DOCUMENTO DE EVALUACIÓN DE POLÍTICAS N° 007-2017

Evaluación Ex Post del Impacto de la Supervisión de la Calidad de los Combustibles en el Perú

Osinergmin
Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

Bernardo Monteagudo 222, Magdalena del Mar
Lima – Perú
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

Prologo 3
Introducción 4
La calidad y el problema de información asimétrica 5
Proceso de Supervisión de la Calidad 6
Marco Metodológico 10
Estimación del impacto 12
Conclusiones 14
Anexo 1 16
Anexo 2 20
Referencias 27

Prólogo

El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - Osinergmin, como una institución cuya visión es ser un regulador de clase mundial, busca crear valor y bienestar para la sociedad en su conjunto, tomando como referencia las mejores prácticas internacionales recomendadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y cumpliendo los principios de calidad regulatoria. En ese contexto, reconoce la importancia de implementar buenas prácticas de transparencia y rendición de cuentas como un medio necesario para mantener la confianza de sus grupos de interés y para garantizar los resultados deseados ya que las empresas y los ciudadanos esperan que Osinergmin logre sus objetivos y cumpla sus funciones haciendo el mejor uso de los recursos que dispone con integridad y objetividad.

Además del principio de rendición de cuentas (*accountability*), Osinergmin considera para el cumplimiento de sus funciones el concepto de costo/efectividad, cuyo objetivo está orientado a garantizar la obtención de los mejores resultados posibles con los recursos que dispone. En este sentido, como parte de sus actividades asociadas a la gestión del conocimiento dentro de Osinergmin y en cumplimiento de sus funciones, la Gerencia de Políticas y Análisis Económico está elaborando documentos de evaluación que cuantifican el impacto *ex post* de las actividades de supervisión y fiscalización que realiza Osinergmin a las empresas reguladas. Esta evaluación se basa en los principios de independencia y "*accountability*", los cuales son necesarios para garantizar que la regulación sea justa, necesaria y efectiva. Así, la evaluación ex post de las regulaciones existentes es importante para garantizar la eficacia y eficiencia de las medidas ejecutadas, a fin de evaluar hasta qué punto dichas actividades cumplen con las metas para las que fueron diseñadas.

La identificación de todos los costos y beneficios derivados de la ejecución de la política de supervisión contribuyen a mostrar que las funciones que realiza Osinergmin tienen una repercusión positiva en el bienestar de la población, a través de minimizar el riesgo de que los usuarios reciban combustibles de menor calidad de lo que efectivamente pagan en los Establecimientos de Venta al Público. En este documento mostramos los resultados de la evaluación de la política de supervisión de la calidad de los combustibles. Esta política fue el resultado de una evaluación costo-beneficio *ex ante* realizada por Osinergmin en el año 2006,[1] con el objeto mejorar el procedimiento de supervisión y fiscalización de los combustibles líquidos.

Ing. Jesús Tamayo Pacheco
Presidente del Consejo Directivo

[1] Vásquez y Gallardo (2006).

Introducción

El abastecimiento de combustibles contribuye a la generación de valor en la economía dado que permite utilizar estos productos en procesos productivos de bienes en el sector industrial, comercial, etc. así como facilitar el transporte diario de la ciudadanía a sus hogares, centros de labores, esparcimiento, entre otros. En tal sentido la provisión continua y eficiente de los combustibles, en cantidad y calidad apropiadas, genera impactos positivos para el bienestar de la sociedad.

Hasta el año 2009 el esquema de supervisión de la calidad era censal, lo cual tenía algunos inconvenientes como tener que supervisar los grifos y estaciones de servicio en orden geográfico y una vez por año, lo cual brindaba a las empresas supervisadas información valiosa para anticipar la supervisión y la posibilidad de tener conductas oportunistas.

Por tal motivo, y a partir del análisis realizado por Vásquez y Gallardo (2006) para el control metrológico, el Organismo Supervisión de la Inversión en Energía y Minería (en adelante Osinergmin) modificó el enfoque de supervisión para los procesos de control metrológico y calidad de combustibles derivados de los hidrocarburos, orientando sus esfuerzos hacia un enfoque por resultados y adoptando instrumentos estadísticos y económicos para la imposición de incentivos que disuadan a las empresas operadoras de los incumplimientos normativos.

En el presente documento se presentará la estimación del impacto económico que habría generado la supervisión de la calidad de los combustibles desde su inicio en el año 2004, pasando por la modificación del esquema de supervisión y fiscalización hasta el año 2014. En la primera sección, se presentará una descripción de las características del problema económico que la supervisión intenta resolver. En la segunda sección, se realiza un diagnóstico del proceso de supervisión; asimismo, se detalla el proceso de supervisión y fiscalización implementado, identificando los instrumentos económicos adoptados. En la siguiente sección, se presenta la metodología utilizada para la determinación del impacto económico, así como los principales resultados respecto al análisis costos beneficio. Finalmente, en la última sección, se presentan propuestas de mejora del procedimiento.

La calidad y el problema de información asimétrica

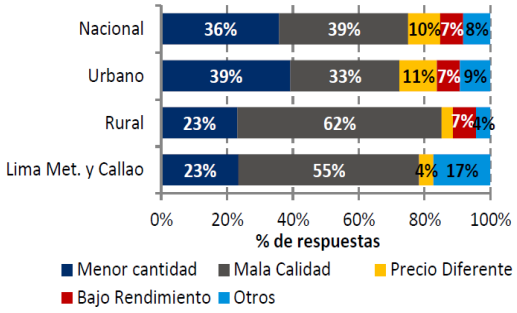
De acuerdo con Schmalensee (2012), la demanda de combustibles depende de la demanda de otros bienes y servicios finales (transporte, calefacción, cocción, iluminación, etc.) o de los procesos de producción que los usan como insumo. Por lo tanto, la compra de combustibles es dependiente del consumo de esos otros bienes.

La compra de combustibles para el transporte por parte de los usuarios en estaciones de servicio y grifos se puede describir como una relación principal – agente. En esta relación, el consumidor es el principal que adquiere combustibles del agente, la estación de servicio o grifo, del cual asume que la calidad de combustible que le compra a un precio determinado cumple con la norma técnica peruana. Sin embargo, el consumidor no tiene la certeza de ello, pero tampoco puede realizar la inspección, pues implica ciertos conocimientos técnicos y es muy costoso. Por su parte, la empresa sí conoce si sus combustibles cumplen con los parámetros estipulados por la normativa, lo cual implica un problema de información asimétrica[2].

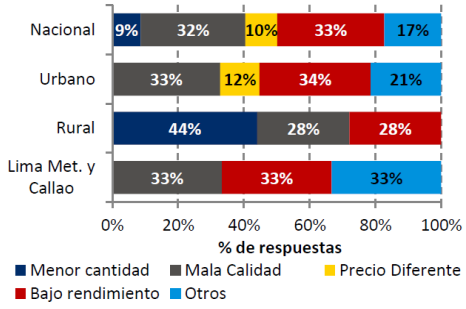
La entrega de un combustible de menor calidad afecta de dos maneras a los consumidores: le cobran un precio artificialmente alto por la calidad menor y perjudica el rendimiento del vehículo provocado porque deben comprar una mayor cantidad de combustible para recorrer la misma distancia (ver el Anexo para una explicación gráfica). Asimismo, afecta a los ciudadanos a través de las externalidades derivadas de la contaminación (contenido de azufre en el diésel). De acuerdo con la Encuesta Residencial de Usos y Consumo de Energía del año 2014 (ERCUE 2014), se estima que el 39% de los hogares que reportaron problemas con gasolinas, señalaron a la mala calidad de los combustibles como uno de estos problemas, mientras que este porcentaje alcanzó al 32% de hogares respecto del diésel / biodiesel (Ver **Gráfico N° 1**).

Gráfico 1: Tipo de problemas que los hogares tuvieron con los combustibles, (% de respuestas)

Gasolinas



Diésel/Biodiésel



[2] Akerlof (1970) fue el primero en analizar este problema y sus efectos en los mercados.

Hogares encuestados: 89 (gasolinas) 12 (diésel/biodiesel)
Total de hogares (con factores de expansión): 48,733 (gasolinas); 3,210 (diésel/biodiesel)
Fuente: ERCUE 2014. Elaboración: GPAE-Osinergmin

En ese sentido, la supervisión de la calidad intenta minimizar el riesgo de que los usuarios reciban un combustible de menor calidad de lo que efectivamente pagan, debido al problema de la asimetría de información antes descrita y, con ello, reducir la pérdida de bienestar provocada por este problema. Asimismo, la supervisión de calidad busca que el azufre contenido en el diésel vendido por los establecimientos de venta al Público, no supere las 50 partes por millón (ppm) en un galón, lo cual reduce la contaminación a los ciudadanos.

