes leves.

Aspiramos a que este reporte sea de interés y contribuya a enriquecer el debate sobre los temas económicos de los sectores energético y minero, así como a mejorar la gestión del conocimiento y la capacidad prospectiva en la institución. Los comentarios y sugerencias se pueden enviar a gpae@osinergmin.gob.pe.

Arturo L. Vásquez Cordano
Gerente de Políticas y Análisis Económico

La política de introducción de los biocombustibles en el Perú: Una evaluación desde un enfoque de Equilibrio General Computable

A la fecha, los combustibles fósiles y la energía nuclear proporcionan gran parte de la energía que se utiliza en el mundo. No obstante, las reservas de combustibles fósiles son limitadas y contaminantes. Por ello, se está impulsando el desarrollo de energías alternativas basadas en recursos naturales renovables y menos contaminantes.

En ese contexto, la industria de los biocombustibles ha tomado mayor relevancia en los últimos años. Inicialmente hubo una gran expectativa de sus potenciales beneficios relacionados, principalmente, a la seguridad energética,^[1] la reducción de la dependencia energética del petróleo y la mitigación del impacto ambiental.

No obstante, la sustentabilidad de los biocombustibles es una de las preocupaciones latentes, que tiene su origen en la persistente caída del precio internacional del petróleo y en las posibles externalidades negativas (deforestación, carbono neutral, etc.) que generan éstos.

La política energética de los países en relación a los biocombustibles ha estado orientada a promover el desarrollo de este mercado a través de la obligatoriedad de su consumo en el sector transporte o mediante la aplicación de medidas tributarias.

En el Perú, la demanda por biocombustibles, como el etanol y el biodiesel, ha tenido una tendencia

creciente junto con la actividad económica y los ingresos de la población, debido a la existencia de un marco legal^[2] que rige su producción y uso, estableciendo metas obligatorias de mezcla de etanol con gasolina (7,8% desde el año 2010), y de biodiesel con diésel (5% desde el año 2011).

El propósito del presente número de la serie de Reportes de Análisis Económico Sectorial (RAES) de Hidrocarburos Líquidos es analizar la política de establecer metas obligatorias de mezcla de etanol y biodiesel, utilizando un Modelo de Equilibrio General Computable (MEGC).^[3]

CONTEXTO INTERNACIONAL Y LOCAL DE LA INDUSTRIA DE BIOCOMBUSTIBLES

¿Qué son los Biocombustibles?

Según la International Energy Agency (IEA), los biocombustibles son aquellos combustibles que se derivan de la biomasa (cualquier organismo con vida reciente como las algas marinas, virutas de madera, entre otras, y sus derivados metabólicos como el estiércol), o residuos de materias primas.

El biodiesel es un biocombustible hecho principalmente de soya, canola, aceites vegetales y grasas animales, así como por girasol o piñón blanco (*jatropha*). Otros insumos utilizados para la elaboración de biodiesel son la palma aceitera, higuera, aceites usados.^[4] Por su lado, el etanol es un alcohol que se obtiene a partir de maíz, sorgo, caña de azúcar o remolacha.^[5]

Los biocombustibles pueden clasificarse en primera y segunda generación. Los de primera generación son los desarrollados a partir de cultivos que también son destinados a la alimentación, mientras que los de segunda generación son aquellos que no forman parte de los cultivos para la alimentación y, por tanto, no compiten con ellos.

Contexto Internacional de la política de los Biocombustibles

La mayor producción de biocombustibles se encuentra en América del Norte (Estados Unidos) y América del Sur (Brasil).^[6]

Según BNAmericas (2013),^[7] Brasil es el máximo exponente del desarrollo de biocombustibles en Latinoamérica, gracias al desarrollo de la industria del etanol a partir de la caña de azúcar desde 1970.

La segunda industria más importante de biocombustibles en Latinoamérica la tiene Argentina, cuya producción se basa principalmente en el biodiesel producido a partir de la soya.

Otro caso emblemático es Colombia dada su importante producción de etanol y biodiesel. Al respecto, el principal potencial con el que cuenta Colombia, según BNAmericas, se encuentra en las normas de mezcla obligatoria que establecen los porcentajes de mezcla más altos de la región.

En diferentes países, el fomento del consumo de biocombustibles se realiza a través de la determinación de porcentajes de la mezcla de biocombustibles con combustibles fósiles en una proporción

determinada por la entidad encargada del marco energético de cada país.

En línea con ello, en Europa, mediante la Directiva 2009/28/CE, en su artículo 3, numeral 4 se estableció que: “Cada Estado miembro velará por que la cuota de energía procedente de fuentes renovables en todos los tipos de transporte en 2020 sea como mínimo equivalente al 10% de su consumo final de energía en el transporte”.

El porcentaje mínimo de incorporación del etanol es 3.9% en contenido volumétrico y 2.5% en contenido energético; mientras que para el biodiesel es de 4% en contenido volumétrico y 4.1% en contenido energético. Si bien la normativa europea establece valores referenciales comunes, los países miembros tienen margen de discrecionalidad en su aplicación.

Por su lado, en América Latina se ha desarrollado un marco legal relacionado a la promoción de los combustibles. Para ello, se han establecido porcentajes de mezcla con los combustibles fósiles en contenido volumétrico de biocombustibles.

Para el caso peruano, se observa que la obligación mínima de contenido de biodiesel y de etanol, en términos volumétricos, se encuentra en niveles de 5% y 7.8%, respectivamente, lo cual está en orden de magnitud a la muestra de países de América Latina mostrado en la tabla siguiente.

Porcentaje de mezcla de biocombustibles en América Latina

Argentina	<ul style="list-style-type: none">• 90% Diésel + 10% biodiesel• 88% Nafta +12% bioetanol (Decreto 543/2016)
Bolivia	<ul style="list-style-type: none">• 80% Diésel + 20% biodiesel (2015)
Brasil	<ul style="list-style-type: none">• 93% Diésel + 7% biodiesel• 82% Gasolina + 18% alcohol etílico anhidro (mínimo)• 72.5% Gasolina + 27.5% alcohol etílico anhidro (máximo)
Colombia	<ul style="list-style-type: none">• 90% a 92% diésel + 8% a 10% biodiesel, según región• 92% gasolina + 8% alcohol carburante
Ecuador	<ul style="list-style-type: none">• 90% gasolina + 10% etanol
Perú	<ul style="list-style-type: none">• 92.2% Gasolina + 7.8% alcohol carburante• 95% Diésel + 5% biodiesel (D.S. 013-2005-EM)

Fuente: OLADE (2007), SNV (2008), USDA (2015, varios), Ministerio de Energía y Minas de Perú (MEM), BNAmericas (2016). Elaboración: GPAE – Osinergmin.

