



Sistemas de Supervisión y Esquemas de Sanciones para el Sector Hidrocarburos

Documento de Trabajo N° 10

**Arturo Vásquez Cordano
José Gallardo Ku**

Oficina de Estudios Económicos

Lima, Enero del 2006

OSINERG

Sistemas de Supervisión y Esquemas de Sanciones para el Sector Hidrocarburos

Documento de Trabajo N° 10, preparado por la Oficina de Estudios Económicos con la colaboración de la Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos (GFH-OSINERG).

Está permitida la reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio, siempre y cuando se cite la fuente.

Elaborado por Arturo Vásquez Cordano y José Gallardo Ku

Colaboradores: Julio Salvador, Dante Cersso, Rosa María Ortiz, Jorge Villar, Humberto Knell, Fidel Amésquita, Juan Ortiz y Jorge Caballero.

Asistentes: Nelly Urbina, Francisco Coello y Luis Damián.

Primera versión: Marzo del 2005.

Última versión: Enero del 2006.

Para comentarios o sugerencias dirigirse a:

OSINERG

Bernardo Monteagudo 222, Magdalena del Mar

Lima, Perú

Tel. (511) 219-3400, anexo 1054

Fax (511) 219-3413

<http://www.osinerg.gob.pe/osinerg/investigacion/>

Correo electrónico: avasquez@osinerg.gob.pe; vasquez.al@pucp.edu.pe

Clasificación JEL: C25, C42, K23, K42.



Organismo Supervisor de la Inversión en Energía -OSINERG
Oficina de Estudios Económicos
Documento de Trabajo N° 10

**Sistemas de Supervisión y Esquemas de Sanciones para el Sector
Hidrocarburos¹**

Resumen

En los últimos años el esquema de supervisión y fiscalización de las empresas del sector hidrocarburos en el Perú ha venido sufriendo una serie de importantes modificaciones que han tenido como propósito incrementar y mejorar la capacidad del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG) para ejecutar y hacer cumplir con las normas que rigen en el sector. Estos cambios están asociados a una nueva filosofía de supervisión del sector que considera: a) el empleo de criterios científicos (que involucran a la Estadística y la Economía) para el diseño de instrumentos sancionadores flexibles, b) el énfasis en la fiscalización por resultados, c) la elaboración de una estrategia innovadora de aplicación simultánea del esfuerzo de fiscalización y la ejecución del sistema sancionador para fortalecer las facultades sancionadoras del Organismo Supervisor, y d) la

¹. Se agradece el apoyo de Alfredo Dammert, Edwin Quintanilla y Julio Salvador, gestores del cambio en el esquema de supervisión y de sanciones que el OSINERG viene implementado para mejorar el cumplimiento de las normas legales en el sector electricidad e hidrocarburos en el Perú. Asimismo, se agradece a Raúl Pérez-Reyes, Dante Cersso, Rosa María Ortiz, Jorge Villar, Humberto Knell, Fidel Amésquita, Juan Ortiz, Jorge Caballero y Victor Murillo, los cuales han permitido enriquecer el documento con sus oportunos comentarios y observaciones. En la elaboración del documento, se contó con la asistencia de Nelly Urbina, Francisco Coello y Luis Damián. Las opiniones vertidas en este documento son de responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente la posición del OSINERG. Los errores u omisiones son de responsabilidad de los autores. Remitir comentarios y sugerencias a avasquez@osinerg.gob.pe o vasquez.al@pucp.edu.pe.



consistencia metodológica en la aplicación de las multas y sanciones no monetarias en diferentes ámbitos de acción de la supervisión del sector.

Es en este contexto que el presente documento tiene como objetivo presentar los primeros alcances de los cambios efectuados para mejorar la supervisión del sector hidrocarburos, por lo cual se discute primeramente sobre la racionalidad de las empresas detrás de las infracciones de las normas, el marco conceptual de carácter económico que sustenta la nueva filosofía de supervisión y de aplicación de sanciones, los diferentes sistemas de supervisión que son consistentes con esquemas óptimos de sanciones, así como algunas modificaciones en el esquema sancionador que se ha venido implementando el OSINERG para mejorar el cumplimiento de las normas que rigen el sector hidrocarburos en el Perú.



De la revisión de la experiencia internacional, puede sostenerse que el nuevo enfoque de la supervisión del sector hidrocarburos que se presenta en este documento es inédito respecto a otros sistemas desarrollados por organismos reguladores de la región. No obstante, debe decirse que la escasez de referentes internacionales, así como las recientes modificaciones al esquema de supervisión y fiscalización, sugieren que esta investigación debe considerarse como el inicio de la discusión sobre los temas de supervisión en el sector hidrocarburos más que como un debate agotado.



TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	6
2. El Problema Económico asociado al incumplimiento de las normas.....	9
2.1. Esquema Teórico para modelar la elección de infringir las normas	14
2.2. Marco Econométrico	17
2.3. Descripción de la Base de Datos	20
2.4. Resultados	23
3. Nuevo Enfoque para la Supervisión del Sector Hidrocarburos.....	30
3.1. Supuestos Generales.....	33
3.2. El Bienestar Social: El Modelo de Polinsky y Shavell (2000).....	35
3.3. El problema del Organismo Supervisor.....	39
4. Sistemas de Supervisión	49
4.1. Problemas de la supervisión	50
4.2. Estrategia del Organismo Supervisor	52
4.3. Selección de la población para el proceso de supervisión	53
4.3.2 Marco de Análisis Estadístico para la Supervisión.....	57
4.3.3 Tamaño de la Muestra.....	59
4.3.4 Caso de análisis aplicado	63
5. Aplicaciones prácticas del nuevo esquema de supervisión y sanciones	69
5.1. Multas por Infracciones al Control Metrológico	70
5.1.1. Observaciones a la antigua Pauta de Cálculo de Multas	73
5.1.2. Comparación con un esquema de multas óptimas por Control Metrológico.....	75
5.1.3. Pauta para el cálculo de multas elaborado por la GFH-OSINERG	83
5.1.4. Resultados de la Campaña de Control Metrológico	90
5.2. Multas por violaciones a las normas de operación de redes de distribución de gas natural	98
5.2.1. Recomendaciones planteadas.....	100
5.2.2. Cálculo del Monto de la Multa Máxima.....	102
5.3. Multas por infracciones al almacenamiento de combustibles.....	104
5.3.1. Observaciones al Procedimiento de Cálculo de Multas.....	108
5.3.2. Comparación con un esquema de multas óptimas.....	110
5.4. Sanciones por Informalidad en la Comercialización de Combustibles Líquidos	125
5.5. Multas por infracciones en Grifos Rurales	129
6. Conclusiones.....	134
6.1. Conclusiones Generales.....	134
6.2. Conclusiones Específicas	141
7. Bibliografía.....	147
7.1. Artículos y Libros.....	147
7.2. Documentos Complementarios.....	148



Sistemas de Supervisión y Esquemas de Sanciones para el Sector Hidrocarburos

Arturo Vásquez Cordano y José Gallardo Ku

1. Introducción

Los mecanismos de supervisión y fiscalización de las empresas en el sector hidrocarburos en el Perú han venido experimentando cambios importantes en los últimos dos años, los cuales han buscado mejorar la capacidad del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG) para ejecutar y hacer cumplir las normas que rigen en este sector.

Estas modificaciones han involucrado un cambio en la filosofía de cómo se debe aplicar en la práctica la supervisión del sector hidrocarburos, hecho que ha implicado: a) la utilización de criterios científicos (derivados de la Estadística y de la Economía) para la determinación de las sanciones, b) el énfasis en la fiscalización por resultados (que prioriza la mejora gradual de los indicadores de desempeño de la supervisión y la intervención proactiva del regulador), y c) la consistencia metodológica en la aplicación de multas y sanciones en diferentes ámbitos de acción del OSINERG dentro del sector hidrocarburos (tanto en la industria del gas natural como del petróleo). Asimismo, las modificaciones han precisado el diseño de instrumentos sancionadores flexibles (como las escalas de multas y sanciones), la aplicación en simultáneo del esfuerzo de supervisión y la ejecución del sistema de sanciones, entre otros aspectos.





Es en este contexto que el presente documento pretende presentar los primeros alcances de estas innovaciones para mejorar las prácticas de supervisión en el sector hidrocarburos del Perú. Con este propósito, en el documento se discute sobre las principales características del esquema de sanciones, su problemática y las diversas modificaciones que se han venido implementando en este campo para mejorar el cumplimiento de las normas sectoriales por parte de las empresas.

El documento se divide en 6 partes. En la segunda parte, se discute sobre el problema económico asociado a la decisión de infringir las normas por parte de las empresas y se presentará como caso de estudio el problema del incumplimiento de la norma metrológica de combustibles líquidos en grifos y estaciones de servicio.

En la tercera parte se discute sobre el nuevo enfoque la supervisión y aplicación de multas y sanciones, el marco conceptual que da soporte a este enfoque y se formulan los criterios económicos que deben utilizarse para la aplicación de multas y sanciones por infracciones a las normas que rigen las condiciones de seguridad, calidad del servicio y de operación en el sector hidrocarburos. Asimismo, se plantean los lineamientos para el establecimiento de sanciones administrativas por estos conceptos². Para ello, se tomará como base la Teoría de la Ejecución Pública de las Leyes (*Public Enforcement of Law*) que tiene sus fundamentos en los trabajos de Becker (1968) y Stigler (1970), los cuales han sido ampliados por una serie

². De acuerdo al Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española una Sanción es una penalidad que una ley o un reglamento establece para sus infractores, mientras que una Multa es una sanción de carácter administrativo o penal que consiste en la obligación por parte de un infractor de pagar una cantidad determinada de dinero



de investigaciones, entre las cuales destacan los trabajos de Polinsky y Shavell (2000), y Shavell (2004).

Una vez analizado el marco conceptual para la aplicación de sanciones óptimas, en la cuarta sección se discutirá sobre los diferentes modelos de supervisión que son consistentes con los esquemas de sanciones propuestos en este documento. Asimismo, se evaluará la factibilidad de aplicación de los diferentes métodos de selección muestral en el ámbito de la supervisión del sector hidrocarburos. Se presentará como caso de estudio la aplicación de marcos de muestreo a la supervisión del segmento *upstream* del sector petrolero.

Identificados los lineamientos metodológicos que deben definir una política de sanciones óptimas y las herramientas adecuadas para la ejecución pública de las normas, en la quinta parte del documento se discutirá respecto a las modificaciones que se vienen implementando en seis aplicaciones en el sector hidrocarburos: el control metrológico en grifos y estaciones de servicio, el control del peso de los balones de GLP, la supervisión de la construcción de redes de distribución de gas natural, el control de los inventarios medios y mínimos de combustibles en las plantas de almacenamiento, las infracciones asociadas a la operación en grifos rurales, así como los grifos informales.

Si se observa la experiencia internacional, se puede considerar que el nuevo enfoque de la supervisión que se presenta en este documento es inédito respecto a otros esquemas desarrollados por organismos reguladores de la región. No obstante, debe decirse que la escasez de referentes internacionales, así como las recientes modificaciones al esquema de



supervisión y fiscalización sugieren que esta investigación debe considerarse como el inicio de la discusión sobre los temas de supervisión en el sector hidrocarburos más que como un debate agotado.

2. El Problema Económico asociado al incumplimiento de las normas

En la literatura del análisis económico del derecho (*Law and Economics*), existe un campo dedicado al análisis de la ejecución pública de las leyes (*Public Enforcement of Law*) donde se ha tratado el problema de la racionalidad que dirige el comportamiento de los agentes económicos al momento de decidir si cumplen o no con las normas que impone el Estado a sus integrantes para procurar el orden social y el correcto funcionamiento del mercado (Shavell; 2004).

Dentro de esta tradición, antiguamente se consideraba que la decisión de infringir las normas estaba asociada a factores psicológicos y sociodemográficos que caracterizan a los agentes, o a conductas aberrantes motivadas por la locura u otras enfermedades mentales. De acuerdo a Polinsky y Shavell (2000), los primeros referentes sobre el análisis de la racionalidad económica detrás del incumplimiento de las normas datan del siglo XVIII, con los aportes de Montesquieu (1748), Beccaria (1767) y Bentham (1789), cuyo análisis sobre este tema fue sofisticado para la época³.

³. Las referencias de estos trabajos son los siguientes: a) Montesquieu (1748). *The Spirit of the Laws*. Reproducido por Berkeley: U. California Press, 1977. b) Beccaria, C. (1767). *On Crimes and Punishments, and Other Writings*. Richard Bellamy (Ed). Traducido por Richard Davies et al, New York: Cambridge University Press, 1995. c) Bentham, J. (1789). "An Introduction to the Principles of Morals Legislation". En *The Utilitarians*. Reproducido por Garden City, New York: Anchor Books, 1973.





Sin embargo, después del trabajo de Bentham el tema de la ejecución pública de las leyes y el análisis económico del comportamiento infractor de las normas quedó relegado y prácticamente olvidado hasta que aparecieron en la literatura las contribuciones de Coase (1960), Becker (1968) y Stigler (1970).

Inicialmente Coase (1960) analizó el problema de los incentivos para reducir los daños sociales (debido, por ejemplo, a conductas criminales o ilegales) a través de apropiadas asignaciones de los derechos de propiedad. El autor remarca tres aspectos importantes sobre este particular:

- La naturaleza recíproca del efecto de las externalidades⁴ que enfrentan las partes que intervienen en una transacción de mercado o son parte de una relación contractual (por ejemplo, el infractor y la víctima del delito).
- La posibilidad de que las externalidades sean remediadas o corregidas mediante la renegociación de los derechos de propiedad en una relación contractual y la consecuente irrelevancia de la ley cuando los costos de transacción son reducidos o nulos.
- Los problemas de información que el gobierno enfrenta cuando trata de corregir las externalidades, lo cual provoca que la intervención estatal sea costosa y problemática.

⁴. Una externalidad debe entenderse como una situación por la cual las acciones de un agente económico afectan directamente a otro de una manera que no se refleja en las transacciones de mercado mediante el sistema de precios.



Las lecciones que se obtuvieron del análisis de Coase para los asuntos que son materia de discusión en este trabajo pueden citarse como sigue:

- Las conductas ilegales generan una serie de externalidades negativas que involucran costos sociales o daños que afectan a la sociedad en general y, en particular, a las partes comprometidas en el acto ilícito (el criminal o infractor y el agraviado).
- Es posible que los daños causados por los actos ilícitos sean internalizados o remediados si es que las partes involucradas pueden negociar (ponerse de acuerdo) sobre la manera de compensar los daños y sobre la asignación de las responsabilidades frente al delito en un contexto donde los costos de transacción (asociados al sistema de justicia) son muy reducidos.
- La intervención estatal puede constituirse en una fuente adicional de externalidades negativas debido a los problemas de información que enfrenta el Estado para controlar las actividades criminales. Estos problemas son producto de las restricciones que enfrenta el Estado para realizar un monitoreo o fiscalización perfecto de las actividades ilícitas por la escasez de recursos de supervisión. De ello se deduce que la intervención estatal impone costos adicionales a la sociedad vinculados a los sistemas de supervisión y sanción (entidades supervisoras, penitenciarías, etc.).



En base a estas contribuciones, el trabajo de Becker (1968) se orienta al desarrollo de políticas (óptimas) para combatir un amplio rango de conductas ilegales, que van desde los crímenes, los robos y otros delitos contra el patrimonio y la vida de las personas hasta los delitos de orden económico, como la violación de las normas de libre competencia o la evasión tributaria.

El punto de partida de su análisis es la idea que detrás del comportamiento ilícito de los agentes existe una lógica económica que lo dirige, es decir los agentes evalúan los costos y beneficios económicos de su conducta ilegal para decidir si incumplen o no con las normas. De esta manera, las infracciones, delitos y demás violaciones a las normas son en promedio una respuesta a incentivos económicos que se producen en una situación donde el acto ilegal reporta mayores beneficios pecuniarios o económicos en relación a los costos asociados a las infracciones (por ejemplo, las multas y sanciones pecuniarias, el encarcelamiento, la suspensión de actividades empresariales, el comiso de bienes, entre otros).

En este sentido tanto Becker (1968) y Stigler (1970) plantean que existe una falta de incentivos para que los agentes privados cumplan con las normas puesto que aquellos pueden conseguir más beneficios incumpléndolas que no violándolas. Así, los agentes económicos están seducidos a adoptar conductas oportunistas, con el objeto de explotar las ganancias ilícitas burlando las normas y no considerando los daños y perjuicios que sus acciones ilegales pueden causar a la sociedad.

La metodología de análisis utilizada por Becker (1968) consiste en formular y minimizar una función de pérdida social que contiene entre sus



argumentos, el número de infracciones y el efecto que tienen sobre dichas infracciones los gastos en detección y condena (gastos en policía, sistema penitenciario y judicial), así como la forma y el tamaño de las sanciones (multas, trabajo forzoso, pena de muerte, etc.). Minimizando esta función, se obtienen las condiciones necesarias de optimalidad que se deben cumplir a fin de reducir la pérdida social generada por las infracciones.

El trabajo de Becker (1968) muestra que si el objetivo es reducir la pérdida social que generan las infracciones, muy probablemente ello suponga que la sociedad tenga que convivir con un cierto nivel de infracciones. La razón de ello, como se ha mencionado anteriormente, es que tanto los gastos en detección y condena como el tipo y tamaño de las sanciones, generan externalidades para el resto de la sociedad; por lo que una elección no adecuada de estas variables puede incrementar la pérdida social antes que reducirla. De esta manera, existe una disyuntiva (*trade – off*) entre el objetivo de reducir los comportamientos ilícitos y el objeto de maximizar el bienestar social.

En síntesis, las principales contribuciones iniciales en la literatura moderna sobre la ejecución pública de las leyes señalan que, en general, la racionalidad detrás de los comportamientos ilícitos sigue una lógica económica por la cual los agentes evalúan los costos y beneficios económicos derivados de los incumplimientos a las normas.

Este hecho constituye la base para el diseño y ejecución de las nuevas estrategias de supervisión y fiscalización que el OSINERG está desarrollando para el control de los incumplimientos a las normas en el sector hidrocarburos, las cuales, como se verá más adelante, se fundamentan



en el concepto de la disuasión económica y la utilización de instrumentos como los procedimientos de supervisión estadísticos y la penalización de las infracciones a través de sanciones pecuniarias y no pecuniarias óptimas.

Con el propósito de evaluar la conveniencia de la implementación de este nuevo enfoque para la práctica de la supervisión y fiscalización en el sector hidrocarburos, en las siguientes secciones se discutirá cómo en general la lógica del aprovechamiento de las ganancias netas derivadas de las actividades ilegales dirige la conducta de los infractores a través del tiempo, mediante el estudio de la supervisión y control de la venta de la cantidad exacta de combustibles en los grifos y estaciones de servicio en el Perú que realiza el OSINERG en el sector hidrocarburos. Asimismo, se evaluará cómo las técnicas econométricas y estadísticas pueden ayudar en el planteamiento del nuevo enfoque para la supervisión de este sector.



2.1. Esquema Teórico para modelar la elección de infringir las normas

En esta sección se toma como caso de estudio el control metrológico del despacho de combustibles en grifos y estaciones de servicio para analizar la lógica económica detrás del comportamiento infractor mediante un modelo microeconómico y se discutirán las implicancias de los resultados obtenidos para la práctica supervisora y fiscalizadora en el sector hidrocarburos.

El control metrológico, en general, debe entenderse como la evaluación y verificación de que en cada uno de los grifos y estaciones de servicio a nivel nacional se proporcione la cantidad exacta de combustibles que requiere



cada usuario. Así, el acto ilícito se produce cuando los establecimientos venden una cantidad de combustible menor a la señalada por el surtidor.

Para evaluar la racionalidad económica que se encuentra detrás del incumplimiento de la norma metrológica por parte de las empresas, así como los factores que pueden influir en la decisión de los grifos y estaciones de servicio de cumplir o incumplir con la ley, en esta sección se plantea un modelo donde la decisión de infringir las normas depende del análisis-costo beneficio que realizan las empresas por sus acciones, tal como ha sido señalado por Becker (1968) y Stigler (1970). En este contexto, una estación de servicio o grifo incumplirá con la norma si el beneficio ilícito supera el costo que asume la empresa por la infracción.

Sea π_i^e el beneficio agregado que obtiene la empresa “i” en el período “t” al infringir la norma y C_i^e el costo total asociado a la infracción. En este modelo se supone que la empresa tiene capacidad perfecta para discriminar entre la opción de infringir y no infringir la norma (es decir, es un agente racional). Sin embargo, el Organismo Supervisor no tiene información completa respecto a las variables de interés para las empresas, por lo cual se debe tener en cuenta la asimetría informativa entre las empresas administradas y la agencia supervisora⁵. El beneficio y el costo derivado de la infracción son modelados como variables aleatorias, con el objeto de poner de manifiesto la naturaleza incierta de estos indicadores. Más específicamente, el beneficio y el costo esperado del incumplimiento para la empresa “i” en el período “t” se puede especificar como sigue:

⁵. Es posible identificar tres diferentes fuentes de incertidumbre en este contexto: atributos de la empresa infractora que no son observables, atributos no observables asociados a la elección y errores de medición.

$$\begin{aligned}\pi_{it}^e &= E(\pi_{it} | X_{it}, \varsigma_{1i}) = X_{it}'\gamma_1 + \varsigma_{1i} + u_{1it} \\ C_{it}^e &= E(C_{it} | X_{it}, \varsigma_{2i}) = X_{it}'\gamma_2 + \varsigma_{2i} + u_{2it}\end{aligned}\quad (2.1)$$

donde $X_{it}'\gamma_1$ y $X_{it}'\gamma_2$ son las características observables exógenas de las empresas que explican el beneficio y el costo de la infracción respectivamente, ς_i son las características no observables de las empresas para la agencia reguladora, $E(\pi_{it} | X_{it}, \varsigma_{1i})$ y $E(C_{it} | X_{it}, \varsigma_{2i})$ son los valores esperados del beneficio ilícito y el costo de la infracción condicional al valor de las variables independientes y de los atributos no observables, u_{2it} y u_{1it} son los elementos puramente aleatorios de estos componentes. La empresa “i” en el período “t” cometerá la infracción si:

$$\pi_{it}^e > C_{it}^e$$

El Organismo Supervisor observa si la empresa ha infringido o no con la norma pero no puede observar su nivel de beneficios y costos asociados a la infracción. La supervisión sólo muestra si la ganancia ilícita es mayor al costo asociado. Si $D_{it}=1$ denota que $\pi_{it}^e > C_{it}^e$ (existen incentivos económicos para infringir la norma) y si $D_{it}=0$ indica que $\pi_{it}^e < C_{it}^e$ (no habrían incentivos para infringir la norma). Es posible reescribir estas relaciones de la siguiente forma:

$$Prob[D_{it}=1 | X_{it}, \varsigma_{it}] = Prob[\pi_{it}^e > C_{it}^e] \quad (2.2)$$

$$Prob[D_{it}=1 | X_{it}, \varsigma_i] = Prob[X_{it}'\gamma_1 + \varsigma_{1i} + u_{1it} > X_{it}'\gamma_2 + \varsigma_{2i} + u_{2it} | X_{it}, \varsigma_i]$$

$$Prob[D_{it}=1 | X_{it}, \varsigma_i] = Prob[(X_{it}'\gamma_1 - X_{it}'\gamma_2) + (u_{1it} - u_{2it}) + (\varsigma_{1i} - \varsigma_{2i}) > 0 | X_{it}, \varsigma_i]$$

$$Prob[D_{it}=1 | X_{it}, v_i] = Prob[X_{it}'(\gamma_1 - \gamma_2) + v_i + \varepsilon_{it} > 0 | X_{it}, v_i]$$

$$Prob[D_{it}=1 | X_{it}, v_i] = Prob[X_{it}'\beta + v_i > \varepsilon_{it} | X_{it}, v_i]$$

Asumiendo que la función de distribución de los errores es simétrica, resolviendo (2.2) se obtiene la forma reducida del modelo:

$$Prob[D_{it}=1 | X_{it}, v_i] = Prob[\varepsilon_{it} < X_{it}'\beta + v_i | X_{it}, v_i] \quad (2.3)$$

2.2. Marco Econométrico

Suponiendo que la diferencia en las características no observables (efectos aleatorios) de las empresas v_i se distribuyen siguiendo una función de probabilidad normal estándar $v_i | X_i \sim N(0, \sigma_v^2)$, es posible expresar la función de respuesta de probabilidad de la infracción de la norma como sigue:

$$Prob[D_{it}=1 | X_{it}, v_i] = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{-v_i^2/2\sigma_v^2}}{\sqrt{2\pi}\sigma_v} \left\{ \prod_{t=1}^T \left[\int_{-\infty}^{x_{it}\beta + v_i} f(\xi) d\xi \right] \right\} dv_i \quad (2.4)$$

donde $\int_{-\infty}^{x_{it}\beta + v_i} f(\xi) d\xi = F(X_{it}'\beta + v_i)$ es una función de distribución acumulada⁷.