Proceso de Supervisión de la Calidad

El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin) en cumplimiento de sus funciones de supervisión, regulación, normatividad, fiscalización y la imposición de sanciones, así como en atención a los reclamos de los usuarios, implementó criterios por resultados a partir del 2002, con el objetivo de la mejorar la prestación de los servicios públicos bajo su responsabilidad (suministro de electricidad, gas natural e hidrocarburos líquidos) en cumplimiento con las normas técnicas de calidad.

La supervisión de la industria de hidrocarburos implica verificar el total cumplimiento de las obligaciones requeridas por la ley a los agentes involucrados del sector. Estas normas tienen como objetivo principal el desarrollo de las actividades de exploración, explotación, refinación, almacenamiento, y comercialización de hidrocarburos garantizando que el suministro de los mismos sea continuo, adecuado, seguro, confiable y oportuno. Dichas obligaciones están contenidas en las normas de carácter general, en los contratos de concesión, servicios u otra modalidad de contrato, según corresponda, y aquellas emitidas en virtud de medidas administrativas y/o mandatos de carácter particular. Por lo tanto, la función supervisora de Osinergmin permite el desarrollo de una industria eficiente, que opera de manera confiable y en cumplimiento de las normas de seguridad y de calidad.

La supervisión, fiscalización y sanción que realiza Osinergmin a las actividades de hidrocarburos incluye el control metrológico y de calidad. El procedimiento de supervisión de control de calidad busca dar los incentivos para que el despacho de combustibles a los usuarios finales cumpla con los estándares de calidad establecidos en la normativa.

La Ley Complementaria de Fortalecimiento Institucional del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (Osinerg), Ley N° 27699 de abril de 2002, otorgó al Osinergmin la competencia exclusiva de ejecutar el control metrológico y de calidad de los combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos en las actividades del sector que rige la Ley Orgánica de Hidrocarburos (LOH).

El artículo 55 del Reglamento para la comercialización de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos aprobado por D.S. 045-2001-EM, modificado por el

art. 11° del D.S. 045-2005-EM y el art. 6° del D.S. 012-2007-EM, estipula que "el Osinergmin deberá establecer el procedimiento para el control de calidad de los Combustibles Líquidos y Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos, así como las disposiciones complementarias requeridas para su ejecución […]". Osinergmin cumplió con la definición aprobando el procedimiento para el control de la calidad de combustibles líquidos y otros productos derivados de hidrocarburos mediante la RCD N° 400-2006-OS/CD. [3]

Para llevar a cabo lo encomendado en estas normas, la División de Supervisión de Hidrocarburos Líquidos (ex Gerencia de Fiscalización de Hidrocarburos Líquidos) inició actividades de supervisión en el año 2003 con una etapa piloto en Lima. En el año 2005 existía un procedimiento de supervisión que fue luego reemplazado por el de la RCD N° 400-2006-OS/CD, el cual tomó en cuenta los estándares de las normas técnicas peruanas e internacionales.

Durante los años 2005 a 2010, la estrategia desarrollada por el Osinergmin para la supervisión nacional fue una supervisión censal, la cual consistía en visitar a todos los grifos y estaciones de servicio. Durante este periodo, se redujo el tiempo necesario para la supervisión censal gracias a que se inició la contratación de empresas supervisoras en lugar de personal independiente.

Sin embargo, el esquema censal tenía el inconveniente de que se podía ejecutar máximo una o dos veces por año y por orden geográfico, es decir, una región a la vez, lo que brindaba información a los establecimientos que podía ser aprovechada para anticiparse a la fecha en que la supervisión arribaría.

A partir de la investigación de Vásquez y Gallardo (2006) que describió las características de un esquema de supervisión muestral, durante el año 2009 se ejecutó un nuevo programa piloto para el cambio a este esquema. Los resultados permitieron la elaboración del nuevo procedimiento de supervisión aprobado por RCD N° 014-2009-OS/CD y sus modificatorias. Este procedimiento establece supervisar a una muestra representativa del total de grifos y estaciones de servicio a nivel nacional.[4] El esquema permite que se pueda supervisar más de una región al mismo tiempo, que se pueda supervisar múltiples veces por año (actualmente pueden ser hasta 3 veces por año, lo que aumenta la presencia regulatoria con un presupuesto cercano al del esquema censal) y que los establecimientos no puedan anticipar la llegada de los supervisores, ya que se selecciona una muestra con reemplazo, es decir, cada establecimiento puede ser supervisado más de una vez.

Según Vásquez y Gallardo (2006) el esquema muestral posibilita aumentar la disuasión de conductas ilícitas ahorrando recursos del regulador, desarrollando un programa de supervisión

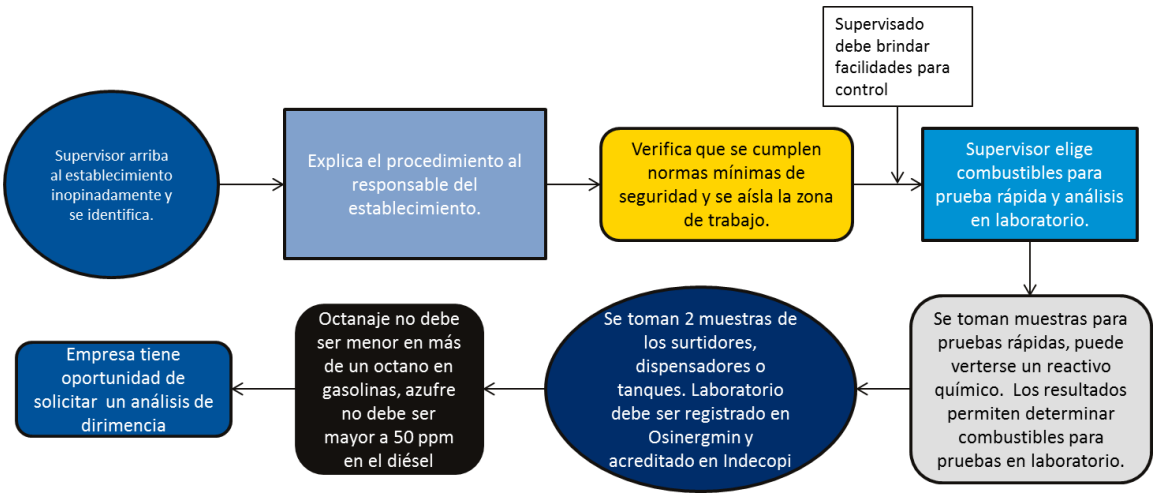
[3] Antes de la modificación, el artículo 55° disponía lineamientos para la ejecución del control, los cuales fueron acatados por Osinergmin hasta la publicación del procedimiento.

[4] La distribución final se realiza de forma proporcional al tamaño relativo de los estratos identificados (para mayor detalle véase el Anexo 7 – Guía de procedimiento de supervisión muestral en grifos y estaciones de servicio – R.C.D. N° 014-2009-OS/CD).

continuo, una fiscalización por resultados y que el instrumento de supervisión utilizado tenga consistencia metodológica con la sanción.

El procedimiento de supervisión consiste en los siguientes pasos, mostrados en el **Gráfico N° 2.**

Gráfico N° 2
Etapas del Procedimiento de Supervisión



Fuente: RCD 400-2006-OS/CD, DSR - Osinergmin. Elaboración: GPAE- Osinergmin

La supervisión de la calidad consiste en verificar si las gasolinas y el diésel cumplen con las especificaciones técnicas que la norma técnica peruana estipula. En el caso de las gasolinas se verifica, entre otros parámetros, que los productos tengan el octanaje que se indica que posee. En el caso del diésel se verifica, entre otros parámetros, que el azufre no supere las 50 partes por millón (ppm) en un galón.

Resultados de la Supervisión

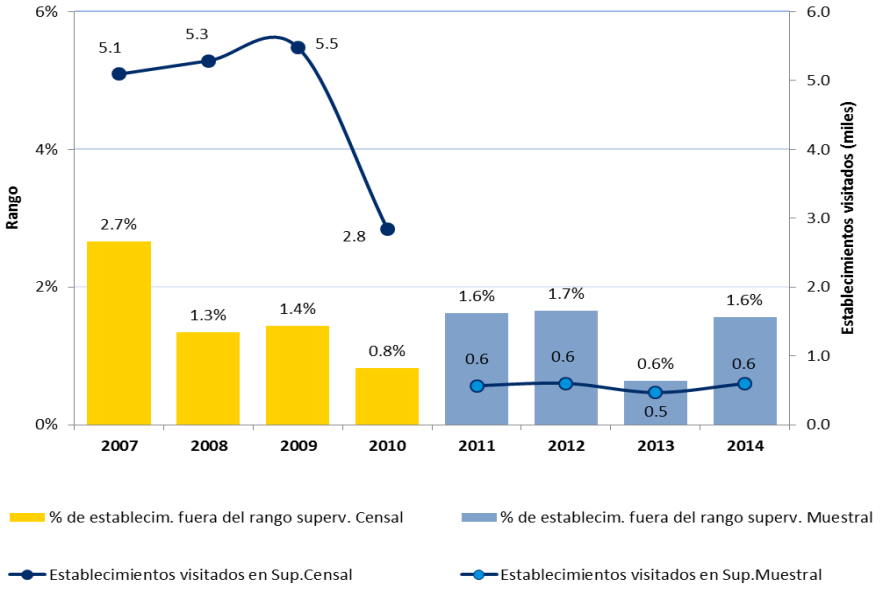
El **Gráfico N° 3** muestra los resultados históricos anuales de la supervisión de la calidad desde el año 2007 al año 2014. Específicamente, muestra el porcentaje de establecimientos que incumplieron con la normativa de calidad.