Política local sobre los Biocombustibles

El desarrollo del mercado local de biocombustibles empezó en el año 2003 con la promulgación de la Ley N° 28054, Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles, en la cual se establece el marco general para promover el desarrollo de este mercado.

Políticas específicas se establecieron a partir del 2005, en particular el porcentaje de la mezcla y el cronograma de aplicación y uso de alcohol carburante y biodiesel, con la aprobación del reglamento de esta Ley mediante el Decreto Supremo (D.S.) 013-2005-EM.

Se estableció que el porcentaje de alcohol carburante en las gasolinas que se

comercialicen en el país será de 7.8%, mientras que el porcentaje de biodiesel en el diésel que se comercialice en el país será de 5%. Asimismo, se establecieron las fechas del cronograma de uso obligatorio y su comercialización, las mismas que posteriormente fueron modificadas mediante diferentes dispositivos legales.

Actualmente, la comercialización del Biodiesel B100^[8] y Gasohol es obligatoria para todo el país, excepto para los departamentos de Amazonas, Loreto, Madre de Dios y Ucayali en el caso del Gasohol.

El 20 de abril del 2007 se aprobó el Reglamento para la Comercialización de Biocombustibles mediante el D.S. 021-2007-EM,^[9] el cual tiene como objetivo establecer

los requisitos para la comercialización y distribución de los biocombustibles, así como lo referente a las normas técnicas de calidad de los biocombustibles.

Específicamente, además de algunas precisiones de la mezcla y cronograma de implementación, se establecieron lineamientos sobre la calidad del etanol y biodiesel, las características técnicas y especificaciones de calidad del Gasohol y Biodiesel, lugares de mezcla y expendio, comercialización, entre otros.

Posteriormente, mediante Decreto Supremo N° 016-2008-AG, se declara de interés nacional la instalación de plantaciones de *Jatropha* e *Higuerilla*, como alternativa para promover la producción de biocombustibles en la Selva.

Cabe resaltar que las características técnicas del alcohol carburante y del Biodiesel B100 se establecen en las correspondientes Normas Técnicas Peruanas aprobadas por el Instituto Nacional de la Calidad (Inacal), adscrito al Ministerio de la Producción (Produce).^[10]

Estas características técnicas o especificaciones de calidad deben ser garantizadas por el productor mediante un certificado de calidad.

Rol del Estado respecto al mercado de los biocombustibles

El Estado actúa en el mercado de los biocombustibles principalmente a través de seis entidades: MEM, Produce, Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri), Inacal, Osinermin y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

Las competencias de los organismos del Estado con respecto a la comercialización de los biocombustibles se resumen en el siguiente cuadro:

MEM

- Otorga las autorizaciones a los agentes de la Cadena de Comercialización de Combustibles Líquidos facultados para las mezclas de Alcohol Carburante y Biodiesel B100 con Gasolinas y Diesel N° 2, respectivamente, así como a la comercialización, transporte y consumo de dichas mezclas.

Osinermin

- Supervisa y fiscaliza la comercialización y la calidad de los biocombustibles y de sus mezclas.
- Emite el ITF correspondiente a las modificaciones y/o ampliaciones de las instalaciones necesarias para la comercialización.

Produce

- Otorga las autorizaciones para la instalación y funcionamiento de las plantas productoras de Biocombustibles. En proyectos que involucran cultivos coordina con el Minagri.

Minagri

- Identifica y promueve el desarrollo de las áreas disponibles con aptitud agrícola para la producción de biocombustibles en el país.

Inacal

- Aprueba las Normas Técnicas Peruanas que establecen las características técnicas del alcohol carburante y el Biodiesel B100.

OEFA

- Supervisa y fiscaliza el cumplimiento de la normativa vigente sobre la conservación y protección del medio ambiente en exploración, explotación, producción, transporte, almacenamiento, procesamiento, distribución y comercialización de combustibles líquidos.

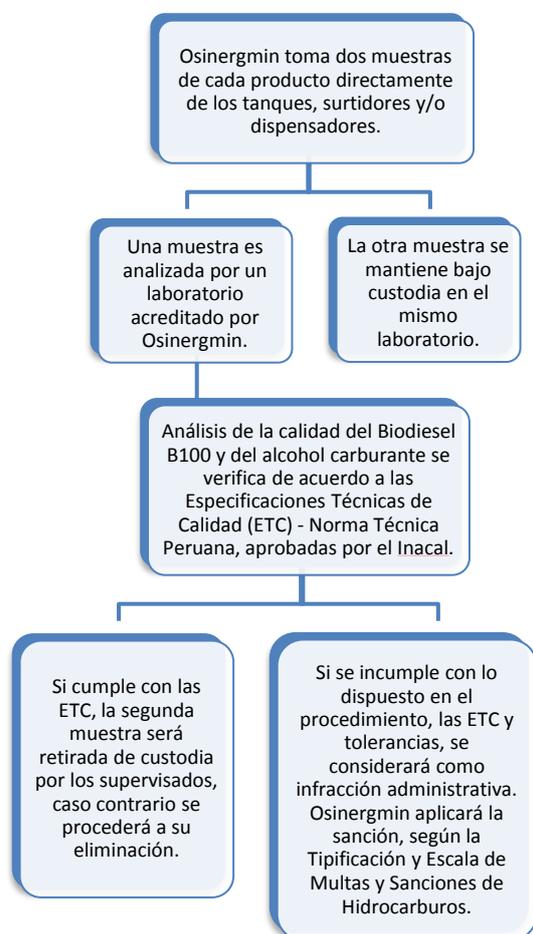
Fuente: D.S. N° 021-2007-EM y sus modificatorias (D.S. N° 064-2008-EM y D.S. N° 091-2009-EM), R.C.D N° 133-2014-OS/CD, Ley N° 29325 Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, D.S. N° 001-2010-MINAM Cronograma de transferencias y la Resolución de Consejo Directivo N° 001-2011-OEFA/CD.