De otro lado, si la diferencia de los errores ε_{it} se distribuyen siguiendo una función de probabilidad normal estándar, $\varepsilon_{it} \sim N(0, 1)$, a partir de (2.4) es

⁶. En Greene (2002) se presenta una demostración formal de esta especificación. También puede revisarse Wooldridge (2001).

⁷. Cómo los efectos aleatorios v_i no son observables, ellos no afectan la función de verosimilitud condicional a estimar para obtener los estimadores de β y σ_v^2 , los cuales son $N^{1/2}$ consistentes y asintóticamente normales. Estos estimadores son conocidos como *random effects probit estimators*. Véase Wooldridge (2001).



posible derivar el Modelo Probit de datos de panel con efectos aleatorios no observables para modelar la elección económica de infringir o no la norma, por lo que:

$$F(X_{it}\beta + v_i) = \begin{cases} \Phi(X_{it}\beta + v_i) & \text{si } D_{it} \neq 0 \\ 1 - \Phi(X_{it}\beta + v_i) & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Con este supuesto, el modelo queda definido como sigue:

$$Prob[D_{it} = 1 | X_{it}, v_i] = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{-v_i^2 / 2\sigma_v^2}}{\sqrt{2\pi} \sigma_v} \left\{ \prod_{t=1}^T [F(X_{it}\beta + v_i)] \right\} dv_i \quad (2.5)$$

La estimación del modelo requiere resolver la integral sobre los valores de los efectos aleatorios, lo cual no es factible de solucionar de manera analítica dado que no existe manera de encontrar una forma cerrada para la solución. Sin embargo, es posible utilizar métodos numéricos para aproximar esta integral. La literatura sugiere utilizar el método de cuadratura de Gauss-Hermite⁸, el cual consiste en una aproximación polinómica de la integral de la siguiente manera:

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} f(x) dx \approx \sum_{r=1}^R \phi_r^* f(h_r^*)$$

donde ϕ_r^* son los ponderadores de la cuadratura y h_r^* son los nodos sobre los cuales se efectúa el cálculo, tal que $\{\phi_r^*\}_{r=1}^R$ y $\{h_r^*\}_{r=1}^R$ donde R es el

⁸. El método toma su nombre dado que asume que la función de pesos es $\phi(x) = e^{-x^2}$ donde $x \in (-\infty, \infty)$. Esta regla elige los nodos y los pesos de manera que la aproximación sea precisa si el polinomio es del orden de $2(R-1)$ en x .



número de componentes polinomiales en la cuadratura. El logaritmo de la función de verosimilitud L , donde $\rho = \sigma_v^2 / (\sigma_v^2 + 1)$, se calcula como sigue⁹:

$$L = \sum_{i=1}^N \log[\Pr(D_{it} | X_{it})]$$

$$L \approx \sum_{i=1}^N \log \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \sum_{r=1}^R \phi_r^* \prod_{t=1}^T F \left(X_{it} \beta + \sqrt{2 \frac{\rho}{1-\rho}} h_r^* \right) \right] \quad (2.6)$$

La limitación de este método es que se requiere que la función a integrar sea bien aproximada por un polinomio. En el caso particular de este modelo, a medida que el número de períodos se hace más grande (es decir, el panel crece en la dimensión temporal), la expresión $\prod_{t=1}^T F(X_{it}'\beta + v_{it})$ no es bien aproximada por la fórmula polinomial (Geweke; 1996), por lo que se debería usar el método de cuadratura para un panel de datos pequeño en la dimensión temporal.

La literatura empírica recomienda evaluar el valor de ρ . Si éste es pequeño (menor que 0.3), quiere decir que los datos se ajustan al Modelo Probit con efectos aleatorios, por lo que es posible estimar el modelo con el método de cuadratura para un panel con observaciones temporales hasta $t=500$. En contraste, si el valor de ρ es elevado (es decir, que los datos no se ajustan al esquema Probit con efectos aleatorios), el método de cuadratura puede ser una pobre aproximación para paneles de datos con $t > 10^{10}$. La estimación

⁹. Esta variable es la proporción de la varianza que es explicada por la variabilidad de los componentes aleatorios individuales asociados a cada empresa en la muestra de datos de panel.

¹⁰. El criterio para medir el error en la aproximación de la cuadratura es usualmente medido como la diferencia absoluta y relativa en la aproximación de la integral usando, por ejemplo



del modelo permite obtener un vector de parámetros β que no constituyen necesariamente los efectos marginales¹¹ de las variables explicativas sobre la probabilidad de infracción debido a que se ha utilizado una especificación no lineal para modelar la probabilidad. Para el caso del modelo Probit de datos de panel, el efecto marginal puede calcularse como sigue:

$$\frac{\partial Prob[D_{it}=1 | X_{it}, v_i]}{\partial x_i} = \frac{\hat{\beta}_i}{(1 + \hat{\sigma}_v^2)^{1/2}} * \phi\left(\frac{\bar{X}'\hat{\beta}}{(1 + \hat{\sigma}_v^2)^{1/2}}\right) \quad (2.7)$$

Sin embargo, para calcular el efecto marginal de las variables independientes dicotómicas, no es apropiado aplicar la fórmula (2.7). Para estos casos, es necesario utilizar el cambio discreto en la probabilidad de infracción que se produce con el cambio de valor de la variable dicotómica, el cual se puede obtener de la siguiente fórmula:

$$Prob[D_{it}=1 | \bar{X}_{(h)}, h=1] - Prob[D_{it}=1 | \bar{X}_{(h)}, h=0] \quad (2.8)^{12}$$

2.3. Descripción de la Base de Datos

“a” puntos y “b” puntos para la cuadratura (Geweke; 1996). Este criterio será utilizado más adelante para evaluar si la estimación del modelo Probit siguiendo este procedimiento es adecuado. Véase la Nota 15.

¹¹. El efecto marginal es el impacto incremental que una variable explicativa tiene sobre la probabilidad de infracción.

¹². Esta nomenclatura quiere decir que el valor de las variables independientes, salvo la variable dicotómica que se va analizar “h”, se mantienen en su valor promedio, por lo que el cambio discreto se obtiene de tomar la diferencia de probabilidades cuando el valor de la variable “h” es igual a 1 y cuando el valor es cero.



Para la estimación del modelo se toma como referente de estudio el caso de las campañas de control de cantidad de combustibles realizadas por el OSINERG en los últimos tres años. Estas campañas tienen como objetivo supervisar el despacho de la cantidad exacta de combustibles que registran los surtidores en los distintos grifos y estaciones de servicio formales a nivel nacional. Para elaborar la base de datos, se recopiló la información sobre los resultados de las tres primeras campañas de control metrológico efectuadas por la Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos durante los años 2002 al 2004 a nivel nacional.

Las unidades fiscalizadas en este proceso fueron los grifos y estaciones de servicio a nivel nacional¹³. En síntesis, se supervisó aproximadamente la mitad de las mangueras en cada establecimiento encontrándose que en varios de ellos se despachaba una menor cantidad de combustible. Los controles se realizaron con una cobertura promedio aproximada de 72% del total de los establecimientos formales en todo el territorio nacional (unos poco más de 2,000 establecimientos), lo cual muestra la estrategia de incrementar al máximo el esfuerzo de fiscalización para disuadir a las empresas¹⁴.

La elaboración de la base de datos de panel demandó la utilización del número de registro que asigna la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) a cada establecimiento formal como identificador para fusionar los datos de los establecimientos

¹³. En detalle, los establecimientos supervisados fueron grifos, grifos rurales, grifos flotantes, estaciones de servicio de combustibles líquidos, estaciones de servicio que tienen instalados surtidores de GLP y gasocentros.

¹⁴. Para mayores detalles sobre esta campaña de supervisión, consúltense la Sección 5.1.

supervisados en cada uno de los controles. Luego de un proceso de depuración de observaciones omitidas y extremas (*outliers*) y control de registros, se determinó que sólo 1155 establecimientos fueron supervisados en los tres controles consecutivamente.

Por otro lado, los datos utilizados pasaron por un proceso de control de calidad y se realizó una evaluación de la consistencia entre las fuentes estadísticas disponibles, no encontrándose mayores problemas. Las variables que se utilizan para estimar el modelo son las siguientes:

- *fuera_rango*: es una variable dependiente dicotómica que indica si el establecimiento ha infringido o no la norma metrológica en al menos una manguera (1=infringe, 0=cumple).
- *Capacidad*: es la capacidad de almacenamiento del establecimiento medida en miles de galones. Es un indicador del tamaño y el volumen de ventas del establecimiento.
- *Antigüedad*: es el número de meses que ha estado en operación el establecimiento. Esta variable se ha construido a partir de la fecha de inscripción en el registro de grifos y estaciones de servicio que mantiene el MINEM.
- *Bandera*: es una variable dicotómica que indica si el grifo tiene una marca comercial o pertenece a una franquicia (como Shell, Texaco, Mobil, Pecsá, etc.) o es independiente (1=independiente, 0=abanderado con marca comercial).

- *Lima*: señala si el establecimiento se localiza en el radio urbano de las provincias de Lima.
- *Costa*: indica si el establecimiento se halla en alguna provincia localizada en la costa (excepto el departamento de Lima).
- *Sierra*: indica si el establecimiento se encuentra en alguna provincia de la sierra.
- *Selva*: señala si el establecimiento se encuentra en alguna provincia de la selva.

2.4. Resultados

El análisis preliminar de la base de datos demuestra que existe suficiente variabilidad tanto en la dimensión temporal (asociada a la evolución de los resultados de las supervisiones a lo largo del tiempo) como en la dimensión transversal (proveniente de las variaciones en las características de los establecimientos en cada punto del tiempo), para garantizar que las estimaciones sean robustas (véase el Cuadro N° 2.1). La desviación estándar asociada a la variabilidad intra-grupos (*within*) de las variables continuas (*capacidad, antigüedad*) señala que la información proveniente de la dimensión temporal es menor a la generada por la variabilidad entre-grupos (*between*), lo cual es razonable dado el mayor número de observaciones en esa dimensión (1155).

Del análisis preliminar de los datos se puede deducir que la capacidad de almacenamiento promedio de los grifos supervisados en las tres campañas es aproximadamente 20 mil galones, mientras que la antigüedad asociada al registro de la DGH asciende a casi tres años (35.4 meses). El 70% de los

establecimientos supervisados no pertenece a una marca reconocida o a una franquicia, es decir son independientes. La distribución de los establecimientos por dominio geográfico se haya concentrada principalmente en la costa del país donde la Provincia de Lima Metropolitana constituye un punto de aglomeración relevante (29.1% del total de establecimientos supervisados). La sierra y la selva constituyen zonas de distribución dispersa de los establecimientos (22.8% y 7.9%), los cuales se concentran principalmente en las capitales departamentales.

Cuadro N° 2.1
Principales estadísticos descriptivos de las variables de la base de datos

Variable	Media	Error Est.	Min	Max	Observaciones
Capacidad <i>Total</i>	20.477	12.322	1.200	104.500	N = 3465
<i>Entre grupos</i>		12.183			n = 1155
<i>Intra grupos</i>		1.867			T = 3
Antigüedad <i>Total</i>	35.474	25.063	0.033	101.400	N = 3465
<i>Entre grupos</i>		23.891			n = 1155
<i>Intra grupos</i>		7.596			T = 3
Bandera <i>Total</i>	0.704	0.457	0.000	1.000	N = 3465
<i>Entre grupos</i>		0.425			n = 1155
<i>Intra grupos</i>		0.168			T = 3
Lima <i>Total</i>	0.291	0.454	0.000	1.000	N = 3465
<i>Entre grupos</i>		0.454			n = 1155
<i>Intra grupos</i>		0.020			T = 3
Costa <i>Total</i>	0.319	0.466	0.000	1.000	N = 3465
<i>Entre grupos</i>		0.466			n = 1155
<i>Intra grupos</i>		0.000			T = 3
Sierra <i>Total</i>	0.228	0.419	0.000	1.000	N = 3465
<i>Entre grupos</i>		0.420			n = 1155
<i>Intra grupos</i>		0.000			T = 3
Selva <i>Total</i>	0.079	0.269	0.000	1.000	N = 3465
<i>Entre grupos</i>		0.255			n = 1155
<i>Intra grupos</i>		0.087			T = 3

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

A partir de estos datos, se estimó el modelo Probit para evaluar los factores que afectan la probabilidad de cometer las infracciones a la norma metrológica durante las campañas de control realizadas (véase la Cuadro N° 2.2).

Cuadro N° 2.2
Estimación del Modelo Probit

Variable	dy/dx	E. Estándar	z-estadístico	P> z	[95% Intervalo Conf.]		X
Capacidad (1)	-0.0018	0.0008	-2.2100 **	0.0270	-0.0034	-0.0002	20.4775
Antigüedad (1)	-0.0009	0.0004	-2.3700 **	0.0180	-0.0017	-0.0002	35.4743
Bandera (1)	0.0722	0.0195	3.7000 ***	0.0000	0.0339	0.1104	0.7039
Lima (2)	-0.0909	0.0325	-2.8000 ***	0.0050	-0.1546	-0.0272	0.2912
Costa (2)	-0.0772	0.0327	-2.3600 **	0.0180	-0.1413	-0.0132	0.3186
Sierra (2)	-0.0254	0.0349	-0.7300	0.4670	-0.0937	0.0430	0.2277
Selva (2)	0.0888	0.0458	1.9400 *	0.0520	-0.0009	0.1785	0.0788
Constante (3)	-0.3112	0.1192	-2.6100	0.0090	-0.5448	-0.0776	
$\log(\sigma^2_v)$	-1.9528	0.2928			-2.5268	-1.3789	
σ_v	0.3767	0.0552			0.2827	0.5019	
ρ	0.1242	0.0319			0.0740	0.2012	
No. Estaciones de Servicio			1155				
LR Chi2 (8)			80.18 ***				
Razón de Verosimilitud ($\rho = 0$)			16.46 ***				
Log - Likelihood			-2125.74				

(1) Los parámetros representan los efectos marginales de las variables sobre la probabilidad de detección, (2) los coeficientes representan el cambio discreto que la variable genera en la probabilidad de detección (3) la constante del modelo ha sido recogida de la estimación del modelo original, X es el valor promedio de la variable que se ha utilizado para los efectos marginales y los cambios discretos. "LR Chi2": Prueba de significancia conjunta de los parámetros del modelo. "z-estadístico" es el estadístico para evaluar la significancia individual de los parámetros. "Razón de Verosimilitud" es el estadístico para contrastar la hipótesis nula de que los efectos aleatorios no tienen impacto sobre la probabilidad de infracción.

* Significativa al 10%, ** significativa al 5%, *** significativa al 1%.

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Los resultados muestran que la especificación estadística del modelo es adecuada dado que el contraste de razón de verosimilitud señala que las características no observables de los establecimientos observados en el

panel de datos tienen un efecto sobre la probabilidad de infracción. No especificar el modelo de la forma señalada hubiera generado problemas de ineficiencia en la estimación de los parámetros llevando a errores de interpretación. Por otro lado, la prueba *LR Chi2* muestra que en conjunto las variables son significativas¹⁵.

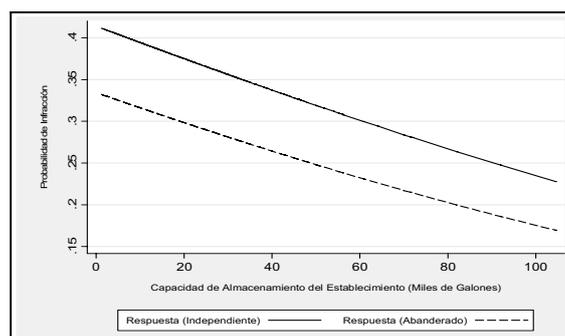
Por otro lado, se observa que tanto la capacidad de almacenamiento como la antigüedad del establecimiento tienen un efecto negativo sobre la probabilidad de infracción, lo cual es un indicio que los establecimientos de mayor tamaño y con mayor antigüedad tienen en promedio una menor propensión a infringir la norma metrológica. Un factor que incidiría de manera significativa en la ocurrencia de la infracción es si el establecimiento pertenece o no a una marca comercial o franquicia. El impacto de esta variable en la probabilidad de infracción es positivo, lo cual muestra que los establecimientos independientes tienen mayor probabilidad de infringir la norma que los establecimientos abanderados. Este hecho se debería al problema de la informalidad dado que es más probable que un grifo o estación de servicio independiente sea más propenso a realizar actividades informales y a infringir las normas.

Este efecto puede apreciarse mejor mediante el gráfico de la función de respuesta de probabilidad ante el hecho que la estación de servicio sea

¹⁵. Adicionalmente se realizó una prueba para evaluar si el método de cuadratura resulta apropiado para realizar la estimación. Esta prueba consiste en estimar el modelo con 8, 12 (valor utilizado por defecto) y 16 puntos de cuadratura y comparar las diferencias absolutas y relativas de los parámetros. Lo que se encuentre al realizar este procedimiento es que en promedio las diferencias entre los parámetros ascienden solamente a 0.001%, lo cual señala que los parámetros son estables ante el cambio en el número de cuadratura y que por lo tanto el procedimiento es apropiado. Otro indicio de este resultado se halla asociado al valor de *rho* que es igual a 0.124 para el modelo estimado. Como se mencionó anteriormente, la literatura empírica señala que para valores menores a 0.3 es posible estimar el modelo Probit hasta con 500 observaciones temporales.

abanderada o independiente. En el Gráfico N° 2.1 se presenta el cambio de la función de respuesta de probabilidad en relación a la capacidad de almacenamiento del establecimiento. Como puede observarse, a medida que el tamaño del establecimiento aumenta, la probabilidad de infracción tiende a reducirse, pero el hecho que el grifo o estación de servicio sea independiente provoca un aumento significativo en la probabilidad de la infracción.

Gráfico N° 2.1
Funciones de Respuesta de Probabilidad de Infracción



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

En relación a las variables de dominio geográfico, se observa que su impacto sobre la probabilidad de infracción es diferente en cada zona. El hecho que un grifo se localice en Lima Metropolitana y en la Costa reduce en promedio la propensión a infringir la norma. El efecto de la localización en la Sierra no resulta significativo para afectar la probabilidad de infracción ($p\text{-value} = 0.472$). En cambio, la ubicación en la selva incrementa la probabilidad de infracción de manera significativa.

En relación a las predicciones del modelo, la probabilidad promedio de detectar un establecimiento en falta es de 31%. En este caso, el rango de probabilidad varía entre un valor mínimo de 12% y un valor máximo de 54%, lo cual indica que mediante la aplicación de medidas de supervisión y control sería posible reducir el número de incumplimientos a un nivel natural de 12% mientras que si no se implementara el control, el número de incumplimientos ascendería a 54% en todo el país (véase la Cuadro N° 2.3).

Cuadro N° 2.3
Estimación de la Probabilidad Promedio de Infracción

	Valor Medio	E. Estándar	Min	Max	Observaciones
<i>Total</i>	31%	0.0798	12%	54%	N = 3465
<i>Entre grupos</i>		0.0779	14%	54%	n = 1155
<i>Intra grupos</i>		0.0174	18%	38%	T = 3

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Este resultado es consistente con los hallazgos obtenidos en las campañas de control metrológico en el Perú, en donde se observó que durante la primera supervisión el 56% de los establecimientos se hallaba en falta, mientras que con el incremento del esfuerzo de fiscalización este valor se redujo a 29% y 17% en el segundo y tercer control respectivamente.

Es posible, a partir de los resultados del modelo, inferir algunas lecciones:

- El diseño muestral es un punto fundamental para la política de supervisión dado que de éste depende la cobertura geográfica y el alcance que las fiscalizaciones pueden tener sobre los

administrados. Este hecho se pone de manifiesto si se observa que la probabilidad de infracción varía de manera distinta en los diferentes dominios geográficos, tal como se muestra en el Cuadro N° 2.2. Entonces, se debería emplear un muestreo de tipo estratificado por dominio geográfico para provocar que la supervisión sea más efectiva para reducir la probabilidad de infracción. A su vez, se debería plantear que el muestreo considerase un segundo nivel de estratificación al interior de los grandes dominios con el objeto de reducir el error estadístico y la dispersión asociada al proceso de inferencia a partir de los datos. Estos temas de muestreo serán desarrollados en la siguiente sección.

- La evidencia señala que es más probable que establecimientos de menor tamaño y no asociados a marcas comerciales o franquicias incumplan con la normativa. Por ello, la supervisión debe ser más incisiva en los establecimientos independientes de menor escala.