Como puede observarse, el 2.7% de 5.1 mil establecimientos visitados incumplieron con la normativa en el 2007. En los años siguientes, el porcentaje fue disminuyendo hasta que el porcentaje de establecimientos incumplidos bajó al 0.8% en el 2010. La menor cantidad de establecimientos mostrada en el año 2010 se debe a que en ese año se realizó una visita de supervisión, a diferencia de 2009 donde se realizaron dos.

El incremento observado de incumplimiento en el año 2011 corresponde al error muestral y al efecto del cambio de esquema de supervisión censal por muestral. Como se mencionó

anteriormente, el cambio obedeció al objetivo de reducir los posibles incentivos perversos que originaba el hecho de que se supervisara de manera ordenada geográficamente. Los establecimientos podían anticipar la supervisión y el resto del tiempo podría obtener ganancias ilícitas. El cambio de esquema y un incremento del número de supervisiones posibles gracias a la adquisición de más equipos de prueba rápida logró que los establecimientos no pudieran anticipar la supervisión.

Gráfico N° 3: Establecimientos visitados y porcentajes de incumplimiento en control de la calidad



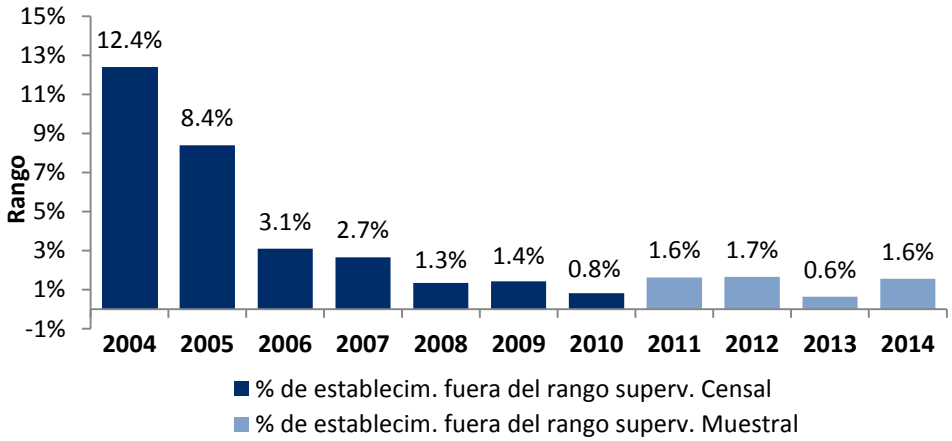
Fuente y elaboración: DSR-Osinergmin.

Respecto al **Gráfico N° 4**, los resultados están representados por el porcentaje de establecimientos supervisados que tuvieron un desvío en el octanaje mayor al dispuesto por la normativa (-1 octano) o respecto del punto de inflamación en las gasolinas. La evolución es altamente positiva, iniciando con un 12.4% de establecimientos que incumplieron la normativa en el 2004 y reduciéndose a un 1.6% en el 2014.

Cabe señalar que los logros obtenidos se explican por la conjunción de varios factores, entre ellos, la ejecución y desarrollo de los procesos de supervisión y fiscalización de Osinergmin[5], junto con un trabajo de capacitación a los agentes y coordinaciones con otras entidades del Estado involucradas en el tema como las municipalidades y la fiscalía.

Gráfico N° 4: Evolución del porcentaje de establecimientos desaprobados, 2004-2014

[5] La Escala de Multas y Sanciones de Osinergmin (RCD N° 028-2003-OS/CD) establece una multa de hasta 300 UIT por infringir las normas asociadas a la calidad de hidrocarburos y otros productos derivados de ellos.



Fuente: DSR - Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin

Marco Metodológico

En el caso del impacto de la supervisión de las gasolinas, el análisis se centra en la supervisión del "número de octano" u octanaje. Este último mide la capacidad del combustible para prevenir detonaciones o explosiones en motores de combustión interna[6]. Si el octanaje es menor, se produce el llamado cascabeleo, se reduce el rendimiento del motor e incluso se puede averiar gravemente el motor, lo cual incrementa los costos de operación del vehículo. La supervisión de Osinergmin vigila que el octanaje no sea menor en más de un octano respecto del indicado para la gasolina. Cabe señalar que si el octanaje es mayor no es perjudicial ni beneficioso para el motor, por lo que no se sanciona por ello.

A continuación se detallan los supuestos utilizados para el análisis del caso de las gasolinas que permiten que el consumo de la gasolina sea una aproximación confiable para analizar el efecto de la supervisión de la calidad:

- Una reducción de la calidad implica que el usuario deba consumir más combustibles para recorrer la misma distancia[7].
- Existe una correlación monótona entre los costos de operación del vehículo y el consumo de gasolina.
- Los conductores no cambian las rutas recorridas con sus vehículos, o lo hacen muy lentamente.

En el caso del impacto de la supervisión de la calidad en el diésel, el análisis se centra en el nivel de contenido de azufre. El azufre está presente en el petróleo crudo y está asociado a la emisión

[6] Disponible en: http://www.ref.pemex.com/octanaje/que.htm

[7] No existe información sistemáticamente elaborada de la medición de los costos de operación del vehículo.

de partículas. Los beneficios de reducir el azufre son la reducción de la emisión del dióxido de azufre y de las llamadas partículas suspendidas que pueden provocar cáncer (Blumberg et al., 2003). Si bien las gasolinas también las emiten, es más intenso en el diésel.

Para estimar el efecto de la aplicación de la supervisión de la calidad en gasolinas se utiliza la estrategia que comparar dos escenarios: el contrafactual que consiste en estimar el resultado si no se hubiese implementado la supervisión y el escenario real que es el resultado de la aplicación de la supervisión.

Los efectos de la supervisión en el bienestar se pueden clasificar en tres: los dos primeros relacionados al número de octanaje y el tercero al nivel de azufre. En primer lugar, se tiene "un efecto ahorro" relacionado a que, al no tener que comprar mayor cantidad de combustible para recorrer una misma distancia, los usuarios gastan menos proporción de su ingreso en combustibles y pueden destinarlo a otras necesidades. En segundo lugar, al mejorar la calidad, implícitamente se está reduciendo el precio ya que paga lo mismo por un mayor octanaje. Finalmente, la reducción del azufre reduce la incidencia de enfermedades respiratorias agudas y, por lo tanto, el gasto en salud de las familias, etc.; es decir, produce un "efecto indirecto".

Para calcular la pérdida de bienestar en el escenario contrafactual, se tomó en consideración la siguiente información:

- Función de demanda de combustibles log-lineal (isoelástica) calibrada con el precio y consumo de mercado y las elasticidades precio e ingreso de la demanda de combustibles estimadas por Vásquez (2005) [8] (efecto ahorro).
- Se asumió que el porcentaje de establecimientos desaprobados es igual al registro del primer año de supervisión (2004) sin Lima: 12.4% (efecto ahorro) (Fuente: División de Supervisión Regional - Osinergmin).
- El escenario real toma como información los resultados de las supervisiones de cada año entre 2009 y 2014 para el caso del efecto precio y entre 2004 y 2014 para el efecto ahorro[9].
- El octanaje promedio de las gasolinas en los establecimientos entre 2009 y 2014[10] (efecto precio).
- Datos de casos de infecciones respiratorias agudas (IRAs) del Ministerio de Salud para estimar el efecto indirecto sobre la salud (contenido de azufre).

[8] En Vásquez (2005) se muestra evidencia de que la especificación log-lineal de la curva de demanda es una buena aproximación de la curva de demanda de combustibles líquidos para el caso peruano.

[9] Información proporcionada por la División de Supervisión Regional.

[10] En el año 2009 fue el año más cercano al que se inició las supervisiones de octanaje con información completa. El año 2014 es tomado para poder realizar un análisis sobre un periodo de tiempo suficiente para la observación de cambios.