Elaboración: GPAE – Osinermin.

En el rol regulador y supervisor se encuentra Osinermin, el cual se encarga de la supervisión y fiscalización de la comercialización y la calidad de los biocombustibles y de sus mezclas, así como

la seguridad de las instalaciones que se utilizan para comercializar estos productos.

Mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 133-2014-OS/CD de julio de 2014, se estableció el “Procedimiento de Control de Calidad de Combustibles Líquidos, Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos, Biocombustibles y sus Mezclas”, el cual es aplicable a nivel nacional.



Fuente: RCD N° 133-2014-OS/CD.

Elaboración: GPAE – Osinermin.

En adición, Osinermin emite el Informe Técnico Favorable (ITF) correspondiente a las modificaciones y/o ampliaciones de las instalaciones necesarias para la

comercialización. Cabe indicar que se tienen estas competencias respecto de las refinерías y de las plantas de abastecimiento.

Los biocombustibles se mezclan en las plantas de abastecimiento y en las refinерías. Sin embargo, algunos agentes los mezclan en línea, es decir, al momento del despacho, aunque esta práctica ya no se usa mucho; mientras que otros los mezclan en los mismos tanques. En ese sentido, en las refinерías y en las plantas de abastecimiento pueden encontrarse tanques con gasolinas y diésel (sin mezclar), otros con alcohol carburante y B100, y otros con la mezcla, es decir, gasoholes y Diésel B5. Todos estos tanques son supervisados en sus aspectos de seguridad siguiendo las disposiciones establecidas en el Reglamento aprobado por el D.S N° 054-93-EM.

Asimismo, Osinermin es el encargado de establecer los procedimientos para la inspección, mantenimiento y limpieza de tanques y otras instalaciones y equipos necesarios que garanticen la calidad del gasohol.^[11]

Experiencias internacionales de evaluación de las políticas de Biocombustibles ^[12]

La experiencia internacional en torno a la evaluación de las políticas de biocombustibles utilizando el Modelo de Equilibrio General Computable no muestran resultados concluyentes, como se describe a continuación.

Dixon et al. (2010) ^[13] buscan evaluar los impactos económicos de largo plazo en la economía estadounidense de introducir la

Norma de Combustibles Renovables (RFS por sus siglas en inglés),^[14] como un incentivo al desarrollo de los biocombustibles, mediante un modelo de equilibrio general. La RFS está acompañada de créditos fiscales, los cuales se utilizan como incentivos a la producción de diferentes tipos de etanol a base de almidón de maíz y material de celulosa.

En fechas cercanas al año en que se elaboró el documento, las proyecciones realizadas por el Departamento de Energía de Estados Unidos indicaban que el precio de la gasolina a base del petróleo era probable que aumente en relación con el costo de producción del etanol. Si esta proyección se mantenía, la sustitución del petróleo crudo importado por los biocombustibles nacionales proporcionaría ahorros de costos sustanciales a la economía estadounidense. En tal sentido, se esperaba que los beneficios económicos de largo plazo pudieran compensar los costos de corto plazo de los créditos fiscales siempre que el etanol tenga una ventaja de costos a largo plazo sobre la gasolina a base del petróleo.

En tal sentido, los autores buscan determinar los impactos de la introducción de la RFS en el consumo de los hogares y en el PBI. Al respecto, este documento encuentra que los beneficios a la economía de Estados Unidos de introducir RFS, medidos como los aumentos de consumo de los hogares, pesan más que los costos asociados con los créditos fiscales que acompañan el mandato de RFS. Este resultado se encuentra condicionado a la evolución de la oferta de etanol en el largo

plazo con bajos costos dado el progreso tecnológico.

Sin embargo, los autores indican que es muy probable que el PBI de EE.UU. caiga cuando la RFS se acompaña de créditos fiscales. En tal sentido, la eliminación de los créditos fiscales proporcionaría beneficios para la economía por la expansión del consumo de los hogares y el aumento del PBI. Cuanto más competitivo sea el etanol respecto a los combustibles derivados del petróleo, el crecimiento en el PBI será mayor. Cuanto menor sea el precio del petróleo, la eficacia de desplazar el uso de combustibles derivados del petróleo por los biocombustibles será cada vez menor en cumplimiento del mandato de RFS.

La FAO (2010)^[15] realizó un estudio haciendo uso de un modelo estático de MEGC para analizar los efectos en la economía de la política de restricción de cantidades legales para los biocombustibles en los combustibles, aplicada en el Perú. En el estudio se indica que el objetivo detrás de esta política es diversificar las fuentes de energía y crear oportunidades de crecimiento y de empleo.

Se consideran dos tipos de materia prima para la producción de etanol (caña de azúcar y melaza) y otros dos para la producción de biodiesel (aceite de palma y jatropha). Inicialmente, la producción de biocombustibles se supone que es cero y que el comercio no está autorizado. Dentro de este marco, se supone que los efectos de una política obligatoria de mezcla lleva al consumo de 3 600 barriles de petróleo por día (BPD) de biodiesel y 1 100 BPD de etanol para el año 2015.

El MEGC se basa en la Matriz de Contabilidad Social del 2002 para el Perú y opera bajo el supuesto de pleno empleo de los factores de producción. Los resultados del MEGC indicaron, en general, impactos negativos en la producción sectorial. Para los sectores no agrícolas, los efectos se pueden resumir en dos canales, principalmente.

En primer lugar, el uso de biocombustibles desplazará el actual uso de combustibles fósiles, a consecuencia del mandato. Esta reducción depende en gran medida del tipo de biocombustible producido y más específicamente del tipo de materia prima usada para su elaboración.

Por ejemplo, bajo la producción de etanol, el sector de petróleo refinado evidencia una reducción de 2.5% en su PBI sectorial, en promedio, cuando se produce etanol a base de caña de azúcar. Asimismo, el impacto negativo es incluso cuando se produce biodiesel. La caída en el sector de petróleo refinado es mayor cuando el biodiesel es producido, y una de las razones es que el mandato para biodiesel representa un volumen mayor que su contraparte en etanol.