Hasta este punto se ha discutido, en base a los desarrollos planteados en la literatura especializada, sobre la racionalidad detrás del comportamiento infractor de las normas que manifiestan los agentes económicos, encontrándose que aquellos, en general, actúan como se realizaran un análisis costo-beneficio *ex – ante* la infracción de las normas. En otras palabras, los agentes evaluarían los beneficios y los costos de sus actos antes de decidir si infringen o no la ley. La evidencia mostrada en el estudio empírico para el caso de los grifos y estaciones de servicio sustenta esta hipótesis, poniendo de manifiesto además que las características de los

agentes y su localización geográfica tienen también un efecto sobre la probabilidad de infringir la ley.

Este resultado constituye el punto de partida para el diseño de un nuevo esquema de supervisión para el sector hidrocarburos, el cual se encuentre sustentado en la disuasión de las infracciones por medio del uso de instrumentos sancionadores basado en criterios económicos y estadísticos. Por ello, en la siguiente sección se realizará una discusión sobre el nuevo marco para la supervisión y fiscalización del sector hidrocarburos.

3. Nuevo Enfoque para la Supervisión del Sector Hidrocarburos

De acuerdo a este enfoque el Estado, a través del uso de agentes públicos¹⁶ que tienen por misión detectar y sancionar a los infractores de las leyes y normas establecidas, puede inducir mediante el uso de sanciones o penalidades¹⁷ a que los agentes que conforman la sociedad (desde los individuos hasta las empresas) se comporten respetando y cumpliendo las disposiciones legales. Es decir, el objeto de estudio de esta Teoría es analizar cómo el Estado utiliza sus medios de coerción¹⁸ para regular la conducta de los ciudadanos, las empresas y hasta las mismas instituciones estatales.

De esta forma, la intervención estatal busca corregir todos aquellos comportamientos que violan las normas establecidas y que pueden afectar a otros miembros de la sociedad mediante el ejercicio de la disuasión, a través

¹⁶. Como por ejemplo inspectores, auditores, policías y fiscalizadores.

¹⁷. Estas penalidades pueden ser de carácter pecuniario, de privación de la libertad, confiscación de bienes, etc.

¹⁸. Por ejemplo a través de las agencias supervisoras como el OSINERG, órganos de control como la Contraloría General de la República, el Poder Judicial, entre otros.



del empleo de instrumentos sancionadores como las multas o penalidades de diversos tipos. De esta manera, las medidas de ejecución de las normas que el Estado implementa disuaden a los agentes de cometer las infracciones, haciendo posible la internalización de los costos de sus acciones.

La justificación de la intervención estatal mediante políticas de ejecución de las leyes halla sustento porque existe una falta de incentivos por parte de los agentes privados para respetar las normas dado que ellos pueden obtener mayores beneficios económicos violándolas que cumpliéndolas. En este sentido, los agentes pueden adoptar conductas oportunistas para obtener el máximo provecho burlando la legislación y no tomando en cuenta los daños y perjuicios que sus actividades causan al resto de la sociedad.

Otro factor que justifica la intervención estatal es que la implementación de mecanismos de ejecución de las normas por parte del sector privado (*Private Enforcement of Law*) no resultaría efectiva para controlar la conducta de los agentes privados debido a los problemas que pueden surgir en el proceso de identificación de los infractores en un contexto donde la información es imperfecta y donde no es posible que una agencia privada pueda explotar todos los beneficios por el uso de los sistemas de información y fiscalización, dadas sus características de bien público y de monopolio natural¹⁹. Por último, una agencia privada no podría tener poder

¹⁹. Una característica de los bienes públicos es que son no excluibles, es decir, no se puede evitar que un usuario lo consuma haciéndose imposible racionar su consumo. Esta particularidad provoca que un agente privado no pueda apropiarse de todos los beneficios que genera ya que otros agentes pueden aprovecharse de su consumo. En el caso de los sistemas de supervisión y fiscalización, una vez implementados, toda la sociedad se beneficia de su aplicación ya que permiten reducir las infracciones a las normas que les generan perjuicios (se reduce el crimen, la contaminación ambiental, etc.), haciendo imposible que una entidad privada pueda ser rentable en la administración de estos sistemas al no poder cobrar tarifas a todo el universo de beneficiarios. Por otro lado, las características tecnológicas (presencia de





para hacer cumplir las leyes dado que no cuenta con la fuerza pública de coerción (fuerzas policiales o militares) con que el Estado sí cuenta.

Por ejemplo, en el caso de la supervisión en el sector hidrocarburos, las políticas de ejecución de las normas que lleva a cabo un Organismo Supervisor Sectorial Estatal mediante el empleo de multas pecuniarias pueden inducir a que las empresas inviertan lo necesario en el mantenimiento de los surtidores e instalaciones conexas para proveer la cantidad exacta de combustibles, inviertan en sistemas de seguridad más eficaces, entre otras medidas.

En este contexto, la Teoría puede dar respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿Qué tipo de sanción debe aplicar el Organismo Supervisor por las infracciones a las normas que regulan las actividades en el sector hidrocarburos?
- ¿Cuántos recursos de la sociedad deben destinarse para detectar a los infractores?
- ¿Qué variables determinan el valor de las multas? ¿Cuáles deben ser los montos de las multas administrativas?

economías de escala) de estos sistemas determinan que su administración se dé en condiciones de monopolio natural, por lo que no es eficiente en términos económicos que exista más de una entidad administrando estos sistemas. Estas dos características constituyen lo que tradicionalmente se conoce como fallas de mercado y justifican la intervención del Estado para su administración (véase Becker; 1968, así como Polinsky y Shavell; 2000).



- ¿Debe incrementarse el valor de las multas y de las sanciones como los cierres o el comiso de bienes para reflejar los costos sociales de penalizar a los infractores?
- ¿Cómo se pueden incorporar los atenuantes en el cálculo de las multas?

Con el objeto de dar respuesta a estas interrogantes, en las siguientes secciones se presentará un marco general para definir los criterios de aplicación de las multas y las variables que deben conformarlas. Para delimitar el análisis de aquí en adelante, se estudiará el papel de un Organismo Supervisor en la regulación de la conducta de las empresas que operan en el sector hidrocarburos, a través de la aplicación de sanciones pecuniarias (como las multas) y no pecuniarias (como la clausura de establecimiento y la suspensión definitiva de actividades) de carácter administrativo.

3.1. Supuestos Generales

Se asumen los siguientes supuestos:

- Se supone que las empresas pueden obtener un beneficio económico al cometer una infracción.
- El Organismo Supervisor puede detectar la infracción con cierta probabilidad y luego imponerle como sanción una multa administrativa (M) o el cierre de sus actividades durante un período de tiempo (t).

- La estación de servicio cometerá la infracción sólo si los beneficios de incumplir la norma metrológica son mayores a los beneficios de cumplirla, es decir:

$$B_I(A_1, p) > B_{NI}(A_o, p) \quad (3.1)$$

El beneficio de infringir (B_I) depende del nivel de actividad de la empresa (A) y de la probabilidad de que el Organismo Supervisor detecte a la empresa infractora (p).

- La empresa es neutral al riesgo, es decir, es indiferente ante las pérdidas económicas que implica la multa administrativa con la cual puede ser sancionada por el Organismo Supervisor (con cierta probabilidad p).

Si la empresa es descubierta infringiendo las normas, será sancionada dependiendo del criterio de imposición de multas que el Organismo Supervisor tenga. En general, hay dos posibilidades:

- Regla *per sé*: por la cual se sanciona una infracción por el sólo hecho de infringir determinada disposición, siendo una medida de responsabilidad estricta (*strict liability*).
- Regla de la Razón: por la cual se sanciona si es que el Organismo Supervisor determina que la infracción es socialmente indeseable mediante medios probatorios que requieren análisis y la aplicación de juicios de valor. Es decir, es un criterio basado en la

negligencia²⁰ puesto que sólo se establecería cuando se observa que el infractor no ha tomado el nivel adecuado de cuidado para evitar cometer la falta (*fault based liability*).

Bajo el criterio de la Regla *per sé*, una empresa neutral al riesgo encontrará conveniente infringir sólo si el beneficio de no cumplir las normas supera el valor de la multa esperada que el Organismo Supervisor le puede aplicar²¹.

De otro lado, bajo el criterio de la Regla de la Razón, la empresa que infringe las normas será hallada en falta si el Organismo Supervisor determina que ésta es perjudicial para la sociedad. Ello requerirá que este organismo establezca una línea de base de comparación mediante el uso de juicios de valor que hasta cierto punto pueden ser arbitrarios.

Además, este criterio demandará al Organismo Supervisor observar y supervisar minuciosamente las ganancias generadas por las infracciones. Debido a la complejidad de utilizar este criterio en términos absolutos, el análisis se basará en la utilización del primero.

3.2. El Bienestar Social: El Modelo de Polinsky y Shavell (2000)

Dado que el Organismo Supervisor tiene como objetivo defender los intereses sociales de los usuarios, y en general de la población, la multa administrativa se constituye en su principal instrumento sancionador para

²⁰. De acuerdo a Polinsky y Shavell (1994), la negligencia es definida como el caso en que el individuo comete el acto aún cuando el daño observado es mayor a la ganancia observada.

²¹. En este sentido, la sanción esperada se constituye en el costo impuesto por el Organismo Supervisor a la empresa infractora, la cual opera como un incentivo económico que la disuade de violar las normas.

mejorar el bienestar de la sociedad²² en un contexto donde ocurren infracciones a las normas. Por otro lado, el Organismo Supervisor puede utilizar instrumentos sancionadores no pecuniarios como la suspensión temporal o permanente de las actividades de las empresas infractoras, el comiso de sus bienes, etc.

El beneficio esperado de una empresa en el sector hidrocarburos dependerá de si ésta infringe las normas, de si ésta es sancionada, de los costos en los que incurre el Organismo Supervisor para sancionarla (los cuales reflejan los recursos que la sociedad sacrifica para que la autoridad administrativa ejecute las normas vigentes), y el valor de la multa o la sanción no pecuniaria. Si las empresas son neutrales al riesgo, el bienestar social puede ser expresado como la suma de las ganancias individuales obtenidas por despachar combustible fuera de los rangos permisibles, menos el valor neto de los daños generados a la sociedad y los costos del sistema administrativo de ejecución de las normas.

Supóngase que las empresas difieren en las ganancias que ellas obtienen por infringir las normas. Existirá entonces un nivel \tilde{B} de beneficios crítico para las empresas por encima del cual infringirán la norma si sus ganancias son superiores a este nivel, caso contrario será disuadida de hacerlo. El beneficio crítico dependerá de la probabilidad de detección de las infracciones, del valor de las sanciones y de su criterio de imposición (el cual se ha asumido como la Regla *per sé* para los propósitos de este documento). Con el objetivo de formalizar el problema, se definen las siguientes variables:

²². En términos económicos, el bienestar se define como la suma de todos los beneficios esperados de todos los agentes involucrados.

- $f(B)$ Función de densidad estadística de los beneficios que obtienen las empresas por infringir. Refleja el hecho de que las empresas difieren en los beneficios que obtienen al violar las normas.
- $F(B)$ Distribución estadística de los beneficios.
- \tilde{B} Beneficio Crítico.
- D Daño generado a la sociedad como consecuencia de la infracción a las normas.
- e Costos en los que incurre el Organismo Supervisor (costos de supervisión) para ejecutar la supervisión.
- $P(e)$ Probabilidad de detección de las empresas infractoras. Depende de cuántos recursos (e) destina el Organismo Supervisor a los procesos de supervisión.
- M Multa Administrativa.
- k Costos administrativos en los que incurre el Organismo Supervisor para aplicar las sanciones.
- q Probabilidad de que la sanción sea impuesta luego de un proceso posterior a la detección de la infracción (proceso judicial, por ejemplo).

- λ Pérdidas privadas o desutilidad por unidad de tiempo que las empresas enfrentan si sus actividades son suspendidas (p.e. clausura o cierre de los establecimientos).
- t Es el tiempo que dura la suspensión de actividades de las empresas.
- α Costo administrativo por unidad de tiempo que asume el Organismo Supervisor cuando suspende las actividades de una empresa.

La probabilidad de que la empresa afronte y pague la sanción es pq , por lo que el costo esperado de imponer las sanciones para el Organismo Supervisor es:

$$pq\alpha + pqk \quad (3.2)$$

El primer término refleja que con probabilidad pq el Organismo Supervisor incurrirá en los costos asociados al cierre o clausura de los establecimientos por un período t , mientras que con probabilidad pq el Organismo Supervisor incurrirá en los costos de la aplicación en sí de la sanción luego, por ejemplo, de un proceso en el Poder Judicial. En total, el perjuicio agregado a la sociedad es la suma del valor del daño y los costos asociados a la actividad del Organismo Supervisor:

$$D + pq\lambda t + pq\alpha t + pqk \quad (3.3)$$

Dado que la sociedad debe asignar el valor e para hacer cumplir las normas a través del Organismo Supervisor, este gasto constituye una pérdida de recursos para la sociedad, por lo cual reduce el bienestar de la sociedad.

3.3. El problema del Organismo Supervisor

Si se asume que es posible valorar el daño de manera monetaria y se normaliza el universo de empresas supervisadas a la unidad, el bienestar de la sociedad puede escribirse en términos matemáticos como sigue:

$$W(e, M, t) = \underbrace{\int_B^{\infty} B f(B) dB}_{\text{Beneficio esperado agregado}} - \underbrace{[1 - F(\tilde{B})] \{D + p(e)q[t(\lambda + \alpha) + k]\}}_{\text{Daño esperado agregado}} - \underbrace{e}_{\text{Costo del sistema}} \quad (3.4)$$

Beneficio esperado agregado obtenido por las empresas que infringen las normas. Se obtiene al aplicar la suma continua (integral) de los beneficios esperados de las empresas

Daño esperado agregado por las actividades de las empresas que incluyen los costos administrativos de aplicar las sanciones, el daño a la sociedad y las pérdidas ocasionadas por la suspensión de las actividades de las empresas.

Costo del sistema administrativo de ejecución de las normas.

Donde $\tilde{B} = p(e)q(M + \lambda t)$, lo cual implica que el beneficio crítico para la empresa infractora debe ser igual al valor de la multa esperada más el valor esperado de la pérdida privada asociada a la suspensión de actividades. El Organismo Supervisor debe resolver el problema de maximizar el bienestar de la sociedad eligiendo de manera óptima los instrumentos con los que cuenta para hacer cumplir las normas en el sector hidrocarburos, es decir el esfuerzo de fiscalización (e), la multa administrativa (M), y el tiempo de suspensión de actividades (t). En términos matemáticos:



$$\underset{(e, M, t)}{\text{Max}} W(e, M, t) \quad (3.5)$$

Calculando las derivadas de la expresión (3.5) y aplicando la Regla de Leibniz²³ se obtiene que:

$$\frac{\partial W}{\partial M} = f(\tilde{B}) p^2 q^2 \left[\frac{D}{pq} + \alpha t + k - M \right] \quad (3.5.1)$$

$$\frac{\partial W}{\partial t} = pq f(\tilde{B}) \left\{ pq \left[\frac{D}{pq} + \alpha t + k - M \right] - \left[\frac{1-F(\tilde{B})}{f(\tilde{B})} \right] (\lambda + \alpha) \right\} \quad (3.5.2)$$

Esta expresión puede ser expresada como sigue:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \lambda \frac{\partial W}{\partial M} - [1-F(\tilde{B})] pq (\lambda + \alpha) \quad (3.5.3)$$

$$\frac{\partial W}{\partial e} = p(e)q \left\{ f(\tilde{B}) pq (M + \lambda t) \left(\frac{D}{pq} + \alpha t + k - M \right) - [1-F(\tilde{B})] [t(\lambda + \alpha) + k] \right\} - 1 \quad (3.5.4)$$

La expresión (3.5.1) señala que cuando el Organismo Supervisor utiliza la multa como instrumento sancionador en el sector hidrocarburos el bienestar de la sociedad se incrementa siempre que la multa sea menor a la suma del

²³. La Regla de Leibniz es una generalización del Teorema Fundamental del Cálculo, la cual se expresa como sigue:

$$\frac{d}{dz} \int_{a(z)}^{b(z)} f(x, z) dx = \int_{a(z)}^{b(z)} \frac{\delta f}{\delta z} dx + f(b(z), z) \frac{\delta b}{\delta z} - f(a(z), z) \frac{\delta a}{\delta z}$$



daño (dividido entre la probabilidad de aplicación de la sanción) y los costos administrativos.

El valor óptimo de la multa se obtiene cuando M es igual a la suma señalada, donde $\partial W / \partial M = 0$. Por otro lado, puede notarse que si la multa es mucho más elevada respecto al daño y los costos administrativos, el efecto sobre el bienestar será negativo ($\partial W / \partial M < 0$). Ello quiere decir que multas excesivamente grandes pueden no tener un efecto disuasivo en las empresas infractoras, sobre todo si el valor de las multas excede su dotación de riqueza (Polinsky y Shavell; 2000).

La utilización de la suspensión de actividades t como instrumento para disuadir el comportamiento negligente en el sector hidrocarburos puede ser relevante en un contexto donde las multas no son suficientes para disuadir los comportamientos delictivos. No obstante, existen condiciones para la óptima utilización de este instrumento:

- En el caso en que la utilización de la multa M y el esfuerzo de fiscalización e son suficientes para disuadir el comportamiento negligente de las empresas, es conveniente considerar a estos instrumentos como los relevantes para la política de sanciones. Ello se deriva de la condición (3.5.3) donde si el valor de la multa se encuentra cerca del valor óptimo, el efecto del uso de la suspensión de actividades sobre el bienestar tiende a ser negativo²⁴, por lo que el valor óptimo de este instrumento debería

²⁴. En términos matemáticos, si el valor de la multa se encuentra en el vecindario de M^* , entonces $\partial W / \partial t < 0$ por lo que el valor óptimo para $t^* = 0$.

fijarse en cero en estas situaciones ($t^* = 0$). Por ejemplo, en el caso del sector hidrocarburos la aplicación de multas para sancionar los incumplimientos a las normas puede ser óptima en el caso de infracciones iniciales (sin reincidencia) al control de la cantidad de combustibles en estaciones de servicio, al control de la calidad de combustibles, al control de las existencias de combustibles medias y mínimas en plantas de abastecimiento, entre otros.

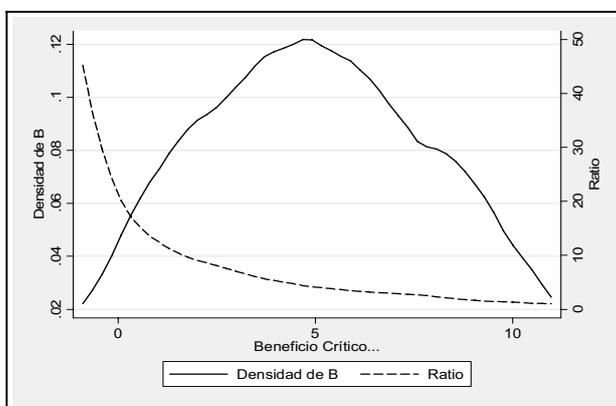
- Cuando el valor del beneficio crítico tiende a ser mayor y el valor de los daños es grande, el efecto sobre el bienestar de la suspensión de las actividades de las empresas infractoras resulta positivo, lo cual se desprende del análisis de la expresión (3.5.2) y del Gráfico N° 3.1 donde se ilustra una simulación²⁵ de la función de densidad de los beneficios ilícitos $f(\tilde{B})$ y de la función $[1-F(\tilde{B})]/f(\tilde{B})$ (en el gráfico, esta variable se denomina *ratio*²⁶). Como puede observarse en la figura, a medida que el beneficio crítico crece la variable *ratio* tiende a reducirse al mínimo por lo que el segundo componente de la expresión (3.5.2) se reduce. En esta situación, si el valor del daño D derivado de las infracciones es muy grande, entonces el bienestar social mejora con la

²⁵. La simulación de la función de densidad de los beneficios ha partido de la generación de la variable \tilde{B} a partir de replicaciones de una variable aleatoria con distribución uniforme, para la cual se ha obtenido el estimador *kernel* no paramétrico de la función de densidad $f(\tilde{B})$. La función acumulada $F(\tilde{B})$ se obtuvo de la integración numérica sobre el dominio relevante de la función de densidad.

²⁶. Esta variable puede interpretarse como un indicador de la propensión a cometer las infracciones dado que se conoce \tilde{B} . Se puede entender esta variable también como un indicador del riesgo de que la empresa cometa la infracción. A esta variable en Estadística se le conoce como el *ratio de Mills*.

aplicación del cierre de los establecimientos de las empresas infractoras ($\partial W / \partial t > 0$)²⁷.

Gráfico N° 3.1
Simulación de la función de densidad de los beneficios ilícitos y el riesgo de cometer la infracción dado el beneficio crítico



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

En la práctica, la aplicación de la suspensión temporal de actividades es también conveniente cuando existe reincidencia en el incumplimiento de las normas por parte de las empresas (Polinsky y Shavell; 1982). Por ejemplo, ello es óptimo en la reincidencia de infracciones en el caso del control metrológico o el

²⁷. Cuando hay reincidencia en las infracciones, la aplicación de multas administrativas deja de ser óptima dado que se requeriría una multa muy elevada para disuadir la reincidencia de los incumplimientos, por ejemplo cuando el daño es muy grande (este inconveniente se vuelve más notorio si las empresas enfrentan limitaciones de riqueza). Ello hace que el beneficio crítico tienda a ser mayor $\tilde{B} = p(e)q(M + \lambda t)$, suponiendo que el esfuerzo de fiscalización se mantiene constante. Asimismo, la reiteración de las infracciones produce mayores daños a la sociedad por lo que probablemente la suspensión de actividades tenga un efecto más disuasivo de estos comportamientos y provoque un incremento en el bienestar social.

control de calidad, la supervisión de existencias medias y mínimas), o cuando las infracciones pueden generar elevados daños sociales.

- Si es muy poco probable que se pueda aplicar una sanción (es decir, $q \rightarrow 0$), la suspensión de actividades de las empresas infractoras mejorará el bienestar social. Por ejemplo, esta situación se produciría cuando se detecta a los grifos informales comercializando combustibles líquidos. En estos casos, la probabilidad de que se le imponga a un establecimiento informal una sanción monetaria o la suspensión temporal de actividades no procede debido a que *per sé* se debe clausurar el establecimiento indefinidamente, a menos que se inicie un proceso de formalización²⁸.
- De acuerdo a Polinsky y Shavell (1982), es siempre óptimo utilizar primero una sanción monetaria hasta que deje de ser disuasiva, en cuyo caso será óptimo utilizar la suspensión de actividades u otra penalización no monetaria como sanción. La razón para esto es simplemente que la multa es un medio para hacer cumplir las

²⁸. La suspensión definitiva de las actividades de las empresas infractoras en los casos de informalidad por ejemplo es un resultado óptimo. Ello se deduce de analizar el valor óptimo de t cuando el valor de q tiende a cero:

$$t^* = \frac{1}{\alpha} \left\{ M - k + \frac{1}{pq} \left[\frac{1 - F(\tilde{B})}{f(\tilde{B})} \right] \left(\frac{\lambda + \alpha}{\lambda} \right) - D \right\}$$

Es fácil demostrar que:

$$\lim_{q \rightarrow 0} t^* = \infty$$

Por ello, sería óptimo cerrar permanentemente los establecimientos informales.

normas menos costoso en términos sociales (debido a que sólo implica una transferencia de recursos entre el Organismo Supervisor y las empresas administradas) que la suspensión de actividades de los establecimientos de las empresas (la cual implica el empleo de la policía y de la fiscalía para llevar a cabo los cierres de establecimientos, el almacenamiento de los productos comisados, entre otros factores).