- Consumos de combustibles entre 2009 y 2014 y variables de control de los hogares obtenidos a partir de la ERCUE (efecto precio).

Para cuantificar los beneficios sociales derivados de la disminución de estaciones de servicio y grifos que incumplen la norma de calidad atribuido al proceso de supervisión de Osinergmin y relacionado al efecto ahorro, se utilizó la metodología de la pérdida de bienestar del consumidor considerando la demanda ajustada para considerar los efectos en los ingresos de los consumidores de acuerdo a Hausman (1981). La metodología aplicada se desarrolla en Tamayo et al. 2015:157-158 (ver el **Anexo 1** para más detalles). Para el caso del efecto precio y el efecto indirecto en la salud se realizó un análisis pre y post test y se utilizó la función de transferencia de valores unitarios (ver el **Anexo 2** para más detalles).

Estimación del impacto

Los resultados del procedimiento de supervisión han sido significativos desde su aplicación. En esta sección del documento se realiza el análisis *ex post* [11] del Procedimiento de Supervisión, a través de la valorización de los beneficios y costos asociados a dicho procedimiento junto con el análisis costo - beneficio.

De acuerdo con el marco metodológico de la sección previa, se estimó los efectos de la supervisión de la calidad. En el marco del análisis de impacto regulatorio[12] (RIA, por sus siglas en inglés) propuesta por la Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico (OCDE),[13] la evaluación *ex post* de la política analizada representa la última etapa del proceso RIA. Esta etapa involucra la identificación de todos los costos y beneficios derivados de la ejecución de la política y la rendición de cuentas respecto al cumplimiento de los objetivos propuestos, una vez aprobada la regulación.

En ese contexto, los costos sociales inmersos en el proceso de supervisión y fiscalización de control de la calidad están conformados por los presupuestos anuales vinculados a la ejecución del procedimiento de supervisión y por los costos marginales de los fondos públicos (Vásquez y Balistreri, 2010). Dahlby (2008) señala que el costo marginal de los fondos públicos aproxima las pérdidas de eficiencia social vinculadas a incrementos en los ingresos fiscales con el objetivo de financiar gastos del gobierno.

[11] El análisis *ex post* es realizado luego de la ejecución del proyecto. En este caso los beneficios y costos calculados se encuentran libre de especulación pues se conoce con exactitud el monto al que asciende cada uno de ellos.

[12] Para mayores detalles sobre la aplicación del enfoque de análisis de impacto regulatorio aplicado en Osinergmin, véase Osinergmin (2016).

[13] Véase para mayores detalles OCDE (2015).

El **Cuadro N° 1** resume el impacto económico asociado a los tres efectos (ahorro, precio e indirecto) atribuibles al procedimiento de control de la calidad para cada año del periodo de evaluación y el costo de supervisión anual. El impacto económico en el bienestar de los usuarios, a valores de 2014, alcanzó un equivalente a US$ 128.1 millones; mientras que el costo agregado es de US$ 10.7 millones.

Cuadro N° 1: Impacto económico del proceso de control de la calidad según tipo de combustible, 2004-2014 (en millones de US$ de 2014) [1]

Año	Efecto Ahorro		Efecto Precio[3]		Efecto Indirecto[3]	Beneficios	Costos
	G84[2]	G90[2]	G84	G90	Diésel		
2004							1.1
2005	3.9	0.3				4.2	1.1
2006	8.2	0.7				8.9	2.0
2007	8.2	0.8				9.0	1.9
2008	9.3	0.9				10.1	1.5
2009	6.0	0.7				6.7	1.3
2010	7.2	0.9	8.1	5.3	0.98	22.4	0.6
2011	6.5	0.9	7.1	4.7	0.86	20.1	0.3
2012	5.8	0.9	6.2	4.1	0.75	17.8	0.3
2013	5.2	0.9	5.4	3.6	0.66	15.8	0.2
2014	3.8	0.8	4.8	3.2	0.58	13.1	0.2
Total	64.0	7.8	31.5	20.9	3.8	128.1	10.7

Notas. \1 Se utilizó una tasa social de descuento ajustada equivalente al 14.01%, en dólares. \2 se utilizó una elasticidad precio para las gasolinas de -0.815 y para diésel de -0.43, así como una elasticidad ingreso para las gasolinas de 0.379 y para diésel de 0.696 (Vásquez, 2005). \3 Debe señalarse que en el cálculo de las anualidades se ha considerado que estas se realizan al final de cada periodo, de modo que lo generado en 2009 se paga al inicio del 2010, por lo que se anota en ese año.
Fuente: Tamayo et al. (2015).
Elaboración: GPAE-Osinergmin.

El efecto ahorro hallado equivale a US$ 72 millones de 2014 (dos primeras columnas). Respecto al efecto precio, el octanaje promedio de las gasolinas expendidas entre los años 2009 y 2014 se incrementó y parte de ese resultado es atribuible a la supervisión de la calidad, lo cual, como se mencionó anteriormente, equivale implícitamente a una reducción del precio (mayores detalles de la metodología en el **Anexo N° 2** y de la reducción del precio en Tamayo *et al.*, 2015). La evaluación de este efecto se muestra en la tercera y cuarta columnas de resultados que corresponden al cálculo de la variación equivalente anualizada[14] en el ingreso para dos tipos de gasolina y que representa la suma de dinero que pagarían los usuarios por tener esta reducción del precio si no existiera la supervisión de la calidad.

Respecto del efecto indirecto, los resultados de las estimaciones indicaron que la reducción de establecimientos que incumplieron el estándar redujo en 25 los casos de IRAs por cada mil

[14] La variación equivalente (VE) por familia en soles fue de 1.84 en el caso de gasolina 84 y de 1.30 en el de la gasolina 90. De manera agregada para el periodo 2010-2014, la VE fue de 89.59 y 59.44 millones de soles de 2014, respectivamente (Tamayo et al., 2015: 162).

adultos en promedio y por distrito en el 2009 (personas de 18 a 59 años), y en 39 casos en el 2014 (mayores detalles en Tamayo *et al.*, 2015: 162)[15]

Por otra parte, en el ratio beneficio - costo (B/C), el beneficio es equivalente a la cantidad hallada (US$ 128.1 millones), y el costo socia equivale a la suma de los presupuestos anuales por la aplicación del procedimiento de supervisión de la calidad durante el periodo analizado y al costo social de los fondos públicos de financiamiento del presupuesto que incluyen el presupuesto de la ejecución de la supervisión y el costo de los fondos públicos[16].

Así, se obtiene una ratio beneficio costo de 6. Es decir, que cada dólar asignado por la sociedad al procedimiento de supervisión de la calidad de los combustibles líquidos generaría US$ 6 dólares de beneficio para la sociedad.

Conclusiones

En base a la información disponible, se estimó que el beneficio neto atribuible al procedimiento de supervisión de control metrológico sería de US$ 128.1 millones, a valores de 2014, generando un importante incremento en el bienestar de la sociedad.

Estos resultados evidencian la necesidad de adoptar procedimientos de supervisión, en los cuales se definan de forma clara y transparente los indicadores de monitoreo, las estrategias de supervisión y el diseño de mecanismos de incentivos que permitan disuadir los incumplimientos normativos por parte de los agentes supervisados.

Este enfoque de supervisión se enmarca en la formulación de políticas sistemáticas y coherentes, la cual incorpora el Análisis de Impacto Regulatorio fomentado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y que Osinergmin recientemente ha adoptado. En este sentido, este Documento se encuentra en línea con lo recomendado por la OCDE en relación al cierre del ciclo de la gobernanza regulatoria a través de la realización de una sistemática evaluación ex post de las políticas regulatorias,[17] habiendo demostrado que el

[15] Cabe señalar que los resultados del efecto indirecto no incluyen todos los casos de IRAs ni los efectos negativos en la productividad, entre otros, que se generan en las familias y la sociedad en su conjunto.

[16] El costo social de los fondos públicos estimado por Vásquez y Balistreri (2010) es de US$ 1.007 por cada dólar gastado.

[17] Véase para mayores detalles OCDE (2015), Capítulo 5. Como menciona la OCDE: "La evaluación de políticas se ha convertido en una práctica institucionalizada en el siglo XX y la política regulatoria no es la excepción. Sin embargo, la evaluación de regulaciones es principalmente hecha ex ante a través del Análisis de Impacto Regulatorio (RIA), mientras que la evaluación ex post permanece como la herramienta regulatoria menos desarrollada. Las prácticas de países específicos son esporádicas en este campo. No obstantes, es posible obtener lecciones importantes de la aplicación de la evaluación ex post en un número de jurisdicciones y proveen oportunidades promisorias para mejorar la calidad regulatoria…" (traducción propia). En este sentido, la evaluación ex post realizada en este Documento

beneficio de la política de supervisión de la calidad en el Perú, implementada por Osinergmin, ha reportado US$ 6 de beneficio a la sociedad por cada dólar destinado al procedimiento.