En segundo lugar, la caída en la producción sectorial también puede ser explicada por el efecto precio generado a partir del mandato de mezcla que obliga al mezclador a utilizar el biocombustible, cuyo precio es mayor que el del combustible fósil, por lo que el precio del combustible aumenta, principalmente cuando se utilizan materias primas ineficientes como las mencionadas (jatropha o melaza). El alza de los precios de los combustibles impacta a los

consumidores y a otros sectores en la economía, como el sector transporte.

El impacto en el sector de agricultura de imponer el mandato de etanol usando melaza como materia prima para la producción del etanol conduce a los impactos negativos más grandes en dicho sector. Por otro lado, cuando la producción de biodiesel se realiza utilizando como insumos aceite de palma o jatropha, el sub sector otros cultivos (que incluye la caña de azúcar), es débilmente afectado debido a que las tierras utilizadas para la producción de estos insumos están en la selva y por tanto, no compiten con la tierra usada para la producción de otras actividades agrícolas.

Lapan y Moschini (2009) ^[16] evaluaron dos políticas de promoción de los biocombustibles (mezcla obligatoria y los subsidios) aplicadas en Estados Unidos, concluyendo que la mezcla obligatoria tiene menos impacto en la economía. Sostienen que la promoción de los biocombustibles está relacionada a su impacto en el medio ambiente, el cual a su vez está condicionado a que tengan un balance energético positivo, desde el punto de vista del Análisis del Ciclo de Vida (ACV).^[17] El balance energético se define como el ratio entre la energía contenida en el biocombustible y la energía total utilizada en su producción.

Mazumder (2014) ^[18] evaluó las políticas de subsidios a los biocombustibles y el impuesto a los combustibles derivados del petróleo aplicable al estado de Illinois en Estados Unidos, concluyendo que el subsidio no logra reducir el consumo de los combustibles derivados del petróleo, pero

un impuesto a los combustibles derivados del petróleo tiene mejores resultados ya que su consumo tiene externalidades negativas como la contaminación.

APLICACIÓN DEL MEGC AL CASO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN EL PERÚ

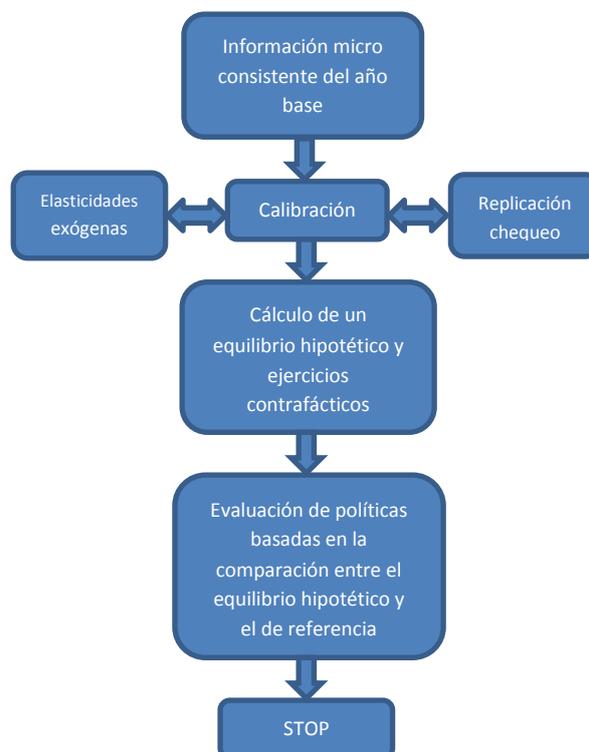
Previo a la aplicación del Modelo de Equilibrio General Computable para analizar el impacto de la política de establecimiento de porcentajes de mezcla de biocombustibles (5% para el biodiesel y 7.8% para el bioetanol) con combustibles fósiles, se describe brevemente en qué consiste este modelo.

En términos económicos, estos modelos ^[19] pueden definirse como representaciones matemáticas de las diversas condiciones de equilibrio de mercado ^[20] entre los agentes económicos (Familias, Empresas, Gobierno y Resto del Mundo) y los mercados donde participan (Mercado de Bienes y Servicios, de Factores, Externo, etc.), relacionándose a través de funciones de interdependencia (funciones de utilidad, funciones de producción, restricciones presupuestarias, y otros supuestos) que buscan capturar una amplia gama de efectos interrelacionados.

Estos modelos, requieren información detallada de la economía. La matriz de contabilidad social (MCS) usada refleja datos de cuentas nacionales, transacciones intersectoriales y agregados monetarios.

Pasos generales para la construcción de un MEGC

A modo de ilustración, los pasos a seguir para la construcción y aplicación de los MEGC pueden resumirse en el siguiente gráfico. ^[21]



Fuente: Basado en el Documento de Trabajo N° 33, GPAE – Osinergmin.

La construcción de estos modelos empieza por las MCS, que son insumos principales para este tipo de instrumentos, y en estricto representan un flujo circular ^[22] plasmado en una matriz de doble entrada, con los ingresos en las filas y los egresos en las columnas, cumpliendo la condición del equilibrio de balance (ingreso igual a gasto).

La MCS abarca información del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN); asimismo involucra la matriz de insumo-producto que refleja el sistema de encadenamientos inter-industriales de una economía.

En caso de tener información perdida o necesidad de actualizarla se utiliza el método del RAS o el de Entropía para su ajuste, minimizando los desvíos respecto al dato real, cumpliendo los equilibrios macroeconómicos. ^[23]

A la fecha de elaboración del estudio se contaba con una MCS basada en la matriz de insumo producto (MIP) de la economía peruana del año 1994, por lo que se procedió a actualizarla con información al año 2010,^[24] y se incluyó dicha información dentro del MEGC.

Una vez acordada la estructura contable y funcional, se aplica el procedimiento de calibración.^[25] La calibración se efectúa utilizando de forma combinada la información de la MCS con las estimaciones de las elasticidades relevantes, para inferir los parámetros del modelo. Por lo general, las elasticidades son exógenas y se originan a partir de técnicas econométricas o provenientes de la literatura económica.