De otro lado, la condición (3.5.4) sugiere la idea que existe un grado de sustitución entre el uso de las multas y el esfuerzo de fiscalización. En otras palabras, si se aumenta e , es posible mantener un nivel de bienestar dado disminuyendo el valor de la multa M y viceversa. La estrategia de utilizar intensivamente el esfuerzo de fiscalización para reducir el número de infracciones ha sido aplicada, por ejemplo, en el control de la cantidad y calidad de combustibles líquidos en estaciones de servicio que realiza el OSINERG desde el año 2003. En esta campaña, se procuró incrementar al máximo el esfuerzo de fiscalización, con el objeto de que la probabilidad de detectar estaciones de servicio en falta sea uno. Como se verá más adelante, ello ha inducido a una reducción importante en el número de infracciones por este concepto a lo largo del tiempo.

Esta relación puede ser mejor observada si se asume que la probabilidad de detección $p(e)$ y el tiempo de suspensión de actividades están fijos en un horizonte corto de tiempo²⁹. Puede mostrarse igualando la expresión (3.5.1) a cero que la multa óptima M^* es:

²⁹. En este sentido, la probabilidad de detección será constante para el período relevante de análisis.

$$M^* = \frac{D}{p(e)q} + t\alpha + k \quad (3.6)$$

De esta manera, la multa óptima depende del valor del daño generado a los consumidores por las infracciones a las normas que cometen las empresas del sector hidrocarburos D , los distintos costos administrativos (α y k) y de las probabilidades de detección y de éxito de aplicar la sanción (p y q). Teniendo en cuenta las peculiaridades de las actividades de supervisión en el sector hidrocarburos que el Organismo Supervisor lleva a cabo, los resultados del análisis del modelo sugieren los siguientes planteamientos:

- Debe destacarse que un Organismo Supervisor como el OSINERG, que recibe aportes por regulación de las propias empresas supervisadas para la realización de sus tareas de fiscalización, no debería considerar los costos administrativos en sus sanciones ni la probabilidad de que se imponga la multa luego del proceso posterior a la detección, dado que las empresas ya estarían incurriendo en la cobertura de estos costos mediante el pago de sus aportaciones. Por lo tanto se tendría que: $k = 0$.
- La multa óptima no necesariamente es consistente con la disuasión. Si los costos totales (costos administrativos y el daño) generados por la infracción son menores que el beneficio de la empresa infractora, el monto óptimo de la multa no será disuasivo. Este resultado puede ir en contra de la naturaleza de las actividades del Organismo Supervisor si el objeto es reducir al mínimo las infracciones mediante el ejercicio de la disuasión.

- Por otro lado, Polinsky y Shavell (1994) señalan que si la multa se basa en el daño producido por la infracción y si la agencia reguladora comete errores en la estimación de los valores monetarios del daño y los beneficios ilícitos, podría ser económicamente rentable cometer las infracciones si los beneficios esperados exceden los costos probables (incluyendo el daño). En este sentido, la aplicación de la multa basada en la responsabilidad asociada al daño, que constituye la solución de primer mejor para desincentivar la ocurrencia de infracciones, sería poco disuasiva. En este tipo de contexto, los autores señalan que es preferible la utilización de la solución de segundo mejor, es decir el criterio de responsabilidad por la ganancia, para generar los incentivos suficientes que disuadan a las empresas de cometer las infracciones.

- Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, así como la naturaleza de las actividades del OSINERG y el objetivo de disuadir el incumplimiento de los reglamentos que están vigentes a la fecha en el sector hidrocarburos, es necesario modificar la regla anterior considerando el beneficio privado de la infracción en lugar del daño social generado por ella. Específicamente, considerando un contexto donde no es conveniente la suspensión de actividades ($t = 0$), un beneficio derivado de la infracción B , un esfuerzo de fiscalización fijo \bar{e} y una probabilidad de detección $p(\bar{e})$, la multa disuasiva puede ser aproximada, a partir de la expresión (3.6), de la siguiente forma:

$$M^* = \frac{B}{p(\bar{e})q} \quad (3.7)$$

- En el caso donde el daño y los costos administrativos sean mayores que el beneficio ilícito, la multa propuesta es apropiada porque no resulta excesiva. En otras palabras, para que el Organismo Supervisor sea disuasivo sólo necesita aplicar sanciones que hagan que cometer infracciones no sea una actividad lucrativa para las empresas infractoras. Una multa basada en el daño cuando éste es muy grande puede ser excesivamente disuasiva (sobre todo si la empresa infractora enfrenta restricciones de riqueza o existen reiteraciones en las infracciones). En estos casos resultaría conveniente utilizar la suspensión de actividades como la sanción a aplicar.
- Debe señalarse que se asume que los infractores son neutrales al riesgo. Cuando el infractor es más bien tomador de riesgos, una sanción proporcional al beneficio puede ser insuficiente por lo que puede ser más apropiado escoger un valor entre el beneficio y el daño (caso especialmente relevante cuando $B < D$), o simplemente lo suficientemente superior al beneficio (relevante cuando $B > D$).
- En un contexto donde se parte de un sistema de supervisión inadecuado, con un bajo esfuerzo de fiscalización y la no aplicación de multas, es factible mejorar el bienestar social empleando ambos instrumentos. En una etapa inicial es posible utilizar al máximo el esfuerzo de fiscalización para aumentar la probabilidad de detección a un valor cercano a uno y con ello

obtener una reducción en el número de incumplimientos. Cuando se han logrado obtener ciertos resultados iniciales, es posible utilizar de manera óptima la relación de sustitución entre los instrumentos. De esta manera, cuando el esfuerzo de supervisión ya no puede aumentar la probabilidad de detección y éste no es suficiente para disuadir los comportamientos ilícitos de las empresas, es adecuado incrementar el monto de las multas.

- Al igual que en el caso de la supervisión de la calidad del servicio eléctrico, el uso apropiado de las estadísticas puede potenciar los sistemas de supervisión en el sector hidrocarburos, mejorando la obtención de resultados para un esfuerzo de fiscalización y de las multas, manteniendo un nivel de esfuerzo de fiscalización de multas dado (véase Dammert, Gallardo y Quiso; 2005).

4. Sistemas de Supervisión

En la sección anterior se presentó formalmente el nuevo enfoque que viene empleando el Organismo Supervisor para fiscalizar y supervisar las actividades de las empresas del sector hidrocarburos de manera más eficiente. Asumiendo que las empresas toman sus decisiones en base a una racionalidad económica, este nuevo enfoque plantea que el Organismo Supervisor haga uso de sus mecanismos de mandato y control, como las multas, para sancionar a las empresas infractoras de manera que las inhiban a cometer actos ilícitos. Así, la lógica detrás de la determinación de las sanciones óptimas está vinculada al análisis costo-beneficio que realizan las empresas al momento de decidir si infringen o no la ley, tal como se ha explicado en la sección anterior. Utilizar este principio en el análisis

económico de la disuasión permite obtener la ecuación (3.7) como fórmula general para el cálculo de multas.

De acuerdo a esta ecuación, el Organismo Supervisor sólo tiene injerencia sobre el nivel de esfuerzo que emplee para llevar a cabo este proceso de fiscalización, por lo cual deberá diseñar un plan de fiscalización y supervisión que optimice estos niveles de esfuerzo. Así, si tuviese que elegir entre una serie de planes con resultados similares, escogerá aquel que minimice sus niveles de esfuerzo relacionados a su vez a menores costos de supervisión.

Por ello, en esta sección se analizarán los aspectos que el Organismo Supervisor debe tomar en cuenta para elaborar planes de supervisión y fiscalización eficientes. Para ello se discutirá sobre los problemas que plantea la supervisión del sector hidrocarburos y a partir de este análisis se plantean las estrategias que pueden emplearse para lograr el cumplimiento de las normas sectoriales.

4.1. Problemas de la supervisión

Con el objetivo de explotar al máximo la capacidad disuasiva de un esquema de sanciones óptimo, es necesario implementar un sistema de supervisión que optimice el uso de recursos y la aplicación del esfuerzo de fiscalización de la agencia reguladora. Sin embargo, la implementación de este sistema está sujeta a algunas dificultades:

- Restricciones presupuestarias: el Organismo Supervisor cuenta con un presupuesto limitado, el cual restringe el nivel de esfuerzo que se puede aplicar en la fiscalización.
- Ámbito de supervisión: Cuando las unidades sujetas a supervisión se distribuyen sobre un territorio amplio y con accidentes geográficos, pueden producirse problemas para el acceso de los supervisores a las zonas donde se localizan los agentes a fiscalizar, lo cual puede elevar los costos de la supervisión.
- Tipo de agente: los supervisores deben poseer competencias específicas de acuerdo al agente a supervisar para poder realizar su labor fiscalizadora eficazmente.
- Restricciones de tiempo: un plan de supervisión deberá tomar en cuenta, tanto el tiempo que toma a los supervisores para trasladarse de una empresa a otra, como los relacionados a los tiempos adecuados para que se pueda realizar la fiscalización in-situ, que dependerá en gran medida del entorno climatológico que presenta el área en donde se encuentra la unidad a supervisar.
- Acceso a la información: el organismo supervisor se enfrentará a un entorno con información incompleta debido a que los infractores no brindarán información acerca de sus faltas.

4.2. Estrategia del Organismo Supervisor

Tomando en cuenta los problemas asociados a los sistemas de supervisión, el Organismo Supervisor buscará hacer un uso eficiente de sus métodos coercitivos para inhibir comportamientos que infrinjan la ley implementando un esquema de supervisión efectivo basado en la racionalización del esfuerzo fiscalizador, la ejecución de una fiscalización por resultados y la aplicación consistente de sanciones disuasivas. De esta manera, el diseño de un plan de supervisión deberá considerar los siguientes puntos:

- Marco legal: existen normas sectoriales explícitas que las empresas sujetas a supervisión y fiscalización deben cumplir. Cualquier falta a estas normas conducirá a una imposición automática de una sanción administrativa. Entonces, el Organismo Supervisor deberá diseñar un plan de supervisión eficiente para detectar a los infractores y sancionarlos.
- Frecuencia: se deberá elegir el nivel de frecuencia con que se realizarán las inspecciones. Así, supervisiones más frecuentes se relacionarán con un mayor poder disuasivo en el comportamiento infractor de los agentes. .
- Presupuesto: la elaboración de un plan de supervisión estará sujeto a las restricciones presupuestarias con que cuenta el Organismo Supervisor.

- Supervisión in-situ: esta estrategia de supervisión implica que las inspecciones se realicen en el mismo lugar donde se desarrollan las actividades de la empresa fiscalizada. Su implementación genera un uso de tiempo y de dinero asociados al traslado de los supervisores al lugar donde se encuentra la empresa a fiscalizar. Por lo tanto, la decisión de emplear esta estrategia dependerá del tipo de información requerida por el Organismo Supervisor para que se realice el proceso de supervisión.
- Supervisión ex-situ: este tipo de supervisión se realiza a través del llenado de unas fichas que el Organismo Supervisor envía a las empresas fiscalizadas conteniendo información relevante para el proceso. Aunque esta estrategia implique un menor uso de recursos en comparación con la supervisión in-situ, no siempre será eficiente, sobretodo si se requiere información acerca del funcionamiento operativo de las actividades de la empresa y que sólo podrán ser verificadas en el mismo lugar donde se realizan.

4.3. Selección de la población para el proceso de supervisión

En la Sección 2 se planteó un modelo microeconómico para analizar la lógica económica detrás de un comportamiento infractor, cuyos resultados confirman la importancia que tiene el diseño muestral de la población sujeta a supervisión convirtiéndose en una pieza fundamental para la elaboración de un plan de supervisión y fiscalización eficiente (Ver Cuadro N° 2.2).

Como se verá a continuación, la supervisión se puede realizar sobre el universo de las unidades a fiscalizar o sobre una muestra representativa. Sin

embargo, para ser consistentes con un proceso de fiscalización que racionalice el uso de recursos y que tenga efectividad, se considera apropiado el uso de herramientas de selección muestral. En la siguiente sección se discutirá sobre los diferentes tipos de supervisión, así como los métodos de muestreo estadístico.

4.3.1. Marco Conceptual

En términos estadísticos, existen 3 posibles maneras de ejecutar un plan de supervisión:

- Programa Discrecional. Se supervisa en función de la discreción del fiscalizador sin seguir un plan de supervisión sistematizado ni sustentado en criterios estadísticos. Las supervisiones podrían realizarse a partir de la recepción de denuncias, convirtiéndose el Organismo Supervisor en un agente pasivo o reactivo.
- Supervisión Censal. La supervisión se realiza sobre todo el universo de unidades administradas, lo que involucra que se incremente al máximo el esfuerzo de fiscalización.
- Supervisión Muestral. Este esquema requiere que la inspección se realice en base a un procedimiento de selección de muestras representativas de la población objetivo a fiscalizar, lo cual permite obtener resultados con una confianza estadística apropiada controlando el margen mínimo de error. Ello requiere la elaboración de un diseño muestral apropiado.

Un sistema de supervisión diseñado con el criterio de racionalización de esfuerzos y la obtención de resultados progresivos en lo que concierne al efectivo cumplimiento de las normas técnicas y de seguridad debe tener sus fundamentos en la detección de las unidades administradas infractoras a través de métodos de muestreo apropiados.

Esto se debe a que una supervisión de tipo censal que involucra el incremento máximo del esfuerzo de fiscalización puede demandar grandes recursos (mayor cantidad de supervisores o auditores, recursos logísticos, facilidades técnicas, etc.) sin que ello se traduzca en resultados óptimos en el cumplimiento de la normativa por parte de los agentes, tal como se ha planteado en la Sección 3.3 de este documento. Si bien es cierto que la supervisión censal incrementa la probabilidad de detección casi a 1 (es decir, se obtiene una supervisión íntegra del universo de entidades administradas), ello puede ser ineficiente económicamente en el largo plazo debido a la pérdida de efectividad de la supervisión una vez que las empresas toman conocimiento pleno de la política de inspección (lo cual reduce la potencia disuasiva de la supervisión) y por el desperdicio de recursos, hecho que ya ha sido destacado en la Sección 3.2.

En contraste, un sistema de supervisión muestral puede permitir que con un razonable esfuerzo de fiscalización se logre alcanzar un elevado potencial disuasivo debido a los siguientes factores:

- Economización de recursos al reducirse el esfuerzo de fiscalización. Un sistema de inspección basado en criterios estadísticos permite seleccionar muestras que son representativas del universo de empresas a supervisar. En cambio, un esquema

censal requiere inspeccionar a todas las empresas pertenecientes al universo de supervisión al menos una vez al año, lo cual demanda la inversión de excesivos recursos en un contexto donde no necesariamente aquellos pueden traducirse en un incremento de la disuasión del comportamiento infractor.

- Aumento de la efectividad disuasiva. La selección aleatoria de un muestra representativa del universo de unidades administradas aumenta el efecto disuasivo del sistema de supervisión debido a que los agentes no pueden anticipar en qué momento se producirán las inspecciones por parte del regulador. En este contexto, la amenaza permanente de supervisión inducirá a que las empresas cumplan la normatividad vigente en el sector hidrocarburos.
- Aplicación de una supervisión continua. La ejecución de un esquema de supervisión muestral puede permitir que se realicen un mayor número de supervisiones por año, lo cual hace factible incrementar el potencial disuasivo del sistema al hacer que las inspecciones se realicen de manera más frecuente. En contraste, si bien es cierto que la supervisión censal puede mejorar el cumplimiento de la normativa en una población a la cual se le supervisa por primera vez, no resulta una política óptima en el largo plazo debido a los problemas mencionados anteriormente (asociados a la predicción de la política de supervisión y el desperdicio de recursos).
- Ejecución de un esquema de supervisión por resultados. La aplicación de una supervisión continua de carácter muestral de las

unidades administradas aumenta la eficacia de la supervisión y la obtención progresiva de resultados a través de aproximaciones sucesivas a las metas estratégicas de cumplimiento de la normativa en el sector (Quintanilla; 2004).

- Consistencia metodológica con esquemas de sanción disuasivos. Los esquemas de sanción disuasivos son consistentes con procedimientos de supervisión basados en el muestreo aleatorizado porque aquellos permiten graduar el potencial disuasivo de los instrumentos sancionadores (como las multas) a través de su efecto sobre la probabilidad de detección de las empresas infractoras. El proceso de selección, al tomar una muestra para la supervisión, reduce el esfuerzo fiscalizador que a su vez disminuye la probabilidad de detección pero genera el efecto de incrementar el valor de las multas óptimas dada la relación inversamente proporcional entre estas variables (véase ecuación 3.7).

4.3.2 Marco de Análisis Estadístico para la Supervisión

La ejecución de una supervisión de tipo muestral requiere que se elabore un marco muestral apropiado que abarque al universo de unidades administradas. Para elegir una muestra adecuada se empleará el muestreo de probabilidad por medio del cual se le asigna una probabilidad de selección conocida a cada unidad de la población objetivo eligiendo aleatoriamente las unidades que serán incluidas en la muestra. Así, se distinguen tres tipos de muestras de probabilidad:

- Muestra aleatoria simple. Es el tipo de muestreo de probabilidad más sencillo y, a partir de éste, es posible diseñar formas de muestreo más complejas. Se distinguen dos maneras de extraer la muestra: con reemplazo y sin reemplazo. Para la primera, se extrae al azar una unidad de la población con probabilidad $1/N$, luego, esta unidad es reemplazada en la población y se elige una segunda unidad con la misma probabilidad $1/N$. Para el segundo caso, se elige de modo que cada subconjunto posible de “n” unidades distintas en la población tiene la misma probabilidad de ser elegido en la muestra.
- Muestra aleatoria estratificada. Se divide la población en estratos que son subgrupos de la misma. Luego, se extrae de cada estrato una muestra aleatoria simple, elegida de manera independiente. Las unidades de cada estrato normalmente comparten una característica común que es de interés para el investigador.
- Muestra aleatoria por conglomerado. Las unidades de la población objetivo son divididas en unidades de muestreo de mayor tamaño llamados conglomerados o unidades de muestreo primario. A su vez, dentro de cada conglomerado se encuentran unidades de muestreo secundarios que son los elementos de la población. Entonces, para el proceso de selección, se extrae una muestra aleatoria simple de conglomerados y luego, se estudia cada unidad secundaria perteneciente a los conglomerados elegidos.

Un plan de supervisión debe considerar estos tres procesos para elegir la mejor manera de extraer una muestra de la población objetivo tomando en cuenta los errores que subyacen a cada una de sus estimaciones.

4.3.3 Tamaño de la Muestra³⁰

Para encontrar el tamaño de muestra óptimo que permita realizar inferencias sobre el grado de cumplimiento de la normativa, se define al estimador de la variable de interés \hat{x} , que viene a ser *la proporción de la población en estudio que se encuentra en situación de incumplimiento*. Este estimador es una variable aleatoria con un valor esperado igual a \bar{x} (que viene a ser el porcentaje promedio de la población analizada que incumple con la normativa) y una varianza igual a $\text{var}(\hat{x})$. Con estas variables y asumiendo un determinado margen de error, es posible definir la siguiente condición:

$$\text{prob}[(\hat{x} - \bar{x}) > \varepsilon] < \alpha \quad (4.1)$$

Esta ecuación establece que la probabilidad de que la diferencia entre el estimador y su valor esperado sea mayor a ε es menor que α , donde $1 - \alpha$ es el nivel de confianza estadística. Asimismo, si se asume que la población se distribuye de manera normal entonces se cumple que:

$$\text{prob}\left(\frac{\hat{x} - \bar{x}}{\sqrt{\text{var}(\hat{x})}} > z_\alpha\right) = \alpha \quad (4.2)$$

³⁰. Basado en Lorh (2000).

Ello es equivalente a:

$$\text{prob} \left[\hat{x} - \bar{x} > z_{\alpha} \sqrt{\text{var}(\hat{x})} \right] = \alpha \quad (4.3)$$

donde z_{α} es el valor crítico de una distribución normal estándar para un nivel de confianza de $1-\alpha$. La fórmula anterior indica que la probabilidad de que la diferencia entre el estimador y su valor esperado dividido entre la desviación estándar del estimador, es decir la variable aleatoria estandarizada, es mayor que el punto crítico de la distribución normal para un nivel de confianza de $1-\alpha$ es igual a α .

Debido a que la población de referencia es finita, es necesario corregir la varianza del estimador multiplicándolo por el factor $(1-n/N)$, el cual se conoce como *factor de corrección para poblaciones finitas* (fpc). Intuitivamente, debemos hacer esta corrección pues para las poblaciones pequeñas, la *fracción de muestreo* n/N es mayor, al igual que la información que tenemos de la población y, por lo tanto, la varianza debe ser menor. Cuando la fracción de muestreo n/N es grande en una muestra aleatoria simple sin reemplazo, la muestra será muy próxima a un censo, el cual no tiene variabilidad de muestreo. De esta manera, la varianza de la población se puede expresar como sigue:

$$\text{var}(\bar{x}) = \frac{S^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N} \right)^{31} \quad (4.4)$$

³¹. La varianza mide la variabilidad entre las estimaciones de x .

donde:

$$S^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad (4.5)$$

Así, se puede demostrar que:

$$\frac{\hat{x} - \bar{x}}{\sqrt{\left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{S}{\sqrt{n}}}} \sim N(0,1) \quad (4.6)$$

se distribuye siguiendo una función normal estándar con media cero y varianza uno³². A partir de la expresión anterior, es posible establecer un intervalo de confianza de $100(1-\alpha)\%$ para la estimación de la proporción de población de infractores a partir de una muestra grande³³:

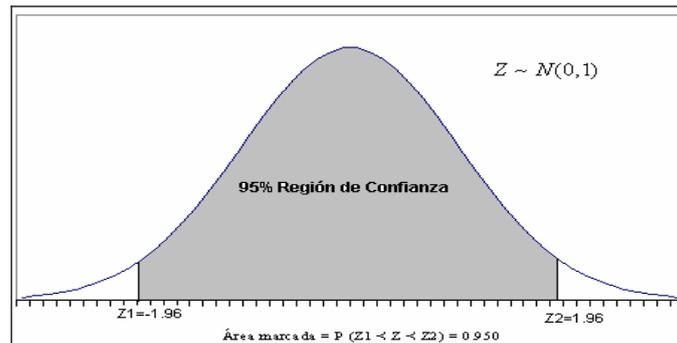
$$\left[\bar{x} - z_{\alpha/2} \sqrt{1 - \frac{n}{N} \frac{S}{\sqrt{n}}} ; \bar{x} + z_{\alpha/2} \sqrt{1 - \frac{n}{N} \frac{S}{\sqrt{n}}} \right] \quad (4.7)$$

El valor crítico de la distribución normal para alcanzar el 95% de confianza es de 1.96, tal como se puede apreciar en la figura:

³². Esta proposición se logra demostrar aplicando el Teorema del Límite Central. Una versión de este teorema establece que si tenemos una muestra aleatoria con reemplazo, entonces la distribución de probabilidad de $\sqrt{n}(\bar{x} - \mu)$ converge a una distribución normal cuando n , el tamaño de la muestra, tiende al infinito.