Por otra parte, la DSR proyecta a partir de este año el inicio de mejoras a la supervisión y sanción, tales como la evaluación de ampliar el uso de medidas cautelares, implementar mecanismos de mejora de los incentivos a través de la publicación de los resultados de las supervisiones en las plataformas y aplicativos de Osinergmin (Mapa Energético, Facilito, etc.), el fortalecimiento del papel de las oficinas regionales en la supervisión de la calidad de los combustibles líquidos, así como la maduración del proyecto de implementación de vehículos encubiertos para la realización de la supervisión.

contribuye a cerrar esta brecha en el conocimiento sobre los impactos ex post de las políticas regulatorias identificada por la OCDE. Este Documento permite, entonces, cerrar el ciclo de la buena gobernanza regulatoria para el procedimiento de supervisión y fiscalización de los combustibles líquidos en el Perú.

Anexo 1

Derivación del impacto del procedimiento de supervisión de la calidad (efecto ahorro) y metrológica

La menor cantidad de combustibles despachados a lo que efectivamente se paga tiene dos efectos de pérdida de bienestar del usuario en un enfoque de equilibrio parcial. La primera está asociada al precio artificialmente alto y la segunda viene dado por la necesidad del usuario de adquirir más combustible para recorrer la misma cantidad de kilómetros.

La pérdida de bienestar del consumidor por el precio artificialmente alto se aproxima mediante la Variación Equivalente (VE), asociada al precio adicional que está pagando el consumidor que resulta de la diferencia entre el precio que realmente está pagando el usuario y el precio nominal, por cada galón de combustible. El precio real que asume el usuario está dado por la siguiente expresión:

$$p_R = \frac{p_N}{[1 - d\%]}, \qquad [1]$$

donde,

p_R : Precio real por galón de combustible.

p_N : Precio nominal por galón de combustible (tarifario).

$d\%$: Porcentaje del desvío de la cantidad de combustible.

Se considera una función de demanda agregada isoelástica ya que existe evidencia de que la especificación log-lineal de la curva de demanda es una buena aproximación de la curva de demanda para los combustibles en el Perú (Vásquez, 2005c). Para la derivación de la VE, Hausman (1981) presenta la siguiente forma funcional de la demanda que es consistente con la característica de ser isoelástica:

$$x = e^{z\gamma} p^{\alpha} y^{\delta}, \qquad [2]$$

donde,

x : Cantidad demandada de combustible líquido,

p : Precio nominal del combustible líquido, deflactado por el índice de precios del bien compuesto que representa la canasta de los demás bienes consumidos por el individuo,

α : Parámetro de elasticidad precio de demanda de combustible,

y : Ingreso del consumidor,

δ : Elasticidad ingreso de la demanda de combustible,

z : Vector de características socioeconómicas,

γ : Vector de parámetros asociados a las características socioeconómicas.

Utilizando el teorema de la función implícita y la identidad de Roy, Hausman encuentra la siguiente función de utilidad indirecta (véase **ecuación 3**).

$$v(p,y) = -e^{-z\gamma}\frac{P_i^{1+\alpha}}{1+\alpha} + \frac{y_0^{1-\delta}}{1-\delta}, \qquad [3]$$

donde *i* refleja el momento antes del cambio y después del cambio en el precio con los valores 0 y 1, respectivamente. Despejando "y" se halla la función de gasto que se muestra en la **expresión 4**.

$$e(p,\bar{u}) = \left[(1-\delta)(\bar{u} + e^{z\gamma}\frac{P_i^{1+\alpha}}{1+\alpha})\right]^{1/1-\delta}. \qquad [4]$$

Ante el cambio del precio de un bien, la variación equivalente es la cantidad de dinero haría indiferente al consumidor para aceptar un cambio en el precio de un bien, manteniendo su nivel de bienestar después de la aplicación de la política que motivo el cambio en el precio. La **ecuación 5** muestra la fórmula de cálculo de la Variación Equivalente, donde $\bar{u}_1$ representa el nivel de bienestar del consumidor después del cambio del precio:

$$VE = e(p_1,\bar{u}_1) - e(p_0,\bar{u}_1). \qquad [5]$$

La expresión para calcular la VE se halla reemplazando las **ecuaciones 3** y **4** en la **5**.

$$VE = \left[(1-\delta)(-e^{-z\gamma}\frac{P_1^{1+\alpha}}{1+\alpha} + \frac{y_0^{1-\delta}}{1-\delta} + e^{z\gamma}\frac{P_1^{1+\alpha}}{1+\alpha})\right]^{1/1-\delta} - \left[(1-\delta)(-e^{-z\gamma}\frac{P_1^{1+\alpha}}{1+\alpha} + \frac{y_0^{1-\delta}}{1-\delta} + e^{z\gamma}\frac{P_0^{1+\alpha}}{1+\alpha})\right]^{1/1-\delta}$$

$$VE = y_0 - \left[(1-\delta)(\frac{e^{z\gamma}}{1+\alpha}(P_0^{1+\alpha} - P_1^{1+\alpha}) + \frac{y_0^{1-\delta}}{1-\delta}\right]^{1/1-\delta},$$

Reemplazando la función de demanda se obtiene la **ecuación 6**:

$$VE = y_0 - \left[(\frac{1-\delta}{y_0^{\delta}(1+\alpha)}(X_0P_0 - X_1P_1) + y_0^{1-\delta}\right]^{1/1-\delta}. \qquad [6]$$

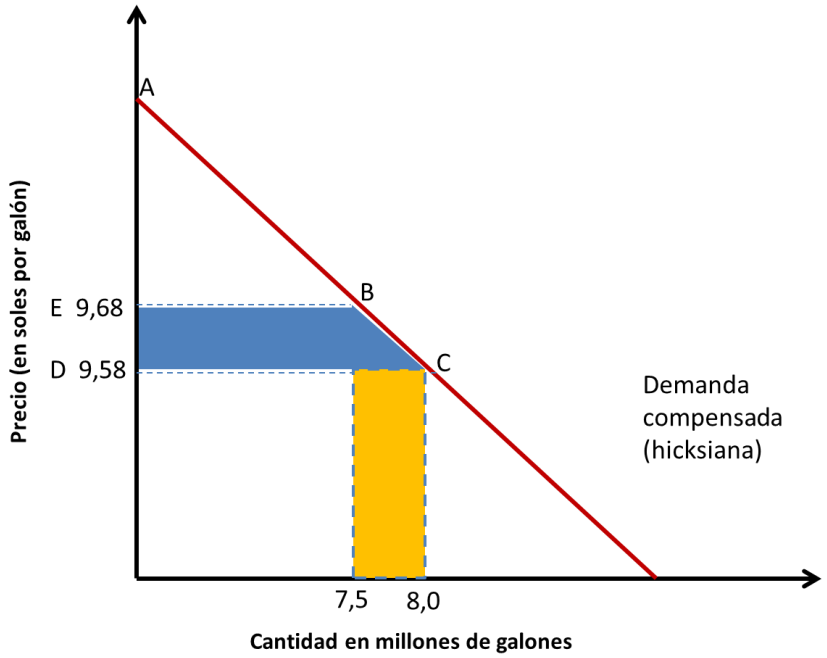
Por su parte, el segundo efecto de la perdida de bienestar debido a la necesidad del usuario de adquirir más combustible para recorrer la misma cantidad de kilómetros, es otro componente

que hay que considerar y está dado por la cantidad no despachada valorizada al precio nominal ($\beta X_0 P_0$). El porcentaje de cantidad no despachada se representa con β. En ese sentido, es posible aproximar la pérdida total de bienestar del consumidor por la **ecuación 7**.

$$\Delta W_H = \beta X_0 P_0 + VE. \qquad [7]$$

El **Gráfico N° A.1** muestra un ejemplo que ilustra la pérdida del bienestar del consumidor (área sombreada). En el caso de ausencia de información asimétrica, a un precio de S/. 9.58 por galón, la cantidad demandada es de 8 millones de galones. Los usuarios reciben efectivamente los 8 millones de galones, obteniendo una valoración monetaria del bienestar del consumidor dada por el área del triángulo ACD. No obstante, en el escenario donde el usuario no recibe la cantidad que efectivamente paga, este inmediatamente pierde la cantidad no despachada que tiene que adquirir si necesita recorrer la misma cantidad de kilometros, que está reflejada por el área de color amarillo en el **Gráfico N° A.1**. El valor monetario de la perdida de bienestar de los consumidores asociada al incremento artificial del precio de adquisición, medida por la Variación Equivalente, se refleja por el área de color azul en el **Gráfico N° A.7-2** y se estima por el producto del precio adicional (0.10 soles el galón= (9.68-9.58) soles el galón) que está pagando por cada galón consumido.