Con la calibración se obtiene un equilibrio inicial que luego servirá como punto de referencia (o en inglés *benchmark*) para las simulaciones.

El nuevo equilibrio que se obtiene cada vez que se realiza una simulación es comparado con ese equilibrio inicial.

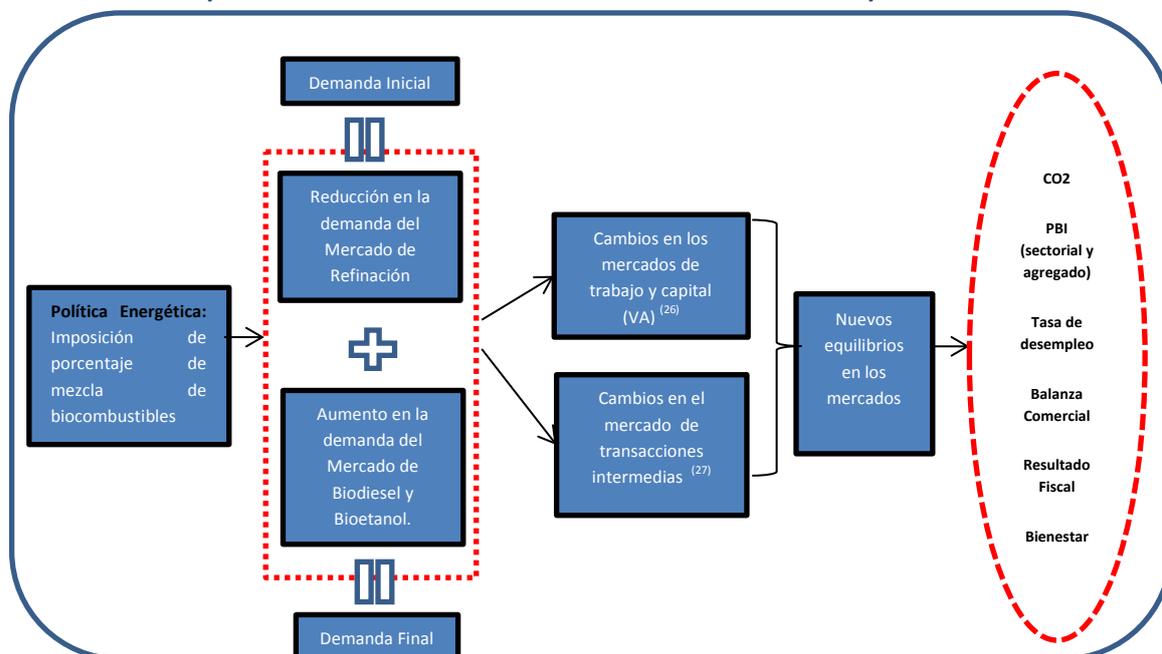
El modelo desarrollado se basa en el supuesto que las actividades producen un único bien. Asimismo, se modelaron cinco tipos de hogares, los cuales fueron distribuidos por nivel de ingreso per cápita. Se consideraron cuatro agentes económicos cuyas características se describen en el cuadro siguiente.

Características de los agentes económicos

<p>Familias</p>	<ul style="list-style-type: none"> Las familias reciben transferencias del gobierno como resultado de los programas de política social. Las familias tienen acceso a instrumentos financieros (bonos) y pueden tomar posición de compra y venta a un precio de mercado (Bolsa de Valores). Las familias reciben salarios por su trabajo y rentas por ser dueñas del capital físico (maquinarias). Realizan pagos por impuestos indirectos y directos, y gastos de consumo en los bienes del sector regulado, importador y del sector de exportación.
<p>Empresas</p>	<ul style="list-style-type: none"> En general, en la economía existen 3 tipos de bienes: los bienes transables, no transables y regulados (monopolios). Además, cada empresa produce un único bien o servicio principal, por lo que se podrá tratar de manera diferenciada a los impuestos. Los beneficios de la empresa van a las familias, resto del mundo y al gobierno, siempre y cuando se tenga participación en los capitales privados. Principalmente, son las familias las que toman decisiones de inversión. Las empresas realizan pago de salarios, amortización del capital y gastos por compra de insumos. Las empresas demandan bienes intermedios, por lo tanto el mercado de bienes intermedios deberá de incluirse en el modelamiento.
<p>Gobierno</p>	<ul style="list-style-type: none"> El gobierno recibe ingresos por la recaudación de impuestos y por el apalancamiento financiero en el mercado de capitales, a través de la emisión de bonos. Compra bienes de consumo y de inversión, realiza las transferencias por programas sociales, y paga los intereses de la deuda externa e interna.
<p>Resto del Mundo</p>	<ul style="list-style-type: none"> El resto del mundo lo conforman solo las familias extranjeras, las cuales reciben las rentas de aquellos factores que les pertenecen. El resto del mundo recibe ingresos o realizan pagos, provenientes de la tenencia de bonos del sector doméstico, privado o público, y también por los bienes importados.

Fuente: Basado en el Documento de Trabajo N° 33, GPAE – Osinergmin.

Aplicación del MEGC en el mercado de biocombustibles peruano



El gráfico anterior ilustra los diferentes impactos de la política de mezcla de biocombustibles, que a continuación serán detallados.

Al respecto, se considera que el consumo final de combustibles por los diferentes agentes económicos (familias y sectores económicos) no se verá modificado con la aplicación de la política de establecimiento de porcentajes de mezcla de biocombustibles. Es decir, los agentes económicos seguirán consumiendo la misma cantidad de combustibles (\bar{Q}_D). Por ello, como se aprecia en el gráfico anterior, la demanda inicial es igual a la demanda final.

Si bien el consumo final de combustibles se mantiene constante, lo que recibe el usuario final es una mezcla de combustibles fósiles con biocombustibles, que en adelante se denominará “combustible mezcla”.

Por lo tanto, como se aprecia en el siguiente cuadro, el efecto inicial se da en los sectores que proveen estos insumos para la mezcla, es decir, se ve afectada la demanda del mercado de refinación como la demanda del mercado de Biodiesel y Bioetanol. En la práctica, la imposición de porcentajes genera una menor cantidad demandada del sector refino y una mayor cantidad demandada de productos del sector de biocombustibles.