³³. Un intervalo de confianza al 95% se debe entender como sigue: si se extraen muestras de la población, una y otra vez, y se construye un intervalo de confianza mediante este procedimiento, se espera que en el 95% por ciento de los muestreos el valor poblacional de la variable de interés se encontrará dentro del intervalo.

Gráfico N° 4.1
Función de Densidad Normal y Región de Confianza



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

De la fórmula del intervalo de confianza, se puede notar que el margen de error ε es igual a:

$$\varepsilon = z_{\alpha/2} \sqrt{1 - \frac{n}{N}} \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (4.8)$$

Dado que se ha establecido un margen de confianza de 95%, es posible despejar esta expresión para calcular el tamaño de muestra óptimo:

$$n^* = \frac{z_{\alpha/2}^2 S^2}{\varepsilon^2 + \frac{z_{\alpha/2}^2 S^2}{N}} \quad (4.9)$$

Puesto que la variable de interés para la supervisión es la proporción de la población en estudio que se encuentran infringiendo, es posible reemplazar

la varianza S^2 por la expresión $p(1-p)$ donde p es la probabilidad de encontrar una unidad de la población estudiada en falta (*probabilidad de detección*), dado que para poblaciones grandes se cumple que:

$$S^2 \approx p(1-p) \quad (4.10)$$

Esta expresión alcanza su valor máximo cuando $p = 1/2$. De esta forma, la fórmula para obtener la muestra óptima queda como sigue:

$$n^* = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} \quad (4.11)$$

donde $n_0 = z_{\alpha/2}^2 p(1-p) / e^2$. A partir de esta fórmula es posible calcular el número de muestra óptimo para el caso de la supervisión de nuestra población analizada.

4.3.4 Caso de análisis aplicado³⁴

Con el objeto de ilustrar el uso de metodologías de muestreo para la supervisión del sector hidrocarburos, se tomará como caso de estudio la supervisión de las actividades de explotación de hidrocarburos, por lo cual el marco muestral deberá considerar a todas las instalaciones asociadas a la producción de hidrocarburos de todos los lotes donde se explota gas natural y petróleo.

³⁴. Se agradecen los comentarios de Jorge Villar (GFH-OSINERG) a esta sección del documento.

Se establece un marco muestral de pozos agrupados por lotes productores de petróleo y de gas a nivel nacional, excepto el bloque productor de pozos del Lote 88 (yacimiento de Camisea). Cada uno de esos pozos está asociado a una serie de facilidades e infraestructura que deben ser supervisadas. Se considera que en un contexto donde la información para construir un mejor marco muestral es escasa, es conveniente la definición de las unidades a muestrear. No obstante, se debe tener en cuenta que debe elaborarse un plan de supervisión apropiado que sea consistente con el criterio de racionalidad en el uso de recursos y con el diseño muestral, con el objeto de evitar retrasos en la supervisión o desperdicio de recursos por un deficiente y no coordinado plan de supervisión.

A partir de este marco se han definido 30 estratos muestrales asociados a cada uno de los lotes de explotación de hidrocarburos. Esta segmentación del marco es conveniente porque confiere mayor precisión a las estimaciones que se pueden obtener a partir de la muestra al controlar las diferencias que pueden presentarse en el valor de producción total o promedio entre los lotes grandes y pequeños. De otra parte, se ha considerado subestratificar cada uno de estos conjuntos en dos estratos: el estrato "0" que agrupa a los pozos que no presentan producción alguna y el estrato "1" que abarca a los pozos que producen petróleo y gas. Ello tiene como propósito otorgar mayor representatividad a la infraestructura de mayor importancia en términos de producción de hidrocarburos.

Con esta información, es posible establecer un diseño muestral de tipo estratificado que incorpora los siguientes elementos:

- Unidad Primaria de Muestreo: es un pozo productor de hidrocarburos perteneciente al marco muestral.
- Marco Muestral: lista de pozos productores de hidrocarburos a nivel nacional. Se encuentran fuera del marco aquellos pozos que se localizan en la sierra, algunos pozos que constituyen pasivos ambientales, así como los pozos del Lote 88 de Camisea. La base de datos contiene 13,205 pozos.
- Estratos³⁵: subconjuntos del marco muestral asociados al lote productor y a los subgrupos de pozo productores y no productores dentro del lote. En total se tienen 30 estratos.

La estrategia de muestreo es la siguiente:

- Se calcula el tamaño de muestra óptimo sobre la base de la desviación estándar de la variable de control, el margen de error propuesto por el investigador y el valor crítico de confianza.
- La muestra se asignará de manera proporcional al tamaño de la población de pozos en cada estrato.
- Se realiza un muestreo aleatorio en cada estrato.

³⁵. La selección de este tipo de muestreo se debe a que de acuerdo a la política de supervisión de la GFH – OSINERG se van a supervisar todos los lotes petroleros y de gas.

Se define al estimador de la variable de interés \hat{x} como *la proporción de pozos productores de hidrocarburos en la población que se encuentra en situación de incumplimiento*. Este estimador es una variable aleatoria con un valor esperado igual a \bar{x} (que viene a ser el porcentaje promedio de pozos que cumple con la normativa) y una varianza igual a $\text{var}(\hat{x})$. Con estas variables y asumiendo un determinado margen de error, se procede de la misma manera que el caso general señalado líneas arriba.

A partir de la fórmula (4.11) es posible calcular el número de muestra óptimo para nuestro caso:

Cuadro N° 4.1
Cálculo de la Muestra Óptima

e	e ²	p(1-p)	z ²	N	no	n*
2.5%	0.000625	25%	3.8416	13,205	1,537	1,376.5

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos - OSINERG.

Así, la muestra óptima para la supervisión de los pozos petroleros y de gas a nivel nacional es de 1,377 unidades, lo cual representa el 10.42% de la población objetivo, considerando un margen de error de 2.5% y una probabilidad de detección inicial de 50%³⁶. Con el tiempo, esta muestra puede reducirse a medida que la probabilidad de detección (p) disminuya con la disuasión del comportamiento infractor.

Mediante la realización de una asignación proporcional, la muestra óptima es repartida entre los diferentes estratos (cruce de la variable “LOTE” con la

³⁶. Debido a que no se cuenta con un estimador de esta variable *a priori*, se asumió el valor de 50% que maximiza $p(1-p)$.

variable que señala si es que el lote es productor “1” y no productor “0”). La muestra de 1,377 unidades es ajustada para que en cada estrato haya al menos 2 observaciones, por lo que la muestra final es de 1,381 unidades. En el Cuadro N° 4.2 se presenta el resumen de las principales variables de diseño muestral.

Cuadro N° 4.2
Principales Variables del Diseño Muestral

Estrato	Población (N)	Muestra (n)	Factor
LOTE1AB_0	70	7	10.000
LOTE1AB_1	116	12	9.667
LOTE31BD_0	69	7	9.857
LOTE31BD_1	47	5	9.400
LOTE31C_0	4	2	2.000
LOTE31C_1	6	2	3.000
LOTE8_0	94	10	9.400
LOTE8_1	70	7	10.000
LOTEIII_0	304	32	9.500
LOTEIII_1	151	16	9.438
LOTEII_0	106	11	9.636
LOTEII_1	159	17	9.353
LOTEIV_0	201	21	9.571
LOTEIV_1	156	16	9.750
LOTEIX_0	24	3	8.000
LOTEIX_1	81	8	10.125
LOTEI_0	386	40	9.650
LOTEI_1	129	13	9.923
LOTEVII_0	2970	310	9.581
LOTEVII_1	417	43	9.698
LOTEVI_0	1335	139	9.604
LOTEVI_1	325	34	9.559
LOTEV_0	26	3	8.667
LOTEV_1	38	4	9.500
LOTEXIII_0	20	2	10.000
LOTEXIII_1	3	2	1.500
LOTEX_0	2172	226	9.611
LOTEX_1	2364	247	9.571
LOTEZ2B_0	742	77	9.636
LOTEZ2B_1	620	65	9.538
Total	13,205	1,381	--

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

La variable “Factor” es aquella que permite expandir los resultados de la muestra hacia la población de pozos y se define como la inversa de la probabilidad de que un pozo se encuentre en la muestra de cada estrato:

n_s / N , donde n_s es el número de muestras en el estrato “s” y N_s es la población total en el estrato.

Utilizando el factor de expansión, es posible estimar a partir de la muestra el valor total de la producción de hidrocarburos de todos los lotes a nivel nacional. Por ejemplo, tomando una muestra estratificada de la población se estimaron los valores totales de producción bruta y se compararon con los valores poblaciones en el Cuadro N° 4.3. En el caso de la producción de petróleo y de gas, se encontró que las diferencias son reducidas (1,144 BPD y 5.1 MMPCD respectivamente). De tomarse otra muestra, los totales podrían variar pero con un 95% de probabilidad estos valores se encontrarán dentro de los intervalos de confianza respectivos.

Cuadro N° 4.3
Comparación de las estimaciones del valor total de producción diaria de hidrocarburos con la información de la población de pozos de hidrocarburos

Variables	Estimación	Valor Real	Error Estándar	[95% Intervalo	Confianza]
Petróleo (BPD)	93,790	92,187	10,158	73,863	113,716
Agua (BPD)	1,292,518	1,181,622	144,501	1,009,048	1,575,988
Gas (MPCD)	120,832	110,012	19,120	83,324	158,340

BPD: Barriles por día calendario. MPCD: Miles de pies cúbicos por día.
Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Para finalizar, debe destacarse que el proceso de selección muestral al interior de los estratos debe realizarse de manera aleatoria y con reemplazo³⁷ para obtener resultados representativos de la población y evitar la elección de muestras por conveniencia o escogidas deliberadamente a

³⁷. Ello implica que las observaciones que son extraídas como muestras vuelven a ser incluidas en otro muestreo.



juicio del supervisor, lo cual podría generar resultados sesgados y no representativos.

El muestreo debe realizarse antes de iniciar cada proceso de supervisión. Por otro lado, debe mantenerse la confidencialidad en la selección de la muestra durante cada período de supervisión (por ejemplo, semestral) para mantener el potencial disuasivo del procedimiento al evitar la acción anticipada del operador en una situación de infracción.

5. Aplicaciones prácticas del nuevo esquema de supervisión y sanciones

Desde la perspectiva del nuevo enfoque para la aplicación de multas por infracciones a las normas en el sector hidrocarburos que se ha explicado en secciones anteriores, recientemente el OSINERG ha venido desarrollando nuevos procedimientos y pautas para incrementar la capacidad disuasiva de las sanciones a las empresas del sector hidrocarburos que cometen faltas a la normatividad vigente. Si bien es cierto que estos aspectos están comprendidos en los diversos reglamentos que rigen el sector y se hallan tipificados en la escala de multas y sanciones (Resolución N° 028-2003-CD/OS), estas nuevas pautas buscan establecer que el proceso sancionador sea más claro y predecible, así como obtener indicadores que sean factibles de ser contrastados y evaluados.

Estos nuevos procedimientos incorporan los conceptos asociados al marco teórico presentado anteriormente, el cual privilegia la disuasión y la minimización del costo social para la sociedad de las infracciones. En las siguientes secciones se presentarán cinco procedimientos que se han venido trabajando en el Organismo Supervisor para mejorar la capacidad de



ejecución de las normas en el sector hidrocarburos, las cuales constituyen avances en esta línea de trabajo.

5.1. Multas por Infracciones al Control Metrológico

La presente sección tiene como propósito evaluar la metodología que vino utilizando la Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos (GFH) para la aplicación de multas por infracciones a la Norma Metrológica Peruana (NMP) en las estaciones de servicio describiendo sus características y principales limitaciones. Luego, en base a la revisión teórica formulada se realizarán observaciones y comentarios a este procedimiento.

Como ya señalamos anteriormente, una falta a la norma metrológica se produce cuando los grifos y estaciones de servicio venden cantidades de combustible menores a la indicada por el surtidor.

A partir de la Ley N° 27,699 (Ley Complementaria de Fortalecimiento Institucional), el OSINERG ejerce de manera exclusiva las facultades supervisoras y fiscalizadoras en lo concerniente al control metrológico de combustibles (anteriormente la facultad era del INDECOPI). La Tipificación de Infracciones y Escala de Multas y Sanciones (Resolución N° 028-2003-OS/CD) reconoce la infracción para el caso de estaciones de servicio (numeral 2.8.1), estableciendo una multa administrativa que como máximo puede alcanzar las 60 UIT. La Resolución N° 701-2003-OS/GG (Noviembre del 2003) estableció los criterios específicos a tomar en cuenta para el cálculo de las multas por infringir la norma metrológica.

De acuerdo a esta última disposición, se aplicaba una multa de 0.25 UIT por manguera con porcentaje de error negativo que excedía el error máximo permisible (EMP) en una estación de servicio, el cual se encuentra establecido en la Norma Metrológica Peruana (NMP N° 008-1999). Aquella establece que el rango de error máximo dentro del cual puede variar la cantidad de despacho del surtidor versus el volumen leído en el cilindro patrón no debe exceder el 0.5%³⁸. Sin embargo, la multa mínima por estación de servicio hallada en falta estaba fijada en 1 UIT. Es decir, si una estación de servicio tenía una, dos o tres mangueras que no estaban despachando la cantidad de combustible apropiada, se le aplicaba el mismo monto mínimo.

Se consideraba como factor atenuante de la multa si luego de la comisión de la infracción y antes de la emisión de la sanción administrativa, la estación de servicio acreditaba con medios probatorios idóneos que había verificado sus equipos con empresas certificadas por INDECOPI. Por ello, se aplicaba sólo el 75% del importe de la multa.

Por otro lado, se consideraba como factor agravante que el infractor reincidiera en la comisión de la misma infracción dentro de un período de dos años de consentida la resolución que impuso la sanción anterior en cualquiera de las mangueras del mismo establecimiento. La reincidencia

³⁸. La verificación de la cantidad exacta de combustible se efectúa con un cilindro patrón o *Seraphin* para observar los rangos de error que presenta cada manguera del establecimiento verificado. La fórmula para determinar el error es:

$$Error(\%) = \left[\frac{VDS - MVP}{MVP} \right] * 100$$

donde VDS es el volumen despachado por el surtidor y MVP es el medidor volumétrico patrón volumen leído en el cilindro patrón. Este último dispositivo es un medidor volumétrico con capacidad de cinco galones.

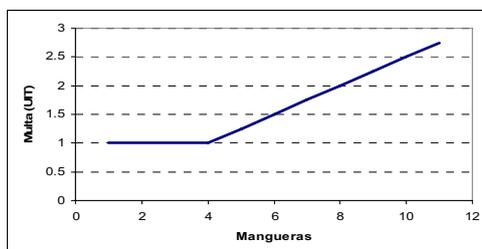
hacia que se aplicara una multa de $\frac{1}{2}$ UIT por cada manguera que excediera el error máximo permisible, duplicándose dicho importe por la siguiente vez que se cometa la infracción y así sucesivamente. La antigua metodología de cálculo de multas por control metrológico puede sintetizarse mediante la siguiente función:

$$M(m) = \begin{cases} 1 & \text{si } m \leq 4 \\ 0.25m & \text{si } m > 5 \end{cases} \quad (5.1)$$

donde m es el número de mangueras que despachan fuera de rango en una estación de servicio. La multa M era una función unidad (UIT) para el caso en que se encontraban 4 mangueras o menos que despachaban combustible debajo del error máximo permisible.

Si en la estación de servicio se hallaban cinco o más mangueras fuera de rango, la multa se volvía una función lineal del número de mangueras con una pendiente de 0.25 (hecho que refleja la sanción de 0.25 UIT establecida en la norma). En el Gráfico N° 5.1 se esboza la figura de esta función.

Gráfico N° 5.1
Multas por Control Metrológico



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

5.1.1. Observaciones a la antigua Pauta de Cálculo de Multas

En primer lugar, de acuerdo a la información proporcionada por la GFH, se estableció un monto mínimo de 1 UIT en la pauta de cálculo de multas con el objeto de cubrir y compensar los gastos en los que incurre el OSINERG durante el proceso administrativo sancionador. Sin embargo, de acuerdo a lo discutido en la Sección 3.3 de este documento se considera que como el OSINERG ya cobra aportes de regulación por las ventas de combustibles líquidos, no deberían tomarse en cuenta los costos administrativos en el cálculo de las multas dado que las empresas³⁹ ya están realizando pagos para cubrir esos gastos.

En segundo lugar, la aplicación directa de la metodología podía generar un tratamiento desigual en la sanción sobre estaciones de servicio que tienen pocas mangueras que no cumplen con la norma metrológica. Por ejemplo, si en un establecimiento era detectada una sola manguera fuera de rango se le podía sancionar con el mismo monto que una estación de servicio con dos, tres o cuatro mangueras en falta. Este resultado hacía que la aplicación de la

³⁹. Las empresas trasladan este sobrecosto hasta la parte final de la cadena de comercialización mediante la elevación de los precios finales, por lo cual al final son los consumidores los que cargarían con este gasto.

pauta pudiera generar multas que no guardaran relación proporcional con el beneficio esperado anualizado que la empresa infractora obtenía por manguera, provocando que las sanciones no sean óptimas tal como se ha mostrado en la Sección 2.4. Además, esta limitación hacía que la aplicación de las multas pudiera generar un trato discriminatorio entre los establecimientos con cuatro o menos mangueras fuera de rango y las estaciones de servicio con más de cuatro mangueras en falta dado que era posible aplicar multas mayores por infracciones menores (1 UIT indistintamente de que se encuentren una hasta cuatro mangueras en falta).

En tercer lugar, el procedimiento no reflejaba el esfuerzo de supervisión que realiza el OSINERG al no incorporar ninguna variable que refleje ese factor (como las probabilidades de detección). Este hecho podía ocasionar que la multa sea poco disuasiva para infracciones mayores (estaciones de servicio con un gran número de mangueras fuera de rango a las cuales se le aplica multas reducidas en relación al beneficio que obtienen por la infracción).

En cuarto lugar, el procedimiento no consideraba el grado de desvío del margen de error mínimo aceptable (0.5%) por manguera. La metodología aplicaba 0.25 UIT independientemente de que la manguera en falta esté fuera del rango de -0.5%, -1%, -1.5%, -2%, etc. Este resultado puede ser no deseable dado que esta limitación puede determinar que se calculen multas poco disuasivas (al no incorporar el beneficio que se obtiene por mayores desviaciones del error aceptado por la NMP).

En quinto lugar, el procedimiento al aplicar 0.25 UIT por manguera fiscalizada fuera de rango después de la cuarta hallada en falta podía subestimar las ganancias netas anuales por manguera que puede obtener un

establecimiento, haciendo que la magnitud de la sanción no sea proporcional a la gravedad de la falta, es decir, una mayor cantidad de mangueras fuera de rango podía ser penalizada con una multa menor a aquella que es disuasiva.

5.1.2. Comparación con un esquema de multas óptimas por Control Metrológico

En base a la información proporcionada por la GFH-OSINERG se han calculado montos de multas disuasivas óptimas por infracciones al control metrológico para el año 2003. La información proporcionada consiste en los precios al consumidor y al por mayor de combustibles líquidos, estructura de ventas de una estación de servicio promedio, entre otros. Asumiendo supuestos estándares y los precios oficiales publicados por el MINEM, es posible calcular el beneficio neto que se obtiene por infringir la NMP durante un año (para guardar consistencia con el período de cada supervisión). El cálculo del beneficio se ha realizado para un grifo de tamaño medio con ventas cercanas a 800 galones diarios durante un año suponiendo las proporciones por tipo de combustible correspondientes a las estadísticas del MINEM⁴⁰.

El beneficio neto de infringir se estima multiplicando el precio promedio final al consumidor del combustible por el número de galones proyectados que se dejan de vender como consecuencia de un menor despacho por manguera fiscalizada durante un año. Para estimar este valor se han tomado tres casos: un desvío por manguera de 0.5%, 1% y 2.5% del volumen leído en el cilindro patrón. Para nivelar la multa óptima por el costo evitado en

⁴⁰. Para el ejercicio, no se está considerando el volumen de ventas promedio de kerosén que asciende a 6,279 galones por mes.

calibración de los surtidores, que significa para la estación de servicio una ganancia adicional por subinversión en mantenimiento, se agrega al componente de beneficio este factor.

De esta manera, la multa recogerá todas las fuentes generadoras de beneficio que puede obtener el infractor por infringir la NMP. De acuerdo a la información proporcionada por la GFH-OSINERG, puesto que cada grifero puede hacer el mantenimiento y calibración del equipo contando con su *seraphin* en buen estado, el costo evitado debe estar relacionado con el costo del *seraphin*, su mantenimiento y su depreciación que asciende aproximadamente a S/. 227 soles al año.

Las probabilidades de detección han sido estimadas a partir de la información del Reporte del Control Metrológico en Estaciones de Servicio para el año 2003 (GFH – OSINERG). Del total de mangueras fiscalizadas (11,931 de un total de 22,316), se ha detectado que el 27% se encuentran fuera del rango permitido por la NMP.

De otro lado, se ha encontrado que el 69% de mangueras de este grupo muestran un desvío de al menos 0.5%, mientras que un 20% de mangueras presenta un desvío de al menos 1%. En términos formales la probabilidad de detección de una manguera fuera de rango P_{total} es igual al producto de la probabilidad de que se supervise una estación de servicio π y la probabilidad de que dentro de la estación de servicio se fiscalice una manguera q :

$$P_{total} = \pi * q \quad (5.2)$$



Utilizando la información proporcionada por la GFH-OSINERG, es posible calcular estas probabilidades. Debido a que desde el año 2003 se realiza anualmente la supervisión de todas las estaciones de servicio con registro de la Dirección General de Hidrocarburos (DGH), la probabilidad de fiscalizar una estación de servicio es igual a uno⁴¹.