Gráfico A.1
Pérdida del bienestar de los usuarios cuando reciben una menor cantidad de combustible por lo efectivamente pagado



Elaboración: GPAE-Osinergmin

Debido a que solo un porcentaje de las mangueras presentan problemas de control metrológico, el efecto generado hacia los consumidores estará determinado por el valor esperado del cambio. La **ecuación 8** representa el efecto esperado:

$$E[\Delta W_H] = \beta X_0 P_0 + \bar{\theta} * [VE], \qquad [8]$$

donde,

$E[\Delta W_H]$: Valor esperado del cambio en el bienestar de los hogares,

$\bar{\theta}$: Probabilidad de desvío en la cantidad de combustible despachado en el escenario real,

VE : Variación Equivalente.

Por último, el impacto atribuible al proceso de supervisión de metrología estará determinado por el efecto asociado en la reducción de la probabilidad de mangueras con desvío en el despacho de combustible. En ese sentido el impacto estará determinado por la **ecuación 9**.

$$\delta_{OSI} = \beta X_0 P_0 + \underline{\theta} * [VE] - \bar{\theta} * [VE], \qquad [9]$$

donde,

δ_{OSI} : Impacto del procedimiento de control metrológico,

$\bar{\theta}$: Probabilidad de desvío en la cantidad de combustible despachado en el escenario, real,

$\underline{\theta}$: Probabilidad de desvío en la cantidad despachada en el escenario contrafactual,

VE : Variación Equivalente.

Anexo 2

Estimación de los efectos de la supervisión de calidad (efecto precio) y el contenido de azufre en los combustibles líquidos (efecto indirecto)

Cuadro A.2.1
Efectos del azufre (SO_2) de los combustibles

Objetos del efecto	Mecanismos de transmisión	Indicadores	Fuentes
Calidad del aire	• Emisiones de SO_2 se oxidan con la combustión y forma trióxido de azufre (SO_3) o sulfato (SO_4).	• Nivel de azufre en los combustibles.	Programa regional aire limpio (2007), el azufre en los combustibles en el Perú.
	• Contribuyen en la dispersión de partículas finas, (PM 2.5 y PKM 10).	• Nivel de PM2.5 y PM10 en el aire.	El Ecologista N° 58(2008) ¿Qué son las PM2.5 y cómo afectan a nuestra salud?
	La reducción de los niveles de azufre en el combustible de 330 ppm a menos de 1 ppm.	Podría reducir las emisiones de metano de los motores de gasolina en 20% o quizá hasta más de 50%.	Estudio de evaluación socioeconómica del proyecto integral de calidad de combustibles "Reducción de azufre en gasolinas y diésel"; México, Junio de 2006.
		Esta misma reducción de los niveles de azufre reduciría las emisiones de N_2O en 70% o hasta casi 90% (AECC 2000).	
		Pueden reducir las emisiones de CO_2 30% sobre los vehículos convencionales a gasolina (Stang 2001).	
		Los motores a diésel pueden alcanzar una reducción de hasta 45% en las emisiones de CO_2 (König et al. 2001).	
La salud humana	• +90% de las partículas finas emitidas por la combustión del diésel se encuentran por debajo de 1µm de diámetro (PM1). Estas penetran fácilmente a los pulmones y llegan hasta a los alvéolos. • Enfermedades respiratorias	Incremento de problemas respiratorios (bronquitis, asma, faringitis). Tasa de mortalidad causadas por la contaminación del aire por Partículas Totales en Suspensión – PTS.	Programa regional aire limpio (2007), el azufre en los combustibles en el Perú.

	agudas (otitis, faringitis y bronquitis). • Malestares: irritación en los ojos, dolor de cabeza y náuseas. • Aumento en la mortalidad.		
	• Irritante respiratorio • Disminución de visibilidad • Agrava las condiciones cardiopulmonares y contribuir a enfermedades respiratorias.	• Tasa de problemas cardiacos y pulmonares. • Problemas en la visibilidad y respiración (asma, neumonía).	Blumberg, Walsh y Pera (2003), Gasolina y diésel de bajo azufre: la clave para disminuir las emisiones vehiculares.
	Las partículas menores a 10 micras presentan efectos nocivos sobre la salud, sin embargo son aquellas que presentan un diámetro menor a 2.5 micras las más peligrosas para las personas al contaminar el sistema respiratorio e introducirse al torrente sanguíneo.	Incidencia de enfermedades infecciosas (IRAs y otras)	Análisis de la reducción de azufre en el diésel. CEPAL(2012) El Ecologista N° 58 (2008) ¿Qué son las PM2.5 y cómo afectan a nuestra salud?
Los vehículos	• Desgaste del sistema de inyección de combustibles y de los sistemas de control de emisiones. • Perdida de compresión y potencia. • El desgaste del aceite afecta partes específicas del vehículo. • El SO_2 ocasiones corrosión, además se anula el funcionamiento del filtro y el catalizador.	Incremento del costo de operación vehicular.	Programa regional aire limpio (2007), el azufre en los combustibles en el Perú.
	Las partículas de azufre son altamente corrosivas, lo cual reduce la vida útil de un motor	Reducción de vida útil del motor.	La vida útil del motor de su auto, camioneta, camión u otro motor de combustión interna-lubricación.

Elaboración: GPAE-Osinergmin

1. Método para estimar el efecto del control de calidad del Osinergmin

La supervisión de la calidad de los combustibles líquidos fue una política que se aplicó de manera universal en todos los distritos donde hay grifos autorizados de manera sistemática desde 2005. Debido a la información disponible, se procedió a realizar un análisis pre–post test usando datos observacionales provenientes de diferentes fuentes, según se definieron las variables de política y de resultado. El primer paso fue definir las variables de resultado, es decir, aquellas que podrían haber portado el impacto de la supervisión del octanaje y el azufre. Estas variables fueron:

Cuadro N° A.2.2
Definición de Variables

Intervención o tratamiento	Variable de resultado
Supervisión del octanaje	Consumo de gasolina
Supervisión del contenido de azufre	Incidencia de IRAs en la población adulta (de 18 a 59 años)

Elaboración: GPAE – Osinergmin

La GFHL (ahora División de Supervisión de Hidrocarburos Líquidos de Osinergmin) proporcionó los resultados de las supervisiones efectuadas en los años 2009 a 2014. Por su parte, la Oficina de Estadística del Ministerio de Salud proporcionó los datos de casos de IRAs agregados por distrito a nivel nacional para los periodos 2009 y de 2011 a 2015. Finalmente, los datos de consumo de gasolinas y de diésel, así como de otras variables usadas como controles provinieron de la ERCUE en sus ediciones 2009 y 2014. Puesto que el objetivo era hacer una comparación pre-post test, era conveniente tener data de periodos no contiguos, de modo que sea probable apreciar cambios en el tiempo sobre las variables de resultado. Se tomó 2009 como el periodo de pre-test o periodo “0” y 2014 como el post-test o periodo “1”.

Otro aspecto a definir era el ámbito de análisis. Los datos de consumo de combustible y las variables de control asociadas se extraen de los hogares, pero la representatividad de estos datos es a nivel de departamento. La base de supervisiones entrega datos a nivel de una muestra de EVPs, por lo que hay distritos que no registran observaciones en uno o en ambos indicadores (desviación de octanaje e incumplimiento de azufre). Además, los datos de incidencia de IRAs se reportan en número de casos por distrito. Por lo tanto, para hacer compatibles los ámbitos de medición de las variables se decidió llevar el análisis a nivel de distrito. Esto implica que la validez externa de los resultados se limita al conjunto de distritos para los cuáles se dispuso de información. La base de datos consolidada contó con observaciones para 601 distritos en los periodos “0” y “1” (2009 y 2014).

2. Cambios en las variables principales en el periodo de análisis

La GFHL reporta para el caso del octanaje y por cada EVP supervisado, el número de octanos por debajo o por arriba del octanaje nominal. Así, para la gasolina de 84 octanos (G84), si hay una desviación por debajo de 2 octanos en un EVP, el indicador será -2. Cabe recordar que hay una tolerancia de 1 octano, lo quiere decir que este caso si se penaliza por cuánto tiene una desviación de -1 más allá de la tolerancia.