Caso inicial (i) (Benchmark):		Sin política de restricción cuantitativa	
	Combustible	Biocombustible	
Demanda Agregada de Combustible	Dc(i)	+ 0	= \bar{Q}_D

Caso final (f)		Con política de restricción cuantitativa	
	Combustible	Biocombustible	
Demanda Agregada de Combustible (Mezcla)	Dc(f)	+ Db(f)	= \bar{Q}_D

Donde:
 Dc(i): demanda de combustible sin política de mezcla
 Dc(f): demanda de combustible con política de mezcla
 Db(f): demanda de biocombustible por política de mezcla
 La demanda agregada de combustibles no varía con la aplicación de la política de mezcla (\bar{Q}_D)

Para el año base (2010) se estimó la cantidad requerida de biocombustibles, en términos monetarios,^[28] para cumplir con los ratios mandatorios dada la política de mezcla establecida, que en el cuadro anterior se representa como Db(f), resultando en un incremento en la demanda de biodiesel y bioetanol de 353.18 y 195.75 millones de soles, respectivamente. A la vez este incremento significa una reducción en la misma magnitud (353.18 y 195.75 millones de soles) en la demanda de combustibles fósiles, que en el cuadro está determinado por la diferencia entre Dc(f) y Dc(i).

La aplicación de esta política de biocombustibles^[29] genera un impacto positivo en el medioambiente. En efecto, los resultados del MEGC reportan una reducción en el índice de las emisiones de CO₂, lo que tiene un impacto positivo en la sociedad, ya que los hogares estarían consumiendo energías menos contaminantes. Sin embargo, también se generan algunos costos que deberían tomarse en cuenta en su análisis.

Considerando que la política de mezcla genera una caída en la demanda del sector refino y una mayor cantidad demandada del sector de biocombustibles, se genera un traslado de la mano de obra desde el sector refino hacia el sector de biocombustibles. Sin embargo, dado que el sector de biocombustibles es más intensivo en capital, en equilibrio se requeriría menos mano de obra para la producción del combustible mezcla. Este traslado de la mano de obra hacia el sector de biocombustibles también puede provenir desde otros sectores menos intensivos en

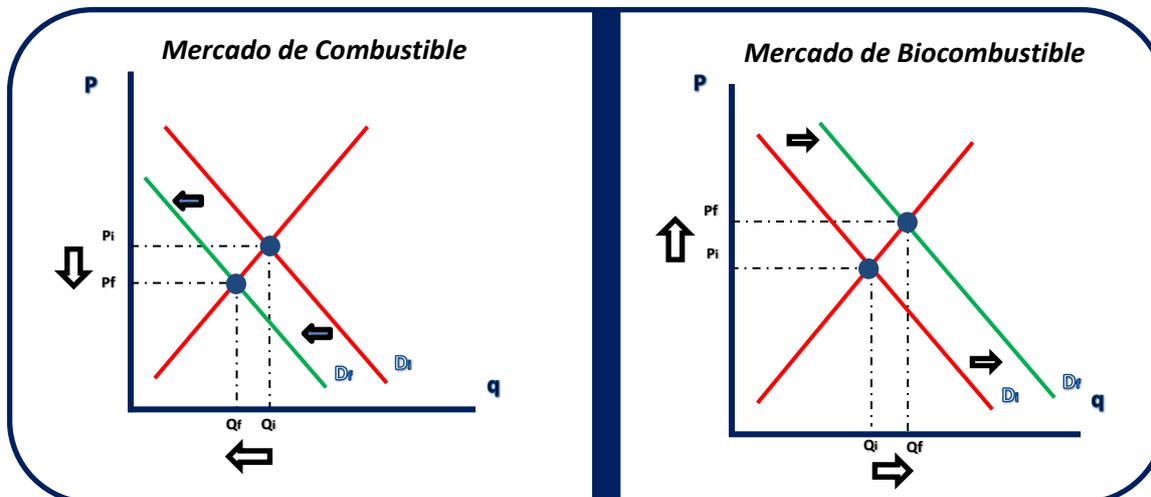
capital, por lo que se estaría aumentando la tasa de desempleo en comparación con la situación inicial.

La reducción de la producción de combustibles derivados del sector refino, genera a su vez una reducción en el PBI de los sectores, que son proveedores de sus bienes intermedios, es decir, hay un efecto de eslabonamiento. Por ejemplo, el sector refinera y extracción petrolera se contraen en 0.12% y 0.09%, respectivamente.

En adición, considerando que el precio del “combustible mezcla” es mayor^[30] que el combustible fósil, se genera una pérdida de competitividad de los sectores que son intensivos en el uso de combustibles para su proceso productivo, dado el incremento generado en sus costos.

Por su parte, en los sectores de biodiesel y bioetanol se generaron incrementos de 530% y 10%, respectivamente, respecto de su benchmark. La diferencia en las tasas de crecimiento entre ambos sectores se explica en que la producción de bioetanol que antes se destinaba a la exportación (cerca del 59% de su nivel de producción), ahora se vuelca directamente al mercado interno, mientras que en el caso del biodiesel no se reportan exportaciones en el año base y, por tanto, la producción necesaria para cubrir la política de biocombustibles, proviene en su totalidad de un volumen adicional.

El siguiente gráfico muestra el comportamiento que siguen los mercados de refinera y de biocombustibles, tras la implementación de la política.



Donde: D representa a la función de demanda, Q es la cantidad demandada y P es el precio de mercado, siendo *i* la situación inicial (sin política de mezcla) y *f* la situación final (con política de mezcla).

En consecuencia, el efecto eslabonamiento complementado con la pérdida de competitividad más que compensa el incremento en el PBI en los sectores de biocombustibles, generándose una reducción en el PBI agregado. En ese sentido, se reportó una contracción de 0.03% en el PBI a precios de mercado.

Un efecto adicional de la caída en el PBI sectorial y de la reorientación de las exportaciones del bioetanol al mercado interno, indicados en los párrafos anteriores, es la reducción en la balanza comercial (0.01%).

Asimismo, la situación fiscal ^[31] se contrae en 0.01% a consecuencia de una caída en el nivel de actividad reportada a nivel de la actividad económica agregada.