Por otro lado, la probabilidad de que se fiscalice una manguera en un establecimiento es de 50%, dado que en cada supervisión se revisa la mitad del número de mangueras. Así, la probabilidad total será igual a $P_{total} = 1 * 0.5 * 100 = 50\%$. Con los datos descritos y aplicando la fórmula (3.7) es posible estimar las multas óptimas para un establecimiento promedio. Los resultados se pueden apreciar en el Cuadro N° 5.1.

Las multas óptimas guardan relación proporcional con el beneficio obtenido por manguera que despacha menos combustible mientras que la probabilidad de detección incrementa el valor de la multa, elevando su poder disuasivo óptimo. Bajo las condiciones especificadas, la multa disuasiva para un grifo de tamaño medio con 6 mangueras tendría que superar las 8.3 UIT en el caso de desviaciones de 0.5%, de 16.6 UIT en el caso de desviaciones de 1%, y 41.3 UIT para el caso de una desviación del 2.5%.

Cuadro N° 5.1
Estimación de los Beneficios Marginales de una Estación de Servicio
por vender menos Combustible y Cálculo de las Multas Óptimas

⁴¹. Esta probabilidad cambiaría si es que la supervisión de las estaciones de servicio se realizara por muestreo.





Oficina de Estudios Económicos - OSINERG

Mangueras de Combustibles	Precio	Costo	Galones Anuales *	Beneficio Neto Anual (0.5% de desvío por manguera)	Probabilidad de Detección Promedio	MULTA	UITs	MULTA Antiguo Procedimiento
Gasolina 97 Octanos	12.88	11.41	10,800	696	50%	1,391	0.4	0.25
Gasolina 95 Octanos	12.2	10.91	7,200	439	50%	878	0.3	0.25
Gasolina 90 Octanos	10.66	10.16	50,400	2686	50%	5,373	1.68	0.25
Gasolina 84 Octanos	9.63	8.73	68,400	3293	50%	6,587	2.1	0.25
Kerosene	8.34	7.47	10,800	450	50%	901	0.3	0.25
Diesel N° 2	8.27	7.87	136,800	5657	50%	11,313	3.5	0.25
Multa Base					50%	454	0.1	
Total			284,400	S/. 13,222		S/. 26,897	8.41	1.5

Mangueras de Combustibles	Precio	Costo	Galones Anuales *	Beneficio Neto Anual (1 % de desvío por manguera)	Probabilidad de Detección Promedio	MULTA	UITs	MULTA Antiguo Procedimiento
Gasolina 97 Octanos	12.88	11.41	10,800	1391	50%	2,782	0.9	0.25
Gasolina 95 Octanos	12.2	10.91	7,200	878	50%	1,757	0.5	0.25
Gasolina 90 Octanos	10.66	10.16	50,400	5373	50%	10,745	3.36	0.25
Gasolina 84 Octanos	9.63	8.73	68,400	6587	50%	13,174	4.1	0.25
Kerosene	8.34	7.47	10,800	901	50%	1,801	0.6	0.25
Diesel N° 2	8.27	7.87	136,800	11313	50%	22,627	7.1	0.25
Multa Base					50%	454	0.1	
Total			284,400	S/. 26,443		S/. 53,340	16.67	1.5

Mangueras de Combustibles	Precio	Costo	Galones Anuales *	Beneficio Neto Anual (2.5 % de desvío por manguera)	Probabilidad de Detección Promedio	MULTA	UITs	MULTA Antiguo Procedimiento
Gasolina 97 Octanos	12.88	11.41	10,800	3,478	50%	6,955	2.2	0.25
Gasolina 95 Octanos	12.2	10.91	7,200	2,196	50%	4,392	1.4	0.25
Gasolina 90 Octanos	10.66	10.16	50,400	13,432	50%	26,863	8.39	0.25
Gasolina 84 Octanos	9.63	8.73	68,400	16,467	50%	32,935	10.3	0.25
Kerosene	8.34	7.47	10,800	2,252	50%	4,504	1.4	0.25
Diesel N° 2	8.27	7.87	136,800	28,283	50%	56,567	17.7	0.25
Multa Base					50%	454	0.1	
Total			284,400	S/. 66,108		S/. 132,669	41.46	1.5

* Se asumen supuestos de estándares de ventas de una estación de servicio promedio con ventas aproximadas de 800 galones diarios de acuerdo a GFH. El costo evitado estimado para el cálculo de la multa base es S/. 227 Fuente: MINEM, GFH – OSINERG. Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Si se contrasta la antigua pauta de cálculo de multas por control infracciones al metrológico con un esquema de cálculo óptimo, puede corroborarse que la aplicación de la 1^{ra} opción puede ser discriminatoria para establecimientos que tienen menos de cuatro mangueras en falta. Por ejemplo, si se encontrara que en un establecimiento promedio una sola manguera despachara 0.5% menos gasolina de 97 octanos, el procedimiento



original asignaría 1 UIT como mínimo mientras que la multa óptima sería sólo de 0.4 UIT de acuerdo al cuadro anterior. Este tratamiento discriminatorio podría generar que los agentes fiscalizados perjudicados impongan reclamos u observaciones al procedimiento.

Con el objeto de hacer más disuasivas las multas por infracciones mayores (por ejemplo, una manguera que despacha 3% menos combustible), es posible incrementar la penalización en 50% o en 100% su valor (factor agravante)⁴², ello con el objeto de disuadir con más énfasis incumplimientos graves que pueden generar mayores daños a la sociedad⁴³. Tomando este criterio en cuenta, es posible definir una fórmula alternativa de cálculo de la multa óptima por control metrológico de la siguiente manera:

$$M(B, p_{total}) = \begin{cases} \frac{B}{P_{total}} & \text{si } 0.5\% \leq E \leq 2.5\% \\ \frac{B}{P_{total}} * (1.5) & \text{si } E > 2.5\% \end{cases} \quad (5.3)$$

donde p_{total} es la probabilidad de detección definida en (5.2), E es el porcentaje de error detectado en la manguera fiscalizada, y B es el beneficio promedio anual esperado por manguera que obtiene la estación de servicio. En teoría, esta variable se calcularía de la siguiente manera:

⁴². La elección del factor de penalización es hasta cierto punto arbitraria y dependerá del grado de disuasión que quiera aplicar el Organismo Supervisor.

⁴³. En este sentido, es posible mantener los factores agravantes y atenuantes contemplados en el procedimiento vigente dado que las multas óptimas tienen un efecto disuasivo al guardar relación con el beneficio económico que obtienen las empresas por infringir, independientemente o no se apliquen estos factores.

$$B = \frac{Base}{m} + P_c * E * \left(\frac{V}{m} \right)$$

donde P_c es el precio al consumidor del combustible que aparece en el surtidor que es supervisado, E es el porcentaje de error que detecta el cilindro patrón en la manguera fiscalizada, V es el volumen de ventas promedio estimado de ese combustible en el establecimiento supervisado, $Base$ es el costo promedio de calibración de las mangueras en una estación de servicio promedio y m es el número de mangueras que despacha ese combustible⁴⁴.

El procedimiento para el cálculo de multas propuesto incorpora entre sus variables el tipo de combustible que se despacha en cada manguera, el precio de venta al público, el porcentaje de error detectado por el cilindro patrón, el volumen de ventas estimado promedio anual, el costo promedio de calibración de las mangueras y el número de mangueras que despacha ese combustible en el establecimiento.

Para ver como se aplicaría la metodología de cálculo, considérese el siguiente caso hipotético. Supóngase que en una estación de servicio se detectó que una manguera despacha -2.5% de gasolina de 97 octanos. El precio promedio de venta al público es de S/ 11.5. El volumen de ventas estimado de ese combustible en el establecimiento supervisado es de 80,000 galones al año, el cual se efectúa a través de 2 mangueras. El costo estimado

⁴⁴. La fórmula hace un reparto proporcional del volumen total promedio de ventas anuales de combustible entre el número de mangueras que lo despachan.

promedio del *seraphin*, su mantenimiento y su depreciación es S/ 227.

Reemplazando los valores en la fórmula 5.3 se obtiene que:

$$M = \frac{\left[\frac{227}{2} + 11.5 * 2.5\% * \left(\frac{80,000}{2} \right) \right]}{0.5} * 1.5 = 34,840.5 = 10.56 \text{ UITs}$$

Las multas óptimas presentadas en esta sección se han calculado para un grifo promedio utilizando información sobre las ventas de combustibles, las probabilidades de detección, y los precios promedio para elaborar una tabla de multas. El Cuadro N° 5.2 muestra niveles de multas disuasivas para diferentes niveles de ventas (con una probabilidad de detección promedio de 50% y considerando un precio de ventas promedio de S/. 10 por cada galón de combustible).

Cuadro N° 5.2
Multas estimadas según las ventas promedio anuales por manguera de combustible (UIT)

% fuera de rango	Volumen de Ventas (Galones Anuales por Manguera)									
	5000	10000	20,000	30,000	40,000	50,000	75,000	100,000	150,000	200,000
0.5%	0.17	0.33	0.64	0.95	1.26	1.58	2.36	3.14	4.70	6.26
0.6%	0.20	0.39	0.76	1.14	1.51	1.89	2.83	3.76	5.64	7.51
0.7%	0.23	0.45	0.89	1.33	1.76	2.20	3.29	4.39	6.58	8.76
0.8%	0.26	0.51	1.01	1.51	2.01	2.51	3.76	5.01	7.51	10.01
0.9%	0.29	0.58	1.14	1.70	2.26	2.83	4.23	5.64	8.45	11.26
1.0%	0.33	0.64	1.26	1.89	2.51	3.14	4.70	6.26	9.39	12.51
1.5%	0.48	0.95	1.89	2.83	3.76	4.70	7.04	9.39	14.08	18.76
2.0%	0.64	1.26	2.51	3.76	5.01	6.26	9.39	12.51	18.76	25.01
2.5%	0.79	1.58	3.14	4.70	6.26	7.83	11.73	15.64	23.45	31.26
3.0%	1.41	2.81	5.63	8.44	11.25	14.06	21.09	28.13	42.19	56.25

Supuestos: Precio promedio de S/ 10. Probabilidad de Detección Promedio: 50%. Costo evitado promedio por manguera: S/ 20.6 (resulta de dividir el costo de uso y mantenimiento del *seraphin* entre el número de mangueras promedio en una estación de servicio que asciende a 11).

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

5.1.3. Pauta para el cálculo de multas elaborado por la GFH-OSINERG⁴⁵

Con el objeto de mejorar la capacidad disuasiva de las sanciones por infracciones al control metrológico de combustibles líquidos en estaciones de servicios, la GFH procedió, durante el último trimestre del 2004, a la elaboración de una tabla de multas programadas consistente con los criterios discutidos anteriormente. Para ello, se tomaron los siguientes supuestos:

- Se aproxima la variable volumen de ventas a la variable número de mangueras; así, a mayor cantidad de mangueras instaladas es más probable que exista un mayor volumen de ventas de combustibles⁴⁶. De esta manera, se puede obtener directamente el monto de la multa (evitándose el tiempo de recurrir a la revisión histórica del volumen de ventas⁴⁷).
- Se estima que el beneficio que obtiene el grifero es equivalente al valor del combustible que deja de vender y se obtiene de multiplicar el precio promedio de adquisición (precio de compra del grifero) por la cantidad de combustible que deja de despachar.

⁴⁵. Se agradece la colaboración de Dante Cersso, especialista de la GFH – OSINERG, para la elaboración de esta sección.

⁴⁶. Entre los factores que determinan los volúmenes de venta se encuentra la localización, el precio de venta, el servicio que presta, etc. El número de mangueras permite realizar una aproximación a la demanda potencial del grifo.

⁴⁷. Teóricamente ello podría hacerse mediante el uso del Sistema de Control de Ordenes de Pedido (SCOP), sin embargo el SCOP es aún un proceso en marcha además el procesamiento de esa información incrementaría el tiempo total (ruta crítica) para multar al establecimiento desaprobado.

- La probabilidad de detección se establece en 50%, porque se verifica la mitad de las mangueras instaladas en un grifo para cada grifo de la población objetivo.
- No se consideran costos evitados⁴⁸ ni el beneficio obtenido dentro del rango de tolerancia permitido de hasta -0.5%⁴⁹.

Para elaborar la tabla de multas, primeramente se calculó el volumen total de ventas por día calendario en las estaciones de servicio y grifos, así como el precio de adquisición del grifero. En segundo lugar, se calculó el volumen promedio de combustible que una manguera despacha en una estación de servicio típica en base a la información estadística de la primera campaña de control metrológico 2002 - 2003. Los resultados de este cálculo se presentan en los cuadros N° 5.3 y 5.4.

Cuadro N° 5.3
Determinación del volumen promedio de despacho de cada manguera en una estación de servicio típica

Número de mangueras encontradas (Primer Control)	22,316
Venta en Estaciones de Servicio y Grifos (MBDC)	44.5
Venta en Estaciones de Servicio y Grifos (Año/Glns)	682,185,000
Venta en cada manguera al año (Glns)	30,569.00
Volumen de ventas por una manguera al día	84

Fuente y Elaboración: Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos – OSINERG.

⁴⁸. No se considera los costos evitados porque se reconoce que el administrador puede capacitar a los griferos a que sepan calibrar las máquinas y de esa manera ya no habría un costo de calibración por parte de un tercero.

⁴⁹. No se considera el beneficio obtenido dentro del margen de -0.5%, porque la ley permite dicha tolerancia.

Cuadro N° 5.4
Determinación del volumen de ventas de combustibles en estaciones de servicio y el precio promedio por galón de los combustibles

Ventas de Combustibles en Estaciones de Servicio y Grifos	MB/DC	MGlms/Día	Costos S/Gln
Gasolina 97	1.5	64	10
Gasolina 95	1.1	48.2	9.53
Gasolina 90	7.8	326.8	8.81
Gasolina 84	10.7	449.5	7.56
Kerosene	1.5	62.4	5.83
Diesel 2	21.9	917.7	6.52
Total	44.5	1868.6	7.35

Fuente: Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos - OSINERG.

El procedimiento para calcular la tabla de multas óptimas programadas es la siguiente:

- Se evalúa el punto medio⁵⁰ de los rangos (marca de clase).
- Se calcula el beneficio oculto al año en cada manguera desaprobada en los establecimientos desaprobados en el primer y el segundo control de cantidad. El precio promedio de adquisición de los combustibles, fue calculado en 7.348 soles por galón. El volumen de despacho promedio de cada manguera fue calculado en 84 galones por día calendario.

Los beneficios ocultos de los griferos por incumplir el control metrológico se cuantifican y los valores se expresan en términos de UIT, obteniéndose la escala de multas que se presenta en el Cuadro N°5.5. Mediante la aplicación de las multas propuestas, se sancionará en función de la menor cantidad de

⁵⁰ Se calcula la marca de clase sin considerar el -0.5% de tolerancia permitida.

combustible que se despacha por cada manguera, lográndose el efecto que, a mayor cantidad de mangueras y menor cantidad de combustible despachado, la multa sea mayor. Con ello se logrará que el efecto de disuasión sea más uniforme sin recargar necesariamente las multas a los establecimientos con menos de 4 mangueras desaprobadas.

Por otro lado, la aplicación de la tabla de multas programadas presentada en el Cuadro N° 5.5, permitirá reducir la diferencia entre el beneficio real y el monto de las multas, con lo cual se logrará sancionar a los establecimientos según el volumen de ventas, la cantidad de mangueras desaprobadas y la menor cantidad de combustible despachado.

Cuadro N° 5.5
Determinación de la tabla de multas según los rangos de error de las mangueras desaprobadas

Rangos de error	Marca de clase	Despacho promedio de una manguera por día calendario (Glns)	Precio S/Gln promedio	Beneficio Oculto al año por manguera S/	Probabilidad de detección	Beneficio Oculto considerando probabilidad de detección S/.	Beneficio Oculto considerando probabilidad de detección UITs
menor a -0.501% a -1.000%	-0.2505%	84	7.348	564.3506	50%	1129	0.35
menor a -1.000% a -1.500%	-0.7505%			1690.799	50%	3382	1.06
menor a -1.500% a -2.000%	-1.2505%			2817.2474	50%	5634	1.76
menor a -2.000%	-1.7505%			3943.6958	50%	7887	2.46

Notas:

1. - En la marca de clase se excluye el margen de error permitido de -0.5%.
 - 2.- El valor de 50% en la probabilidad de detección significa que se fiscalizan la mitad de las mangueras encontradas.
 - 3.- El Beneficio Oculto se calcula anualmente, debido a que se estima que una vez al año el OSINERG realizará un control de cantidad a nivel país.
- Fuente y Elaboración: Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos - OSINERG.

El procedimiento presentado en esta sección ha sido oficializado y publicado como una Pauta de Cálculo de Sanciones mediante Resolución N° 031-2005-OS/GG, que establece los lineamientos para el establecimiento de multas y sanciones por infracciones al numeral 2.8.1 de la Escala de Multas y Sanciones. Esta pauta contempla dos tipos de sanciones. La primera es de tipo pecuniaria y está basada en los cálculos descritos en esta sección. Se aplican las multas en función del número de mangueras halladas en falta, así como el margen de desvío promedio del umbral que establece la norma metrológica. La pauta establece que si existe reincidencia en la infracción dentro de dos años de impuesta la sanción por la infracción anterior, se aplicará el doble del valor de la multa.

El segundo tipo de sanción es una de tipo no monetaria que consiste en la suspensión temporal de actividades por quince días calendario si es que se reincide por tercera vez en un período de dos años. Si se comete la infracción por cuarta vez consecutiva, se aplica la suspensión definitiva de actividades que implica el cierre del establecimiento. Como puede observarse, la elaboración de esta nueva pauta recoge el criterio de la disuasión óptima en la aplicación de las sanciones monetaria (multas) y no monetaria (cierre de la estación del servicio) que se ha discutido en la Sección 3 de este documento dado que reconoce el hecho que si las multas son insuficientes para disuadir al infractor (se establece hasta dos multas por la misma infracción), se debe imponer sanciones no monetarias las cuales, a pesar de ser más costosas para la sociedad, pueden generar una mayor presión disuasiva ante reiteraciones en los incumplimientos.

Cuadro N° 5.6
Pautas que se deberán tomar en cuenta para la aplicación de la Escala de Multas y Sanciones del OSINERG, numeral 2.8.1

Numeral de la Escala de Multas y Sanciones, aprobada por Resolución de Consejo Directivo de OSINERG N° 028-2003-OS/CD	Multa / Sanciones Establecidas en la Escala de Multas	Infracción Referencia Legal	Criterios Específicos										
Numeral 2.8.1.	Hasta 60 UIT, Cierre del Establecimiento, Suspensión Temporal de Actividades, Suspensión Definitiva de Actividades, Retiro de Instalaciones y/o Equipos y Comiso de Bienes	<p>Por incumplir las Normas Metrológicas de Calibración, Control, Monitoreo y/o Similares en Establecimientos de venta de Combustibles</p> <p>- Art. 86° inciso a) del Reglamento aprobado por D. S. N° 030-98-EM</p> <p>- Art. 5° de la Ley Complementaria de Fortalecimiento Institucional de OSINERG, aprobada por Ley N° 27699</p>	<p>En Establecimientos de Venta de Combustibles Líquidos. Por cada manguera encontrada que exceda el Error Máximo Permisible:</p> <table border="1" data-bbox="919 1084 1203 1339"> <thead> <tr> <th>RANGO DE APLICACIÓN</th> <th>MULTA (UIT)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Desde -0501 % hasta -1.000%</td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td>Desde -1.001 % hasta -1.500 %</td> <td>1.05</td> </tr> <tr> <td>Desde -1.501 % hasta -2.000 %</td> <td>1.75</td> </tr> <tr> <td>Desde -2.001 % o menos</td> <td>2.45</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Atenuantes: Si luego de la comisión de la infracción y antes de la emisión de la sanción, acreditan con medio probatorio idóneo que han verificado sus equipos a través de una empresa de servicio metrológico con un cilindro patrón que cuenta con Certificado de Calibración vigente emitido por INDECOPI o una empresa de servicios metrológicos para verificar que no exceden el valor máximo permitido en la norma metrológica peruana, se le</p>	RANGO DE APLICACIÓN	MULTA (UIT)	Desde -0501 % hasta -1.000%	0.35	Desde -1.001 % hasta -1.500 %	1.05	Desde -1.501 % hasta -2.000 %	1.75	Desde -2.001 % o menos	2.45
RANGO DE APLICACIÓN	MULTA (UIT)												
Desde -0501 % hasta -1.000%	0.35												
Desde -1.001 % hasta -1.500 %	1.05												
Desde -1.501 % hasta -2.000 %	1.75												
Desde -2.001 % o menos	2.45												

			<p>aplicará sólo el 75% del importe de la multa.</p> <p>b. Agravantes:</p> <p>b.1) En el caso que el infractor vuelva a cometer la misma infracción, dentro de un periodo de dos años de consentida la resolución que le impuso la sanción por la infracción anterior, en cualquiera de las mangueras del mismo establecimiento, se le considerará reincidente y se le aplicará el doble de la multa indicada en el cuadro precedente.</p> <p>b.2) En caso que el infractor vuelva a cometer por tercera vez consecutiva la misma infracción, dentro del periodo de dos años de consentida la resolución que le impuso la sanción por la infracción anterior, en cualquiera de las mangueras del mismo establecimiento, se le aplicará la Suspensión Temporal de Actividades por un periodo de quince (15) días calendario.</p> <p>b.3) En caso que el infractor vuelva a cometer por cuarta vez consecutiva la misma infracción, dentro del periodo de dos años de haber quedado firme o consentida la resolución que le impuso la sanción por la infracción anterior, en cualquiera de las mangueras del mismo establecimiento, se le aplicará la Suspensión Definitiva de Actividades.</p>
--	--	--	---

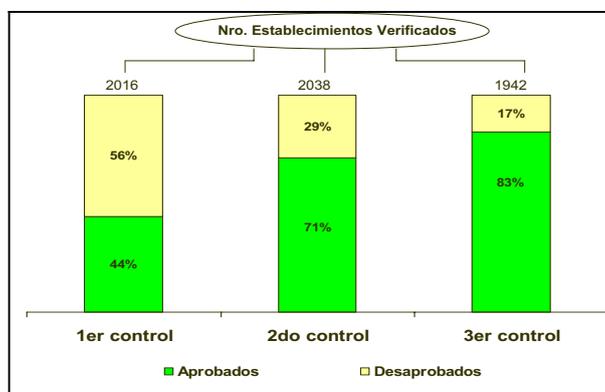
Fuente: Resolución N° 031-2005-OS/GG.