Cuadro N° A.2.3
Promedios distritales pre y post-test de las principales variables

Variables	Periodo	Promedio	e.e.	IC del 95%		Cambio	p-value
Desviaciones en G84 (D84)	2009	0.18	0.27	-0.37	0.74		
	2014	1.75	0.89	-0.05	3.54	1.56	0.10
Desviaciones en G90 (D90)	2009	0.57	0.59	-0.61	1.76		
	2014	1.35	0.54	0.27	2.43	0.78	0.34
Incumplimiento en azufre (azufre)	2009	0.21	0.02	0.18	0.24		
	2014	0.05	0.02	0.00	0.10	-0.16	0.00
Proporción de IRAs por mil (IRAs)	2009	19.1	1.63	15.89	22.29		
	2014	10.7	0.77	9.21	12.23	-8.4	0.00
Consumo mensual promedio G84	2009	12.95	1.37	10.26	15.64		
	2014	4.62	0.67	3.29	5.94	8.33	0.00
Consumo mensual promedio G90	2009	20.82	3.36	14.20	27.43		
	2014	16.18	10.47	-4.42	36.79	-4.6	0.67

Fuentes: DSR- Osinergmin y Ministerio de Salud. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

El **Cuadro N° A.2.3** presenta en sus filas 1 a 4 los promedios de las desviaciones de octanos registradas en los EVPs supervisados. Para el caso de la G84, en el periodo "0" (2009) el promedio de desviación fue de 0.18 octanos, mientras que en el periodo "1" (2014) fue de 1.75, es decir, un aumento promedio de la desviación de 1.56 octanos que resulta estadísticamente significativo a 10% de significancia. Para el caso de la G90 también aumentó la desviación positiva en 0.78 octanos entre el periodo "0" y el "1". Aun cuando este cambio no resulta ser estadísticamente significativo, no se descartó esta medida y se tomó en cuenta en el análisis subsiguiente.

En el caso del azufre, la GFHL reporta si un EVP supervisado cumplió o no con estar dentro del estándar de 50 ppm de contenido de azufre. Se tomó la información disponible de los EVPs, donde la supervisión obtuvo evidencia concluyente de cumplimiento o incumplimiento y se expendía diésel. Por esa razón, a efectos de tener una métrica distrital, se calculó la proporción de incumplimiento en azufre, definida como el número de EVPs que incumplieron entre el número total de EVPs reportados en el distrito. Como se observa, esta proporción de incumplimiento bajó de 21% a 5%, una caída de 16 puntos porcentuales (pp) y estadísticamente significativa.

Finalmente, con la data de IRAs por distrito se procesó la incidencia, definida como los casos ocurridos entre la población por grupos de mil, es decir, se calculó la incidencia por cada mil habitantes. Esta se redujo de manera estadísticamente significativa en 8.4 pp en el periodo

observado. Debe tenerse en cuenta que los valores del periodo "0", que se interpretan aquí como valores de pretest, pueden estar incluyendo algún cambio inducido en las variables de resultado puesto que las acciones de supervisión iniciaron de manera sistemática cuatro años antes.

3. Cambios en las variables principales imputables a la supervisión

Con el fin de conocer si la supervisión de la calidad de los combustibles expendidos en EVPs pudo explicar algo del cambio observado en las variables de resultado, se recurrió a una estimación econométrica usando modelos de panel, precisamente porque estos modelos permiten identificar cambios en el tiempo en las variables de interés, controlando por la heterogeneidad a nivel distrital. El **Cuadro N° A.2.4** presenta los resultados más importantes de las estimaciones.

Cuadro N° A.2.4
Coeficientes estimados para las variables de interés.

		Panel (efectos aleatorios)				Pooled panel /OLS			
Variable de resultado	Variable independiente	Coeficiente	Significancia	IC		Coeficiente	Significancia	IC	
G84	D84	-18.2	19%	-15.9	-20.4	-18.2	15%	-16.1	-20.3
G90	D90	-15.5	11%	18.3	-20.9	-16.5	8%	1.7	-34.7
IRAs	Azufre	2.0	9%	4.4	-0.35				

Elaboración: GPAE-Osinergmin

En todos los casos, se ha tomado variables de control como el ingreso de las familias, la antigüedad de los vehículos, el número de cilindros de los vehículos, si los vehículos son usados para una actividad comercial y una variable de tiempo. Aun cuando la significancia de los parámetros estimados de las variables D90 y Azufre está alrededor de 10%, y entre 15% y 19% para D84, no se les puede descartar pues la información disponible no es muy amplia en varios distritos para varias variables, por lo que el número de observaciones usadas en las regresiones oscila entre 27 y 178. Una mayor información mejoraría el poder de los test estadísticos sobre los estimados.

4. Impacto económico de la supervisión de la calidad de los combustibles

Habiendo hallado que las supervisiones han tenido un efecto estadístico tanto en el consumo de gasolinas como en la incidencia de las IRAs, se procedió a valorar esos efectos en el bienestar.

4.1. Impacto económico de la supervisión de octanaje

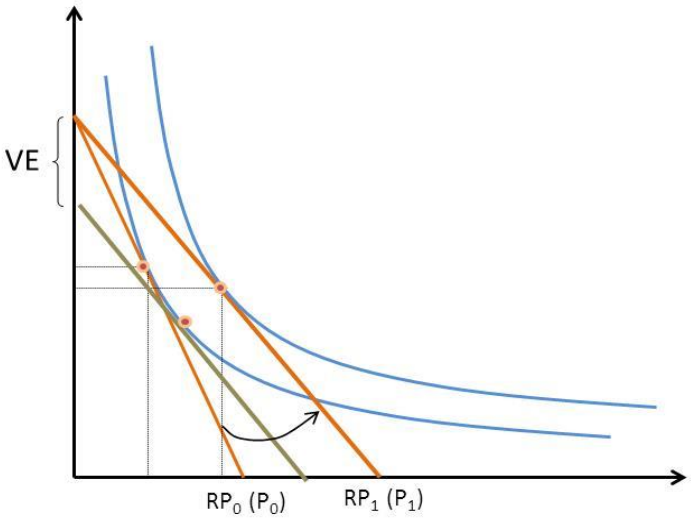
Para ilustrar el procedimiento llevado a cabo, se toma por ejemplo la gasolina de 90 octanos. Un aumento promedio de una unidad en el diferencial de octanaje se asocia con una disminución de 15.5 galones anuales en su consumo promedio por distrito, debido a que habría un mayor rendimiento en el motor. Se recuerda que, en promedio, la calidad de esta gasolina, medida en

octanos, pasó de 90.6 a 91.4 octanos, aun cuando se sigue pagando el precio de gasolina de 90. Es decir, la supervisión de octanaje "abarató" el precio por octano.

A precios del periodo "0" (2009), el precio equivalente de un octano era S/. 0.099. Con la supervisión, ese precio implícito bajó a S/. 0.098. Así, el precio implícito pagado por un galón de gasolina de 90 pasó de S/. 8.87 a S/. 8.79 gracias a la supervisión. En el caso de la gasolina de 84 octanos, esos precios implícitos (a soles del periodo "0") pasaron de S/. 7.7 a S/. 7.6. La valoración de estos efectos en términos del bienestar de los compradores de gasolina implica responder la siguiente pregunta: dado que la supervisión les permite tener una gasolina de mayor octanaje al precio de uno de menor octanaje, lo que equivale a un abaratamiento de la gasolina de mayor calidad y un incremento en su nivel de utilidad, ¿cuánto sería la mínima cantidad de dinero que estarían dispuestos a aceptar para acceder al nivel superior de utilidad, si se dejaran de hacer esas supervisiones? La respuesta a esta pregunta es la variación equivalente (VE) en el ingreso.

Para calcular la VE por tipo de gasolina se definieron las cantidades correspondientes al precio base (periodo "0") y al precio reducido (periodo "1") sobre una función de demanda isoelástica cuyos parámetros fueron tomados de Vásquez (2005c). La fórmula de la VE se tomó de Hausman (1981). El **Gráfico N° A.2.1** ilustra el concepto de VE aplicado a este caso de "reducción" de precio. Asimismo, los resultados de esta estimación se presentan en el **Cuadro N° A.2.5**.

Gráfico A.2
VE aplicado a una reducción del precio



Elaboración: GPAE-Osinergmin

Se tiene entonces que la VE promedio mensual por familia y por distrito es S/. 1.89 para la G84, es decir, aproximadamente S/. 23 anuales por familia. Para un promedio expandido de 3 mil 417

familias con auto en el universo de 601 distritos analizados, la VE resulta S/. 89.6 millones a precios de 2014. Considerando que el periodo de análisis tiene cinco años y usando como tasa de capitalización la tasa de descuento social (14.01%), la VE acumulada equivale a US$ 31.5 millones a precios de 2014. Si además se considera una demanda que recoja el efecto de la calidad reflejado en el precio, que fuera señalado por Stiglitz (1987), entonces se tendría una demanda un poco más inelástica que arroja una VE de US$ 31 millones. Para la gasolina de 90 octanos, la VE acumulada calculada asciende a US$ 20.9 millones de 2014 sin el efecto calidad en el precio, y a US$ 20.5 millones incorporando ese efecto.