Finalmente, se observa un deterioro en los indicadores de bienestar ^[32] de los hogares pobres y ricos de 0.01% y 0.03%, respectivamente.

Esta reducción es explicada, en parte, por el aumento de la tasa de desempleo, que

afecta principalmente a los hogares de bajos recursos, y por la menor utilización del factor capital, que afecta en mayor medida el bienestar de las familias ricas, puesto que ellas son las poseedoras del capital.

El siguiente cuadro resume los efectos de la política de mezcla de biocombustibles, mencionados en los párrafos precedentes:

Resumen de impactos		
Variable	Variación (%)	Efecto
CO2	-0.10%	Positivo
PBI sectorial		
Sector Biodiesel	531.84%	Positivo
Sector Bioetanol	9.47%	Positivo
Sector Refinería	-0.12%	Negativo
Sector Extracción petrolera	-0.09%	Negativo
Otros Sectores	[-0.18 a -0.01]	Negativo
PBI agregado	-0.03%	Negativo
Tasa de desempleo*	0.07%	Negativo
Balanza Comercial**	-0.01%	Negativo
Situación Fiscal	-0.01%	Negativo
Bienestar		
Hogares pobres	-0.01%	Negativo
Hogares ricos	-0.03%	Negativo

*La tasa de desempleo se incrementa en 0.07%, lo que representa un impacto negativo.

**La balanza comercial (superavitaria) se deterioró en 0.01%.

Comentarios finales

A nivel internacional, inicialmente la relevancia de la industria de los biocombustibles se debió a la gran expectativa de sus potenciales beneficios en cuanto a seguridad energética, reducción de la dependencia energética y mitigación del impacto ambiental. Sin embargo, en la actualidad, una de las preocupaciones latentes es la sustentabilidad económica de la actividad de producción de biocombustibles, dada la persistente caída del precio internacional del petróleo.

A nivel mundial, la política energética en cuanto a los biocombustibles se ha orientado a promover su desarrollo a través de la obligatoriedad de su consumo en el sector transporte o la aplicación de medidas tributarias. En el Perú, se ha impulsado la demanda por biocombustibles a través de un marco legal que rige su producción y uso, estableciendo metas obligatorias de etanol con gasolina (7,8% desde el 2010), y de biodiesel con diésel (5% desde el 2011).

Al respecto, la experiencia internacional en torno a la evaluación de las políticas de biocombustibles utilizando modelos de equilibrio general computable (MEGC) no muestran resultados concluyentes.

Los resultados de la aplicación de un modelo de equilibrio general computable elaborado para el Perú muestran los efectos de la política de mezcla de biocombustibles en la economía, observándose que dicha política genera un impacto positivo al reducir el índice de las emisiones de CO₂, pero también se aprecian impactos contrarios en las variables

macroeconómicas, aunque en magnitudes leves.

Por ejemplo, se aprecia una reasignación de la mano de obra desde el sector refino hacia el sector de biocombustibles, lo que genera un leve aumento de la tasa de desempleo, ya que el sector biocombustibles es más intensivo en capital.

Asimismo, se aprecia una pequeña reducción en el PBI agregado, con su consecuente efecto en la situación fiscal y en la balanza comercial. Esa leve reducción se explicaría porque la política de introducción de biocombustibles se ha establecido en base a la imposición de porcentajes de mezcla obligatoria a los agentes en el mercado de hidrocarburos, lo que se traduce en el modelo de equilibrio general como una restricción regulatoria que generaría una distorsión en el mercado de combustibles que impide alcanzar el máximo valor agregado en toda la economía. A cambio de ello, se genera una tasa incremental positiva de mitigación de emisiones de CO₂ por la sustitución de una parte de la oferta de combustibles fósiles por etanol y biodiesel.

Estos resultados deben de ser tomados como una primera aproximación hacia estudios posteriores, tomando en cuenta que estos resultados reflejan impactos de corto plazo. A su vez, se considera relevante que los estudios posteriores incluyan una mayor atención a los aspectos ambientales que permitan esclarecer la contribución neta de los biocombustibles en el medioambiente y en la economía en general.

Notas

La política de introducción de los biocombustibles en el Perú: Una evaluación desde un enfoque de Equilibrio General Computable

[1] La International Energy Agency (2001), la define como “la disponibilidad ininterrumpida de recursos energéticos a un precio accesible”. Sin embargo, cabe resaltar que brindar una definición exacta de seguridad energética o seguridad de suministro (SDS) es complicado debido a que el concepto varía dependiendo del momento en el tiempo (Alhajj, 2007).

[2] Ley N° 28054, Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles y sus reglamentos.

[3] Este modelo utiliza aspectos fundamentales de la teoría económica tal como la ley de Walras, pero también incorpora características propias de la economía peruana de manera particular.

[4] Energy Information Administration (<http://www.eia.gov/tools/glossary/index.cfm?id=B>), International Energy Agency (<http://www.iea.org/aboutus/glossary/b/>) y Khwaja (2010), pp. 32.

[5] En <http://www.consejoenergiasrenovables.com/index.php/proyectos/biocombustibles>

[6] Fuente: EIA – International Energy Statistics. En <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm>

[7] Business News Americas (2013). “Biofuels in Latin America: The state of play”. Oil & Gas Intelligence Series. Septiembre 2013.

[8] Biodiesel puro, sin mezcla alguna.

[9] Modificado mediante D.S. 064-2008-EM (27/12/2008) y D.S 091-2009-EM (29/12/2009).

[10] Las Normas Técnicas Peruanas (NTP) vigentes para Alcohol Carburante y Biodiesel son la NTP 321.126 y la NTP 321.125, respectivamente.

[11] El Procedimiento para la Inspección, Mantenimiento y Limpieza de Tanques de Combustibles Líquidos, Biocombustibles y Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos fue aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 063-2011-OS/CD.

[12] Esta sección se basa en Vásquez Cordano, Arturo; De la Cruz, Ricardo y Francisco Coello. *Los biocombustibles: Desarrollos recientes y tendencias internacionales*. Documento de Trabajo N° 36, Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinermin, Perú.