5.1.4. Resultados de la Campaña de Control Metrológico

Los resultados generales obtenidos de la ejecución del control metrológico en estaciones de servicio entre los años 2002 a 2004 han sido positivos en

cuanto a la reducción del número de infracciones por este concepto, dado que se ha observado una disminución de mangueras mal calibradas, logrando que a más clientes se les brinde la cantidad de combustible que están pagando. Durante el primer control metrológico realizado entre Julio del 2002 y Octubre del 2003, se detectó que sólo 897 establecimientos aprobaron las pruebas con el cilindro patrón de un total de 2016 unidades inspeccionadas (44% del total). En el segundo control efectuado entre Enero del 2003 y Julio del 2004, de los 2038 establecimientos inspeccionados aprobaron 1445 establecimientos (cerca del 71%). En el tercer control realizado entre Agosto del 2003 y Octubre del 2004, de los 1942 establecimientos inspeccionados aprobaron más de 1600 unidades (véase el Gráfico N° 5.2)⁵¹.

Gráfico N° 5.2
N° de establecimientos aprobados/desaprobados

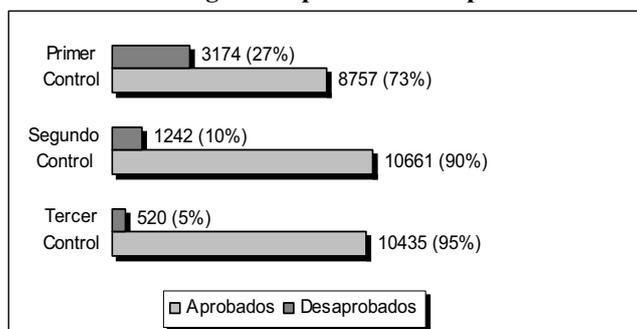


Fuente: Unidad de Fiscalización Especial - Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos – OSINERG.

⁵¹. Esta sección ha sido elaborada en base a la información proporcionada por la Unidad de Fiscalización Especial de la Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos (UFE-GFH). Se agradece la colaboración de Fidel Amésquita.

En cuanto al total de mangueras, durante el primer control se supervisaron 11931 de 22316 mangueras siendo desaprobadadas 3174 (27% total). En el segundo control, se inspeccionaron 11903 de 22926 mangueras siendo descalificadas 1242 (solo el 10%). Ya en el tercer control, de 21685 mangueras se supervisaron 10955 siendo desaprobadadas 520 (sólo el 5%). En el Gráfico N° 5.3 se ilustran estos resultados.

Gráfico N° 5.3
N° de mangueras aprobadas/desaprobadadas



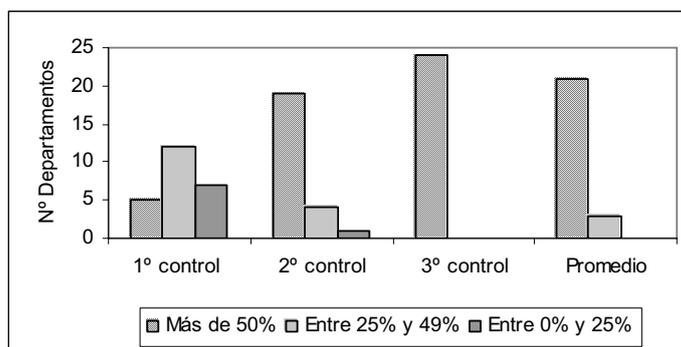
Fuente: Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos – OSINERG.

Según departamentos, en el primer control sólo 5 departamentos tuvieron aprobados a más de la mitad de sus establecimientos: Arequipa, 72%; Tacna 54%; Puno, Lima y Lambayeque, 52%. Los departamentos con menos establecimientos aprobados fueron Huancavelica y Madre de Dios con 17% y Huánuco con solo 10%.

En el segundo control los resultados mejoraron en casi 400% pasando a ser 19 los departamentos con más de la mitad de sus establecimientos aprobados: Apurímac, 100%; Lambayeque, 91%; Ancash, 88%; Huánuco, 84% y Madre de Dios, 82% fueron los casos más exitosos. Los

departamentos con menos establecimientos aprobados fueron Amazonas, 47%; La Libertad, 42% y Huancavelica donde ningún establecimiento aprobó. En el tercer control todos los departamentos tenían más del 50% de sus establecimientos aprobados siendo Tumbes, Ica, Pasco y Apurímac los casos más exitosos con más cerca del 90% de aprobación y Ucayali y Madre de Dios los menos exitosos con menos del 60% de aprobación. En promedio Apurímac y Arequipa tienen el mayor porcentaje de aprobación con un 78%, mientras que Ucayali y Huancavelica tienen la menor aprobación con 42% y 28% respectivamente (véase el Gráfico N° 5.4).

Gráfico N° 5.4
Porcentaje de establecimientos aprobados: Número de departamentos por rango

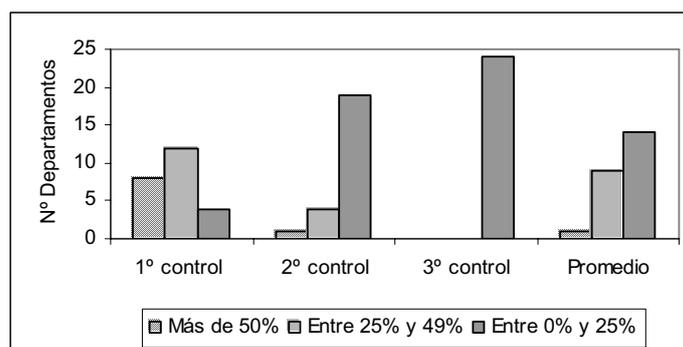


Fuente: Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos – OSINERG.

En cuanto al total de mangueras, Huancavelica tuvo un 76% de mangueras desaprobadas en el primer control y Arequipa fue el mejor caso con sólo 12% de mangueras desaprobadas. Ocho departamentos, incluido Huancavelica, tuvieron más del 50% de desaprobación. En el segundo control sólo Huancavelica, con el 70% de desaprobación, pasó el 50%. En

el tercer control ningún departamento tuvo más de la mitad de sus mangueras desaprobadas manteniéndose en la peor posición Huancavelica con el 33% de desaprobación, mientras que Tumbes el que obtuvo una aprobación total. En promedio, Huancavelica tuvo más de la mitad de mangueras desaprobadas, un 60%, mientras que Arequipa, Apurímac y Lima tuvieron menos del 10% (véase el Gráfico N° 5.5).

Gráfico N° 5.5
Porcentaje de mangueras desaprobadas: N° de departamentos por rango

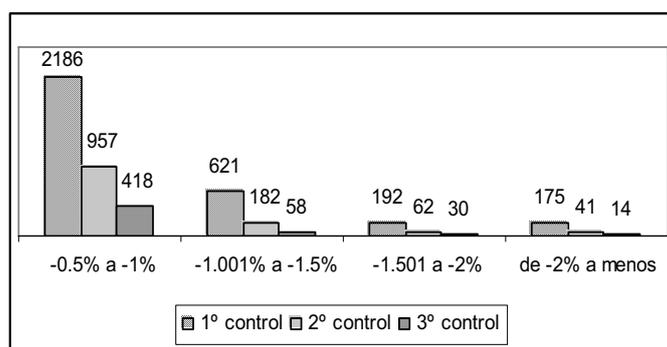


Fuente: Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos – OSINERG.

Estos resultados muestran los progresos que está logrando la labor supervisora del OSINERG sobre el particular mediante la aplicación del nuevo enfoque de supervisión, puesto que se ha reducido significativamente la cantidad de establecimientos con mangueras mal calibradas. Un aspecto importante es la reducción de la magnitud de las infracciones encontradas en el tercer control respecto del primero. Específicamente, las mangueras cuya infracción era de más de 2% disminuyeron de 418 en el primer control a 14, una reducción de más del 95%; mientras que las mangueras cuya

infracción era de 0.5% a 1% disminuyeron de 2186 a 175, lo cual implica una reducción de 92% (véase el Gráfico N° 5.6).

Gráfico 5.6
N° de mangueras por rango de infracción



Fuente: Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos – OSINERG.

Durante el primer control se encontró que los departamentos con mayor número de establecimientos hallados en falta que despachaban menos del 2% de la cantidad de combustible fueron Ayacucho (21%), Huancavelica (38%), registrándose adicionalmente que el 69% de todas las mangueras desaprobadas se ubicó en el rango más cercano al máximo permitido. En el caso del segundo control, estos departamentos fueron Ayacucho (26%) y Pasco (22%), registrándose que el 77% de las mangueras desaprobadas se ubicó en el rango más cercano al máximo permitido. Por último, en el tercer control el departamento donde se detectaron faltas graves fue Ayacucho (25%), registrándose también que el 80% de las mangueras desaprobadas se localizaron en el rango más cercano al máximo permitido.

En los tres controles se detectó que en la mayoría de establecimientos hay al menos una manguera que infringe con la norma. Ello puede explicarse porque es probable que esta manguera sea una de las que mayor uso tiene respecto a otras mangueras dentro del establecimiento, por lo que es posible que sea una de las que mayor mantenimiento necesita. En el caso de establecimientos que tienen más de 5 mangueras desaprobadas, ello sería indicio de que existe una conducta oportunista por parte del grifero o que no se está implementando un programa de mantenimiento y reemplazo adecuado de los equipos.

El esfuerzo de supervisión desplegado por el OSINERG ha mejorado el cumplimiento de la norma metrológica en beneficio de los usuarios. Los datos obtenidos en el primer control señalaban que existía un grave problema en el despacho de la cantidad exacta de combustibles en grifos y estaciones de servicio. Este problema estuvo provocando un perjuicio económico a los clientes que no recibían la cantidad justa del combustible que adquirirían.

Estimaciones preliminares realizadas por la Oficina de Estudios Económicos del OSINERG a partir del Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía - OSINERG, 2003 señalan que los usuarios residenciales a nivel nacional habrían asumido una pérdida social de alrededor de US\$ 7 millones entre el año 2002 y 2003 como consecuencia de la entrega de menor cantidad de combustible en las estaciones de servicio. El impacto de una mayor intensidad en la ejecución del control metrológico por parte del

OSINERG habría reducido esta pérdida social de acuerdo a las cifras mostradas en el Gráfico N° 5.6⁵².

El incremento en el esfuerzo de fiscalización, así como la aplicación de multas disuasivas óptimas de manera simultánea para el control de la cantidad vendida de combustibles en estos establecimientos está incrementando la capacidad del OSINERG para hacer cumplir la norma metrológica, reduciendo el número de infracciones por este concepto. Se espera que en un futuro la implementación plena del nuevo procedimiento de cálculo de multas permita disminuir a un nivel mínimo el número de incumplimientos por este concepto en beneficio de los usuarios.

Además, el análisis de este proceso de fiscalización desplegado por el OSINERG, nos deja algunas lecciones para la ejecución de procesos de fiscalización en el sector hidrocarburos en general, las cuales se presentan a continuación:

- El incremento del esfuerzo de fiscalización para supervisar a casi la totalidad de las empresas administradas es una estrategia efectiva para disuadir las infracciones a las normas cuando no existen experiencias previas de fiscalización. En este sentido, la supervisión “censal” puede ser la estrategia óptima en ciertos

⁵². En el caso de la adulteración de combustibles, se estima que los usuarios residenciales habrían asumido pérdidas sociales de alrededor de US\$ 62 millones de dólares. Sin embargo, se considera que el valor de estas pérdidas habría disminuido debido al control de calidad de combustibles que el OSINERG viene realizando desde el año 2003. En un próximo documento se presentará la evaluación del impacto social a nivel residencial de ambos controles. No obstante, debe manifestarse que la cobertura del estudio realizado sólo abarca al segmento formal de la economía, así como no considera las pérdidas asociadas al sector industrial y comercial.

segmentos de la industria donde no se hayan realizado anteriormente supervisiones.

- Las medidas de supervisión tienen un gran impacto inicial pero es probable que aquellas pierdan su efectividad, a medida que el tiempo pase y las empresas empiecen a adaptarse a la rutina del proceso de supervisión. Incluso, las empresas podrían infringir las normas en el lapso de tiempo entre cada una de las supervisiones.
- La supervisión y fiscalización no pueden eliminar las infracciones. En cambio, pueden reducir la tasa de incumplimientos a una tasa mínima natural que puede considerarse como tolerable.
- Cuando se alcanza una tasa mínima de incumplimientos, es posible utilizar una supervisión de tipo muestral para controlar el número de infracciones a las normas en la industria de manera disuasiva y eficiente.

5.2. Multas por violaciones a las normas de operación de redes de distribución de gas natural⁵³

Luego de haber discutido sobre los aspectos centrales relacionados al cálculo de las multas para los grifos y servicios por incumplir con la norma metrológica, se discutirá en esta sección sobre los criterios técnico-económicos para determinar la multa administrativa máxima por

⁵³. Esta sección ha sido elaborada en base a la información proporcionada por la Coordinación del Gas Camisea de la Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos (CGC-GFH). Se agradece la colaboración de Humberto Knell.

infracciones a las normas de operación en redes o sistemas de distribución de gas natural, así como con las normas sobre pruebas, inspección, mantenimiento, reparación y/o destrucción de redes o sistemas de distribución de hidrocarburos.

A fines del año 2004, la Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos (GFH) presentó un proyecto de resolución para incluir como referencia legal de los numerales 2.2.10 y 2.14.10 de la Escala de Multas y Sanciones, el Art. 42° del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos (DS N° 042-99-EM) y la modificatoria de los montos máximos de las multas establecidos en los numerales mencionados debido a que la experiencia de supervisión de campo puso en evidencia que el límite de 500 UIT que consideraba la Escala de Multas a la fecha podía ser insuficiente para disuadir incumplimientos mayores.

Incluir el Art. 42° literal d) de la citada norma como referencia legal en la Escala de Multas y Sanciones reconoce el incumplimiento de la obligación de conservar y mantener un sistema de distribución de gas natural en condiciones adecuadas para su operación eficiente, garantizando la calidad, continuidad y oportunidad del servicio según las condiciones que fije el Contrato de Concesión respectivo y las normas técnicas pertinentes.

Según la exposición de motivos de la modificatoria de la Escala de Multas y Sanciones, así como el Informe Técnico N° 111421-2004-GFH-CGC, la razón de la incorporación de esta infracción radicaba en el hecho que durante la supervisión y fiscalización de la puesta en operación del Proyecto Camisea se observaron incumplimientos al inciso d) del Art. 42° del Reglamento de Distribución de Gas Natural que constituyen infracciones



sancionables pero que no se encontraban reconocidas en la Escala de Multas y Sanciones.

Teniendo en cuenta que la actividad de distribución de gas natural proveniente del Proyecto Camisea en Lima y Callao crecerá en los próximos años debido a la expansión de la red de ductos de distribución para satisfacer la demanda comercial, industrial y residencial, y que muy probablemente la red de transporte se extienda a otras ciudades del país (como Ayacucho, Cusco, Ica, entre otras) donde se pondrán en operación otras redes de distribución⁵⁴, era necesario que la Escala de Multas contemple la infracción mencionada ante la posibilidad de que se produzcan incumplimientos a la norma en el futuro en las diferentes redes de distribución de gas natural a nivel nacional.



5.2.1. Recomendaciones planteadas



La recomendación que formuló la Oficina de Estudios Económicos a la Coordinación Gas de Camisea de la Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos (CGC-GFH) era calcular la multa máxima en base a los lineamientos metodológicos presentados en este documento. Esta recomendación fue acogida y aplicada, lo cual queda expresado en el Informe Técnico al mencionarse que:

Para la evaluación de la multa se parte del supuesto general que las empresas supervisadas pueden obtener un beneficio económico al cometer una infracción a las

⁵⁴. Para una presentación de estos aspectos, consúltese García, R. y A. Vásquez (2004). *La Industria del Gas Natural en el Perú*. Documento de Trabajo N° 1. Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.





normas, y que OSINERG puede detectar la infracción. Las empresas cometerán la infracción sólo si los beneficios de incumplir las normas son mayores a los beneficios de cumplirla (p.1).

Otra recomendación metodológica para calcular la multa máxima fue que se considerara cuál sería el caso probable más grande donde se podría producir la infracción a nivel nacional en el futuro. En opinión de los especialistas de la CGC-GFH, la Red de Distribución de Gas Natural más grande que existirá en el Perú es la Red de Lima y Callao cuya extensión es aproximadamente 63 kilómetros (red de alta presión), lo cual es consistente con el hecho que Lima es la ciudad más grande del Perú tanto en extensión geográfica como en número de habitantes (cerca de 9 millones de personas). Por esta razón, los especialistas consideran poco probable que exista una red de distribución más grande en otras regiones, más aún si se considera que las ciudades en el interior del país no superan a la fecha el millón de habitantes. Estos criterios han sido acogidos y aplicados, lo cual se constata en el Informe Técnico cuando se señala que:

El sistema de distribución de Gas Natural más grande que se ha previsto ejecutar en el país es la Red de Ductos de Lima y Callao, la cual está constituida por un ducto principal (troncal) de 20 pulgadas de diámetro (p.2).

Los especialistas de la GFH-CGC estimaron que el incumplimiento que originaría la mayor sanción sería el reemplazo de un ramal secundario de alimentación a un consumidor directo mayor (por ejemplo una central térmica de ciclo simple o combinado que opere con gas natural). Se



consideró que el incumplimiento estaría dado por la instalación de un ducto de menor diámetro.

5.2.2. Cálculo del Monto de la Multa Máxima

Los especialistas de la CGC-GFH consideraron que el diámetro del ducto requerido para garantizar la provisión de manera eficiente del gas natural a un gran consumidor directo en un ramal secundario de la Red de Distribución de Lima y Callao es de 14". La provisión eficiente y oportuna del gas se vería comprometida si se construyera un ducto de menor diámetro, por ejemplo uno de 10" u 8". Dado el diseño de la red, los especialistas de la GFH consideraron que un incumplimiento de este tipo puede extenderse en un ducto secundario con una extensión máxima de 10 Km.

La inversión que dejaría de realizar un concesionario al construir un ducto de menor diámetro constituye un costo evitado para la empresa, el cual se traduce en beneficios directos dado que la implementación de otras alternativas técnicas para solucionar el problema (cambio continuo de filtros, limpieza del ducto, etc.) sólo constituyen medidas de corto plazo pero no garantizan la estabilidad de la provisión del servicio en el largo plazo. Por ello, la única manera de solucionar el problema, de construirse un ducto de menor diámetro al especificado, es el reemplazo del ducto por uno de mayor diámetro. Como se ha mencionado anteriormente, la multa óptima para disuadir a la empresa de cometer infracciones de este tipo estará en función del beneficio neto y la probabilidad de detección de la empresa infractora.

El beneficio neto de infringir se estima en base al costo evitado de la empresa en la construcción del ducto con el diámetro adecuado. El procedimiento de cálculo se basa en tomar la diferencia del costo total del ducto óptimo de 14'' con los ductos de 10'' y 8''. De acuerdo a las referencias proporcionadas por la CGC-GFH, se tomó como caso de estudio uno en el cual en un tramo de 10 Km. el concesionario construye un ducto de 10'' para los primeros 5 Km. y otro ducto de 8'' para el resto del trayecto de la tubería. La información necesaria para calcular el costo evitado es presentada en el Cuadro N° 5.7.

Cuadro N° 5.7
Costos Estándares para la Construcción de Ductos en la Red de Distribución de Alta Presión de Lima y Callao

Φ Pulg	A m ²	L m	Kg/m	Peso Total Kg	\$/Kg	\$/m ²	TOTAL \$
Diametro	Area	Longitud	Peso unitario	(L) (Kg/m)	3.50 (i)	100 (ii)	
8	0.98	5000	57.27	286350	1,002,225	490,000	1,492,225 (C ₈)
10	1.24	5000	71.35	356750	1,248,625	620,000	1,868,625 (C ₁₀)
14	1.73	10000	94.49	944900	3,307,150	1,730,000	5,037,150 (C ₁₄)

Notas: (i) Costo Unitario de provisión, fabricación y montaje por Kilogramo de Ducto. (ii) Costo Unitario de recubrimiento, pruebas y limpieza por m² de derecho de vía. (C₁₄) = Costo de construcción ducto 14" Ø, (C₁₀) = Costo de construcción ducto 10" Ø, C₈ = Costo de construcción ducto 8" Ø.

Fuente: CGC - GFH - OSINERG.

El costo agregado del ducto (provisión de la materia prima, fabricación y montaje) se calculó multiplicando los kilogramos por metro lineal estimados (Kg/m) por la longitud del derecho de vía (L) y el costo por kilogramo (\$/Kg). Por otro lado, el costo por concepto de pruebas, recubrimiento y limpieza del ducto se calcula multiplicando el área del derecho de vía por m² (A m²) por la longitud en metros lineales del derecho de vía (L) y el costo por m² (\$/m²).

La probabilidad de detección fue estimada a partir de la información de la experiencia de campo en supervisión de la GFH. De acuerdo a esta información, la supervisión del ducto se realiza de manera mensual por lo que la probabilidad de detectar al operador en falta es igual a uno (1). Con los datos descritos y aplicando la fórmula (3.7) fue posible estimar de manera sencilla la multa óptima en base al costo evitado ($C_{evitado}$) en la construcción del ducto de la siguiente manera⁵⁵:

$$\begin{aligned}C_{evitado} &= C_{14} - [C_{10} + C_8] = 5,037,150 - [1,868,625 + 1,492,225] \\C_{evitado} &= \text{US\$ } 1,676,300 \\M^* &= C_{evitado} = \text{US\$ } 1,676,300 = \text{S/. } 5,699,420\end{aligned}$$

$$M^* = 1,781 \text{ UIT}$$

Redondeando la cifra, la multa máxima ascendería a 1,800 UIT.

5.3. Multas por infracciones al almacenamiento de combustibles⁵⁶

En esta sección se realizará un análisis del efecto disuasivo del método de cálculo de multas que se aplican a los productores, mayoristas e importadores de combustibles por las infracciones a la norma sobre mantenimiento de inventarios medios y mínimos de combustibles en las plantas de almacenamiento, el cual ha sido realizado en conjunto por la Oficina de Estudios Económicos y la Unidad de Terminales, Transportes,

⁵⁵. El tipo de cambio utilizado para el cálculo de la multa máxima fue de 3.4 Soles/US\$.

⁵⁶. Esta sección ha sido elaborada en base a la información proporcionada por la Unidad de Terminales y Transportes de la Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos (UTT-GFH). Se agradece la colaboración de Juan Ortiz y Jesús Cuadros.

Procesos y Ductos de la Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos (TT - GFH) durante el año 2004. Luego, sobre la base de la revisión analítica, se realizarán observaciones y comentarios a este procedimiento.