Cuadro A.2.5
VE estimada por tipos de gasolina

	84		90	
Elasticidades	**Isoelástica**	**A la Stiglitz**	**Isoelástica**	**A la Stiglitz**
α	-0.648	-0.6424	-0.849	-0.846
δ	0.251		0.44	
Ingreso inicial (Io)	2 831		2 831	
Precio inicial (Po)	7.69		8.87	
Precio final (P1)	7.55		8.79	
Consumo inicial (Xo)	12.95		20.815	
Consumo final (X1)	13.10		20.972	
Promedio de hogares con vehículo por distrito	3 417		535	
Distritos en la muestra	601		479	
VE mensual promedio por distrito por año (S/.)	1.89	1.86	1.3	1.2
VE agregado anual (S/. a precios de 2009)	89 585 679	88 182 656	59 441 479	58 113 589
VE acumulado a 2014 (US$ de 2014)	**31 544 253**	**31 050 231**	**20 930 098**	**20 462 531**

Elaboración: GPAE-Osinergmin

4.2. Impacto económico de la supervisión del contenido de azufre

En cuanto a la incidencia de IRAs, la variable se definió como el número de casos por mil. Se encontró que una variación de 1 pp en la proporción de incumplimiento del estándar de contenido de azufre lleva a una variación del mismo signo de dos casos mensuales de IRAs por cada mil habitantes adultos, en promedio y por distrito. Dado que el incumplimiento de azufre se redujo en 15 pp, la reducción predicha de casos es de 30 por mil, sin embargo esta fue de solo 11 casos por 1000 adultos en promedio, lo que implicaría una sobrestimación del coeficiente del efecto del control de azufre en la incidencia de IRAs.

Para que el efecto predicho coincida con lo observado, el valor del coeficiente estimado debió ser 0.718 casos por 1000. Afortunadamente, cae en el intervalo de confianza del coeficiente estimado de la variable azufre [-0.35, 4.35], por lo que también puede usarse ese valor para calcular el impacto económico por la reducción de casos de IRAs.

Debido a que no se pudo acceder a información oficial de gasto por tipo de enfermedad, se recurrió a la técnica muy usada en valoración ambiental de transferencia de valor. El valor de referencia se tomó de los costos anuales de atención estimados para los países de la Unión

Europea publicados en el "European lung white book", considerando solo los gastos en Obstructive Sleep Apneas (OSAS) o suspensiones transitorias de la respiración) y neumonía[18]. El costo *per cápita* evitado por una IRA se calculó en 105 euros de 2011. Para transferir ese valor al contexto peruano, se tomó la fórmula de transferencia de valores unitarios dada en Vásquez (2006b).

El costo ahorrado por persona gracias al no gasto en IRAs se estimó en S/. 247 anuales, a precios de 2014, considerando que en promedio un individuo hace dos procesos de IRA al año. Teniendo en cuenta el número de grupos de mil personas por distrito, se calculó un ahorro anual promedio por distrito derivado de los menores casos de IRAs. Este aumentó de S/. 17.5 mil a S/. 27 mil en el periodo de análisis. Considerando los 601 distritos en la muestra, el aumento en el ahorro inducido por el control de azufre asciende a S/. 5.6 millones o US$ 3.8 millones de 2014.

Referencias

Akerlof G. (1970). "**The Market for 'Lemons': Quality Uncertainty and the Market Mechanism"**. *Quaterly Journal of Economics*, 84(3): 488-500.

Alfaro, Arturo y Lombardi, Gina (2007). *El azufre en los combustibles del Perú*. Lima: Programa Regional Aire Limpio.

Blumberg, Katherine; Walsh, Michael; Charlotte Per (2003). **Gasolina y diésel de bajo azufre: la clave para disminuir las emisiones vehiculares**. Disponible en http://www.theicct.org/sites/default/files/Bajo_Azufre_ICCT_2003.pdf

Dahlby, B. (2008). **The Marginal Cost of Public Funds: Theory and Applications.** Cambridge MA: The MIT Press.

Fisher, R. (2008). **Política comercial estratégica en el mercado aéreo chileno**. Documento de Trabajo N° 246-2008. Centro de Economía Aplicada – Universidad de Chile.

Hausman J. (1981). "**Exact Consumer's Surplus and Deadweight Loss"**. American *Economic Review*, 71(4): 662-676.

Linares, Cristina y Díaz, Julio (2008). **"¿Qué son las PM2,5 y cómo afectan a nuestra salud?**" *El Ecologista*, 58: 46-49. Disponible en http://www.ecologistasenaccion.org/article17842.html

OCDE (2015). **OECD Regulatory Policy Outlook**. Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico. Paris: OECD Publishing. Disponible en http://dx.doi.org/10.1787/9789264238770-en

[18] Véase en: http://www.erswhitebook.org/chapters/the-economic-burden-of-lung-disease/the-cost-of-respiratory-disease/

Osinergmin (2016). **Guía de Política Regulatoria N°1: Guía Metodológica para la realización de Análisis de Impacto Regulatorio en Osinergmin**. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Gerencia de Políticas y Análisis Económico. Lima, Perú Disponible en http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/RIA/Guia-Politica-Regulatoria-N-1.pdf

Rodríguez, Nicolás (CEPAL) (2012). **Análisis de la reducción del azufre en el combustible diésel en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua**. México, D.F: Naciones Unidas.

Schmalensee, Richard (2012). **Economics of Energy Demand**. Notas de clase del curso Energy Decisions Markets and Policies. Disponible en http://ocw.mit.edu/courses/sloan-school-of-management/15-031jenergy-decisions-markets-and-policies-spring-2012/lecture-notes/

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2006). **Estudio de evaluación socioeconómica del proyecto integral de calidad de combustibles 'Reducción de azufre en gasolinas y diésel'**. México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología.

Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez, Arturo y Ricardo de la Cruz (Editores) (2015). **La industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú: 20 años de aporte al desarrollo del país**. Lima: Osinergmin.

Vásquez, A. y E. Balistreri (2010). **The marginal cost of public funds of mineral and energy taxes in Peru**. *Resources Policy*, 35(4): 257–264.

Vásquez, Arturo y Gallardo, José (2006). **Sistemas de supervisión y esquemas de sanciones para el sector hidrocarburos**. Documento de Trabajo N° 10. Oficina de Estudios Económicos. Osinergmin. Lima, Perú. Disponible en: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Documentos_de_Trabajo/Documento_de_Trabajo_10.pdf

Vásquez, Arturo (2005). **La demanda agregada de combustibles líquidos**. Documento de Trabajo N° 12. Oficina de Estudios Económicos. Osinergmin. Lima, Perú. Disponible en: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Documentos_de_Trabajo/Documento_de_Trabajo_12.pdf

Widman, Richard (2004). **La vida útil del motor de su auto, camioneta, camión u otro motor de combustión interna – lubricación**. Santa Cruz, Bolivia: Widman International SRL. Disponible en http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/bo8.pdf

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinergmin
Gerencia de Políticas y Análisis Económico - GPAE
Documento de Evaluación de Políticas N° 007-2017
Evaluación Ex Post del Impacto de la Supervisión de la Calidad de los Combustibles en el Perú

Alta Dirección

Jesús Tamayo Pacheco	Presidente del Consejo Directivo
Julio Salvador Jácome	Gerente General

Equipo de Trabajo de la GPAE que preparó el Reporte

Arturo Vásquez Cordano	Gerente de Políticas y Análisis Económico
Ricardo de la Cruz Sandoval	Especialista
Francisco Coello Jaramillo	Analista Económico

El contenido de esta publicación podrá ser reproducido total o parcialmente con autorización de la Gerencia de Políticas y Análisis Económico del Osinergmin. Se solicita indicar en lugar visible la autoría y la fuente de la información. Todo el material presentado en este reporte es propiedad del Osinergmin, a menos que se indique lo contrario.

Citar el reporte como: Vásquez, A.; De la Cruz, C. y F. Coello (2017). *Evaluación Ex Post del Impacto de la Supervisión de la Calidad de los Combustibles en el Perú.* Documento de Evaluación de Políticas N° 007-2017. Gerencia de Políticas y Análisis Económico, Osinergmin – Perú.

Osinergmin no se identifica, necesariamente, ni se hace responsable de las opiniones vertidas en el presente documento. Las ideas expuestas en los artículos del reporte pertenecen a sus autores. La información contenida en el presente reporte se considera proveniente de fuentes confiables, pero Osinergmin no garantiza su completitud ni su exactitud. Las opiniones y estimados representan el juicio de los autores dada la información disponible y están sujetos a modificación sin previo aviso. La evolución pasada no es necesariamente indicador de resultados futuros. Este reporte no se debe utilizar para tomar decisiones de inversión en activos financieros.

Copyright © Osinergmin – GPAE 2017