[13] Dixon, Peter; Gehlhar, Mark; Rimmer, Maureen; Somwaru, Agapi y Ashley Winston (2010) “Economywide Implications from US Bioenergy Expansion”. *The American Economic Review*, American Economic Association, 100(2), 172-177.

[14] La Norma de Combustibles Renovables es un mandato para la producción de biocombustibles en cantidades específicas para cada año, las cuales varían de acuerdo a la materia prima y los procesos utilizados.

[15] FAO (2010) *An Economic Assessment of Alternative Production Pathways for Peruvian Biofuels Production*. BEFS/FAO.

[16] Lapan, Harvey y GianCarlo Moschini (2009). *Biofuels Policies and Welfare: Is the Stick of Mandates Better than the Carrot of Subsidies?*. Iowa State University, Department of Economics.

[17] El ACV es una metodología que permite registrar y evaluar el balance energético de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia, es decir, desde la extracción y adquisición de la materia prima, la producción y consumo de energía, hasta la disposición final (Bruinsma, 2009, pp. 45).

[18] Mazumder, Diya B. (2014). “Biofuel subsidies versus the gas tax: The carrot or the stick?” *Energy Economics*, 44, 361-374.

[19] Hann, H. (1994). *The Political Economy of Diversity*. USA.

[20] En este contexto, técnicamente se define como equilibrio walrasiano. La ley de Walras determina que el valor de los excesos de demanda debe sumar cero.

[21] Una revisión más exhaustiva del modelo y su aplicación se desarrolla en: Chisari, Omar; Mastronardi, Leonardo; Vásquez Cordano, Arturo y Carlos Romero. *Los impactos económicos de las restricciones al transporte de gas natural en el Perú: Un análisis de equilibrio general computable*. Documento de Trabajo N° 33, Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin, Perú, 2015.

[22] El diagrama de flujo circular es un modelo visual de la economía que muestra como fluye el dinero a través de los mercados entre los diferentes agentes de la economía.

[23] Si solo se dispone de información sobre los totales de las filas y columnas, entonces no hay suficiente información para identificar los coeficientes. En tal sentido, el método RAS, partiendo de una matriz A y de vectores que contengan las sumas totales requeridas de las filas y las columnas, busca una matriz A^* que respete dichos totales. Consiste en un procedimiento iterativo que busca vectores r_i y s_j tal que: $a_{ij}^* = r_i a_{ij} s_j$. Por otro lado, el enfoque de entropía cruzada es una aplicación al problema de estimación e inferencia estadística basado en la teoría de la información.

[24] Estos resultados serían válidos para el 2015, ya que la estructura productiva en el período comprendido entre los años 2010 y 2015 no ha cambiado significativamente.

[25] Mansur y Whalley (1984). “Numerical specification of applied general equilibrium models: estimation, calibration, and data”, en *Applied general equilibrium analysis* (ed. por H. E. Scarf y J. B. Shoven), pp. 69-127, Cambridge University Press, Cambridge. Los autores definen la calibración como el proceso mediante el cual se infieren valores de parámetros a partir de datos económicos de un periodo determinado, y que una vez especificados esos valores en un modelo aplicado, se replican endógenamente los datos del periodo base como solución del mismo, a esta replicación se la denomina benchmark.

[26] Para los mercados de trabajo y de capital, donde se produce valor agregado (VA) a través del uso de los factores capital (K) y trabajo (L), se utiliza una función Cobb Douglas con elasticidad de sustitución de factores igual a uno.

[27] Para describir el comportamiento del mercado de transacciones intermedias se utiliza una función de producción del tipo de complementarios perfectos (Leontief), la cual presenta una elasticidad de sustitución entre factores igual a cero, ya que estos insumos serán siempre utilizados en proporciones fijas. Cabe recordar que en este mercado los productores compran insumos provenientes de otros sectores y lo utilizan como parte de su proceso productivo como consumo intermedio.

[28] En el modelo se introduce en términos monetarios. Para diseñar el equivalente monetario de la restricción cuantitativa, se calcularon los litros de biodiesel y bioetanol necesarios para satisfacer la demanda de combustibles del benchmark, cumpliendo con el ratio mandatorio. Luego de valorizar por sus precios respectivos, las restricciones en términos de valor de producción fueron de 5.1% de las ventas de diésel para el biodiesel y de 9.84% de las ventas de gasolina para el bioetanol.

[29] Cabe indicar que el modelo no incorpora de forma explícita un mercado donde se produce y demanda los combustibles mezcla, sino, se trabaja de manera implícita con un mercado equivalente, a través de cambios en las demandas de los mercados de refino y biocombustibles.

[30] Según datos de la consultoría, el precio implícito del bioetanol es de US\$ 98 por barril, mientras que el precio de la gasolina es de US\$ 94 por barril en el año base (2010).

[31] El modelo define la situación fiscal como el nivel de bienestar que reporta el gobierno central, sujeto a las restricciones de balance de ingresos y gasto. El gobierno recibe ingresos fiscales, los cuales comprenden los ingresos por concepto de IGV, IR, aranceles, entre otros, y demandan bienes generando gastos públicos, tales como los gastos corrientes, gastos de inversión, transferencias, etc.

[32] Modelado como una variación en la utilidad reportada por el consumidor.

Abreviaturas utilizadas

La política de introducción de los biocombustibles en el Perú: Una evaluación desde un enfoque de Equilibrio General Computable

ACV	Análisis del Ciclo de Vida
D.S.	Decreto Supremo
EE.UU.	Estados Unidos de América
FAO	Food and Agriculture Organization
GAMS	General Algebraic Modeling System
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GPAE	Gerencia de Políticas y Análisis Económico
IEA	International Energy Agency
IGV	Impuesto General a las Ventas
Inacal	Instituto Nacional de la Calidad
IR	Impuesto a la Renta
ITF	Informe Técnico Favorable
MCS	Matriz de Contabilidad Social
MEGC	Modelo de Equilibrio General Computable
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MINAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego
MIP	Matriz Insumo-Producto
NTP	Normas Técnicas Peruanas
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Osinergmin	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
PBI	Producto Bruto Interno
Produce	Ministerio de la Producción
RAES	Reporte de Análisis Económico Sectorial
RCD	Resolución de Consejo de Directorio
ONU	Organización de Naciones Unidas