Debe señalarse que la norma que regula el mantenimiento de existencias medias y mínimas mensuales de combustibles líquidos es el Reglamento para la Comercialización de Combustibles Líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos (Decreto Supremo N° 045-2001-EM). Dicha norma establece, en su artículo 43°, que únicamente los productores, mayoristas o importadores que tengan capacidad de almacenamiento propia o contratada deberán mantener obligatoriamente en cada planta de abastecimiento una existencia media mensual de cada combustible almacenado equivalente a 15 días calendario de su despacho promedio de los últimos 6 meses anteriores al cálculo de los inventarios, y una existencia mínima de 5 días calendario del despacho promedio en cada planta.

Además, para efecto de lo establecido en el párrafo anterior la norma mencionada establece que los productores y distribuidores mayoristas que almacenen combustibles en varias plantas de abastecimiento en la misma ciudad o área podrán sumar los volúmenes de cada combustible para cumplir con la existencia mensual mínima. Por otro lado, la Tipificación de Infracciones y Escala de Multas y Sanciones (Resolución N° 028-2003-OS/CD) reconoce la infracción referida al no mantenimiento de la existencia media mensual y de la existencia mínima mensual para los combustibles líquidos en su numeral quinto, el cual establece una multa mínima de 5 UIT por esta infracción (equivalente a aproximadamente 1,200 barriles) y 0.4 UIT por cada 100 barriles o fracción de producto no almacenado adicionales para cumplir con la tenencia de inventarios

establecida por la norma (15 días calendario para las existencias medias y 5 días calendario para las existencias mínimas respectivamente). En ambos casos, sólo se considera la multa que sea mayor. Del análisis de la norma, se puede deducir que la estimación de las existencias medias y mínimas que está obligado a mantener un operador con capacidad de almacenamiento contratada en las plantas de abastecimiento puede calcularse empleando las siguientes fórmulas:

$$\text{Existencia Media: } E_M^i = 15 * \left(\frac{\sum_{t=0}^t D_{t-6}^i}{180} \right) \quad (5.4)$$

$$\text{Existencia Mínima: } E_m^i = 5 * \left(\frac{\sum_{t=0}^5 D_{t-6}^i}{180} \right) \quad (5.5)$$

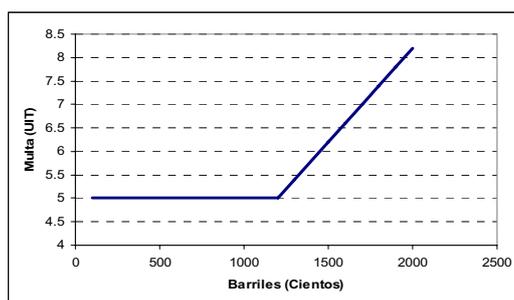
donde D_{t-6}^i es el volumen de despacho mensual reportado por el operador “j” en el período “t-6” para el combustible “i”, lo cual permite considerar el periodo de 6 meses comerciales anteriores a la fecha de cálculo de inventarios para el cómputo de las existencias mínimas y medias de acuerdo a lo que establece la norma. De acuerdo a la información proporcionada por la TT- GFH, la supervisión del mantenimiento de la existencia media y mínima promedio mensual por parte de los operadores se realiza por planta de abastecimiento, por producto y por mes. Se sanciona la infracción global del operador por el mes incumplido, no por infracciones particulares en el mantenimiento de inventarios por tipo de combustibles en cada planta de abastecimiento. El procedimiento para calcular la multa establecido en la

Escala de Multas y Sanciones puede sintetizarse mediante la siguiente función:

$$M(b) = \begin{cases} 5 & \text{si } b \leq 12 \\ 0.4b & \text{si } b > 12 \end{cases} \quad (5.6)$$

donde b es el número de barriles (expresados en cientos) no almacenados en las plantas de abastecimiento por los mayoristas, productores o importadores para mantener las existencias medias y mínimas. La multa M es una función que arroja el valor de 5 UIT para el caso que no se almacenen 12 cientos o menos barriles de combustibles (desvío máximo). Si se encuentra que el operador no ha almacenado más de 12 cientos de barriles de combustibles para satisfacer las tenencias mínimas y medias establecidas en la norma, la multa se vuelve una función lineal positiva que depende del número de cientos de barriles con una pendiente de 0.4. En el Gráfico N° 5.7 se esboza la figura de esta función:

Gráfico N° 5.7
Multas por Infracción al Mantenimiento de Tenencias Medias y Mínimas



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

5.3.1. Observaciones al Procedimiento de Cálculo de Multas

En primer lugar, debe destacarse que la manera de supervisar el mantenimiento de la existencia media y mínima promedio mensual adoptada por la TT – GFH, por medio de la cual se efectúan supervisiones por planta de abastecimiento, por producto y por mes, se considera adecuada ya que respeta el espíritu de la norma y porque es conveniente para el control de inventarios que cada agente (productor, importador, mayorista, etc.) mantiene en la cada una de las plantas.

En segundo lugar, el procedimiento de cálculo de multas establecido por la norma considera un cargo fijo inicial de 5 UIT, valor independiente del volumen fiscalizado no almacenado para un rango entre 0 y 1,200 barriles de combustible aproximadamente (ver Gráfico N° 5.7). Ello puede ocasionar que por infracciones que involucren un margen pequeño de desvío del valor de existencias medias o mínimas computadas mediante las fórmulas que establece la norma (ecuaciones 5.4 y 5.5) se fijen multas administrativas muy elevadas, sobre todo en el caso del control de la existencia mínima de un mayorista durante un mes calendario (se comentará en mayor detalle este aspecto más adelante).

En este sentido, se observa que la aplicación directa de la metodología puede generar un tratamiento desigual en la aplicación de sanciones sobre operadores que tienen un reducido margen de desvío respecto a los valores calculados por el OSINERG. Este inconveniente hace que la aplicación del procedimiento genere multas que no guarden relación proporcional con el beneficio esperado mensual que la empresa infractora obtendría por el

incumplimiento de la norma, lo cual provoca que las sanciones no sean óptimas.

De otra parte, esta limitación hace que la aplicación de las multas genere un trato desigual entre los operadores que incumplen en menor medida la norma con aquellos que presentan grandes incumplimientos en el mantenimiento de inventarios de combustibles dado que se aplican multas mayores por infracciones menores (5 UIT indistintamente de la magnitud de la infracción).

En este contexto, se observa que los montos de las multas obtenidas al aplicar el procedimiento de cálculo podrían ser poco disuasivos en el caso de infracciones que implican un gran volumen de combustible no almacenado, mientras que excesivamente disuasivo para infracciones que comprometen un reducido volumen.

En tercer lugar, si el desvío en el mantenimiento de existencias medias y mínimas sobrepasa los 1,200 barriles aproximadamente, la empresa es penalizada con 0.4 UIT por cada 100 barriles adicionales de combustible no almacenado.

Se tiene referencia que la R.M. N° 176 – 1999 – EM/SG en su numeral 10.1 establecía una multa de 5 UIT por la infracción al mantenimiento de existencias medias y mínimas. Sin embargo, en esa norma no se observaba una justificación técnica que sustente el valor de la multa. Al parecer, el valor de la multa habría sido fijado de manera discrecional por el Ministerio de Energía y Minas. La Escala de Multas y Sanciones vigente sólo se ha limitado a recoger el monto de la sanción de la escala anterior.

Finalmente, el procedimiento no refleja el esfuerzo de supervisión que realiza el OSINERG al no incorporar ninguna variable que refleje ese factor (como la probabilidad de detección). Este hecho puede ocasionar que la multa sea poco disuasiva para infracciones mayores (operadores con grandes márgenes de desvío en el mantenimiento de inventarios a los cuales se les podría aplicar multas reducidas en relación al beneficio que obtienen por la infracción).

5.3.2. Comparación con un esquema de multas óptimas

En base a la información proporcionada por la TT – GFH, se realizará una simulación del cálculo de multas disuasivas óptimas por infracciones a la norma de mantenimiento de existencias medias y mínimas. Asumiendo supuestos conservadores, es posible calcular el beneficio neto que obtiene una empresa al infringir la norma durante un mes (para guardar consistencia con el período de cada supervisión). El cálculo del beneficio se ha realizado para una empresa que mantiene existencias de combustibles en una planta de abastecimiento y que ha sido hallada en falta.

Infracciones en el Mantenimiento de Existencias Medias

La variable clave para el cálculo de multas disuasivas es el beneficio económico que obtienen los infractores por los incumplimientos a las normas, el cual está conformado por los *costos evitados* y por la *ganancia oculta* que obtiene una empresa por no contar con las existencias medias que son calculadas por la TT-GFH de acuerdo a las fórmulas 5.4 y 5.5.

De acuerdo a la información proporcionada por la TT-GFH, la ganancia oculta depende directamente del volumen de barriles no almacenados para cumplir con la norma y del costo del almacenamiento sólo en aquellos casos en que ocurra un exceso de utilización de la capacidad de almacenamiento por encima de la contratada a la planta de abastecimiento.

Para el cálculo de las multas disuasivas óptimas, se propone utilizar una fórmula que capture el beneficio ilícito estimando las ganancias que tendría el infractor al no cumplir con la normatividad respecto a las existencias medias. La fórmula propuesta de la multa M^* es la siguiente:

$$M^* = \begin{cases} \alpha^*[(Q_{OSI} - Q_R)m] + Ca^*1.10(Q_{OSI} - K) & \text{Si } Q_{OSI} > K \quad (E1) \\ \alpha^*[(Q_{OSI} - Q_R)m] & \text{Si } Q_{OSI} \leq K \quad (E2) \end{cases} \quad (5.7)$$

En la ecuación 5.7, $(Q_{OSI} - Q_R)$, representa el desvío detectado que viene a ser la diferencia entre la existencia media calculada por el OSINERG Q_{OSI} y la existencia media reportada por el mayorista Q_R medido en número de barriles. Asimismo, m representa el margen comercial del mayorista, el cual varía según el combustible que se examine y el mes específico donde se realizó la supervisión. Luego, el producto del desvío y el margen comercial representa la ganancia generada por no almacenar lo estipulado con la norma.

Por otro lado, Ca representa el costo de almacenamiento por capacidad contratada mensual por barril, el cual se multiplica por 1.10 puesto que la planta de almacenamiento penaliza al mayorista con 10% si se excede en el

uso de la capacidad por encima de lo establecido en su contrato⁵⁷. Finalmente, K representa la capacidad contratada por el mayorista por lo que $(Q_{OSI} - K)$ representa el exceso de las existencias por encima de la capacidad contratada.

En caso las existencias medias calculadas por el OSINERG sean mayores que la capacidad contratada por el mayorista, se estará bajo un escenario donde el agente se ahorra el costo del almacenaje adicional así como la penalización que le impone el operador de planta (10% de incremento en el costo de almacenamiento), lo que implica que el costo evitado adicional viene a ser $Ca * 1.10 * (Q_{OSI} - K)$.

La multa se puede calcular bajo dos escenarios de acuerdo a la fórmula 5.7. En el primero (E1) se supone que el mayorista no contrató la suficiente capacidad de almacenamiento para mantener inventarios de combustibles equivalentes a 15 días de su despacho promedio, lo cual implica que sea penalizado por la planta envasadora con un incremento del 10% en el costo del almacenaje. Ello sucede cuando $Q_{OSI} > K$. En el segundo escenario (E2) la capacidad contratada por el mayorista es mayor o igual a las existencias calculadas por OSINERG, es decir $Q_{OSI} \leq K$. Ello implica que la empresa no sea penalizada por excederse en el uso de la capacidad de almacenamiento.

Procedimiento de cálculo de la multa

Para la estimación del desvío promedio deberá utilizarse la información del Sistema de Procesamiento de Información Comercial (SPIC). Por otro lado para el cálculo de los márgenes comerciales de los Mayoristas se deberá

⁵⁷. Información obtenida de los contratos entre los administradores de las plantas de almacenamiento y sus clientes. http://www.proinversion.gob.pe/transparencia/cont_1_1.htm.

utilizar como fuente el Informe de Precios Referenciales y Precios Reales de los combustibles derivados del Petróleo (al 29 de agosto 2005) que publica la Dirección General de Hidrocarburos en su sitio de Internet⁵⁸. Los costos de almacenamiento Ca deben ser obtenidos de los contratos de operación de los terminales publicados por PROINVERSION⁵⁹. El valor inicial establecido en los contratos es de US\$ 0.60 por barril, lo cual representa en valor nominal del año 2004 aproximadamente US\$ 0.65.

Además, la multa debe considerar el número de días en que el mayorista se encuentra en falta. En el Gráfico N° 5.8 se muestra con datos simulados la posible variación que pueden experimentar las existencias de un mayorista en un horizonte de 10 días. Como puede notarse en el gráfico, no en todo el mes un mayorista se encontrará en falta, lo cual dependerá de su política de inventarios. Así, en algunos días el mayorista incumplirá con la normatividad vigente pero en otros no⁶⁰.

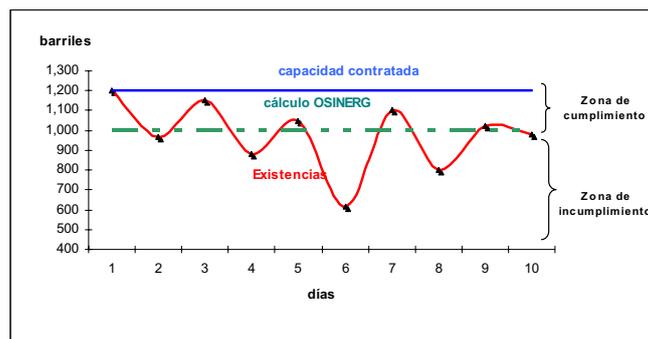
Con el propósito de evitar que las multas sean excesivamente disuasivas se multiplica el beneficio ilícito por α que representa los días de incumplimiento de la norma para horizonte de 30 días calendario. Se va asumir un escenario conservador de incumplimiento promedio equivalente a un tercio de un mes (10 días)

⁵⁸. <http://www.minem.gob.pe/hidrocarburos/index.asp>.

⁵⁹. http://www.proinversion.gob.pe/transparencia/cont_1_1.htm.

⁶⁰ En el cálculo de la multa, se asumirá que sólo 10 días son tomados como si el mayorista incumpliera la norma vigente, y no todo el mes.

Gráfico N° 5.8
Variabilidad de Existencias en un horizonte de 10 días



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Por otro lado, la probabilidad de detección promedio ha sido estimada a partir de la información de la TT- GFH. En términos formales la probabilidad de detección de una empresa que no almacena suficiente combustible P_{total} es igual a la probabilidad de que se supervise una planta de almacenamiento π : $P_{total} = \pi$.

Debido a que mensualmente se realiza al menos una supervisión de todas las plantas de almacenamiento a nivel nacional, la probabilidad de fiscalizar una planta es igual a uno⁶¹. De esta manera, la multa óptima será igual a la ecuación 5.7. Para ver como se aplica la metodología de cálculo, considérese el siguiente caso hipotético. Supóngase que en una planta de almacenamiento se detectó que una empresa mayorista no mantuvo su nivel de existencia media y mínima mensual para el combustible diesel 2. El OSINERG calculó que la existencia media era aproximadamente 900

⁶¹. Esta probabilidad cambiaría si es que la supervisión de las plantas de almacenamiento se realizara por muestreo

barriles mientras que el nivel de existencias medias y mínimas reportado por el Sistema de Procesamiento de Información Comercial (SPIC) durante el mes de supervisión fue de sólo 750 barriles respectivamente. El desvío del valor de existencia media es 150 barriles, verificándose que el mayorista no excedió su capacidad contratada. Por lo tanto la multa óptima en este caso sería⁶²:

$$M^* = B = 10 * 5.04 * 150 = 7,560 = 2.29 \text{ UIT}$$

donde 5.04 es el margen del mayorista estimado por barril. Como puede notarse, la multa debe recoger todas las fuentes generadoras de beneficios. Ello implica que el beneficio de la infracción se debe calcular sobre la base de las ganancias derivadas del no almacenamiento y los costos de almacenamiento evitados para todos los tipos de combustibles que almacena un mayorista en todas las plantas donde tiene capacidad contratada mensualmente.

Aplicación al caso de un mayorista de combustibles líquidos

Con el procedimiento descrito, se aplica la metodología al caso de un mayorista de combustibles que mantiene capacidad de almacenamiento contratada para dos combustibles: diesel 2 y gasolina de 90 octanos. Se asume que la planta de almacenamiento tiene una capacidad máxima de almacenamiento de 50,000 barriles pero el mayorista contrata en promedio 1,500 y 3,000 barriles para los dos combustibles respectivamente durante el año 2,003. Las existencias medias y mínimas reportadas por el SPIC son

⁶². Para el año 2005, se ha establecido que la UIT es igual a S/. 3,300.



corregidas por las mermas de combustibles que de acuerdo a la TT – GFH aproximadamente ascienden a 0.5% del total de combustible.

En base al despacho reportado por el mayorista, se calcula la existencia media con la ecuación 5.7 obteniendo las estimaciones de estas variables. Siguiendo el procedimiento de la TT – GFH, se evalúa el cumplimiento de la norma para ambos casos y se determina si el mayorista infringe o no la norma. Posteriormente, se calcula el desvío en barriles de las existencias medias y mínimas calculadas. Con los valores obtenidos se estima la multa referencial que OSINERG asignaría para cada combustible, así como la multa óptima en ambos casos (en soles y en UIT) aplicando las fórmulas 5.4 y 5.2 (véase el Cuadro N° 5.8).

Para desarrollar el ejercicio, se fija el margen del mayorista promedio para diesel 2 en 0.12 soles por galón, que medido en barriles es igual a 5.04 soles por barril⁶³ y para el caso de la gasolina de 90, el margen del mayorista promedio es 0.2 soles por galón, el cual medido en barriles es igual a 8.4 soles por barril⁶⁴. El costo de almacenamiento mensual es fijado por los operadores de planta en \$0.65 por barril, lo que a un tipo de cambio de 3.26 soles por dólar es igual a 2 soles por barril. Este valor se aplica para ambos tipos de combustibles. En el Cuadro N° 5.8 se muestran los datos de las fuentes de donde se obtienen los márgenes del mayorista promedio.

⁶³. Donde un 1 barril es equivalente a 42 galones.

⁶⁴. Fuente: Informe de Precios. MINEM (al 29 de Agosto). Dirección General de Hidrocarburos.



Cuadro N° 5.8
Precios de la gasolina de 90 octanos y del diesel 2 al 29 de Agosto del 2005*

COMBUSTIBLE	MERCADO INTERNO			OSINERG		DIFERENCIA	
	(Vigente desde 20 de Agosto 2005)	Precio de Referencia	Margen Mayorista Promedio	PRECIO+ MARGEN	Soles/ Galón	%	
G - 90	5.96	6.5	0.2	6.7	-0.74	-11.0%	
DIESEL 2	6.65	6.97	0.12	7.09	-0.44	-6.2%	

* Los precios están en soles por galón.

Fuente: Dirección General de Hidrocarburos. MINEM.

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos –OSINERG.

En el Cuadro N° 5.9 se muestran los supuestos usados y los valores calculados para el cálculo de las multas por incumplimiento en el nivel de existencias medias para el caso del diesel 2 y la gasolina de 90 octanos.

Cuadro N° 5.9
Supuestos Utilizados para el Cálculo de las Multas

Días de Infracción	Costo de Almacenamiento (soles por barril)	Margen Comercial (soles por barril)		Penalidad
		Diesel 2	Gasolina 90	
10	1.956	5.04	8.4	10%

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

En el Cuadro N° 5.10 se muestra tanto la información utilizada para el cálculo de la multa como los resultados del ejercicio a partir de los cuales se calcula la multa óptima para cada combustible en soles y en UIT por mes calendario. La multa que se aplicará al mayorista infractor deberá ser la suma del beneficio ilícito obtenido por el almacenaje del diesel 2 y de la gasolina de 90 octanos.

Cuadro N° 5.10
Estimación del Beneficio Neto que obtiene un mayorista hipotético que comercializa Diesel 2
y gasolina de 90 octanos por no almacenar las cantidades adecuadas de combustibles
para mantener las existencias medias
(Barriles)*

DIESEL 2													
Fecha	Capacidad de Almacenamiento contratada por el Mayorista de la Planta	Capacidad contratada por el Mayorista	Existencia Mínima Reportada	E Mínima corregida por mermas	Existencia Media Reportada	E Media corregida por mermas	Despacho Registrado	Existencia Media Calculada	Cumplimiento EM	Diferencia Barriles (EM)	MULTA REFERENCIAL GFH UIT	Multa Óptima (S/.)	Multa Óptima UIT
Ago-02	50,000	2,000	410	412	1,785	1,794	2,912						
Sep-02	50,000	2,000	190	191	1,945	1,955	2,845						
Oct-02	50,000	2,000	278	279	1,875	1,884	2,500						
Nov-02	50,000	2,000	369	371	1,685	1,693	2,850						
Dic-02	50,000	2,000	365	367	1,679	1,687	2,900						
Ene-03	50,000	1,200	110	111	500	503	1,645	1,304	INCUMPLE	804	5.0	40,569	12.3
Feb-03	50,000	1,200	410	412	841	845	899	1,137	INCUMPLE	296	5.0	14,897	4.5
Mar-03	50,000	1,200	140	141	365	367	845	970	INCUMPLE	605	5.0	30,488	9.2
Abr-03	50,000	1,200	390	392	600	603	1,397	878	INCUMPLE	278	5.0	14,011	4.2
May-03	50,000	1,200	310	312	1,120	1,126	1,288	748	CUMPLE	-	-	-	-
Jun-03	50,000	1,200	435	437	1,063	1,068	1,301	615	CUMPLE	-	-	-	-
Jul-03	50,000	1,200	280	281	500	503	1,124	571	INCUMPLE	71	5.0	3,587	1.1
Ago-03	50,000	1,200	135	136	500	503	1,001	580	INCUMPLE	80	5.0	4,015	1.2
Sep-03	50,000	1,200	120	121	941	946	935	587	CUMPLE	-	-	-	-
Oct-03	50,000	1,200	274	275	500	503	849	542	INCUMPLE	42	5.0	2,092	1
Nov-03	50,000	1,200	321	323	785	789	777	499	CUMPLE	-	-	-	-
Dic-03	50,000	1,200	261	262	300	302	1,240	494	INCUMPLE	194	5.0	9,769	3

Continúa...

Finaliza...

GASOLINA 90													
Fecha	Capacidad de Almacenamiento de la Planta	Capacidad contratada por el Mayorista	Existencia Mínima Reportada	E. Mínima corregida por mermas	Existencia Medial Reportada	E. Medial corregida por mermas	Despacho Registrado	Existencia Medial Calculada	Cumplimiento EM	Diferencia Barriles (EM)	MULTA REFERENCIAL OSINERG UIT	Multa Optima (S/.)	Multa Optima UIT
Ago-02	50,000	3,000	450	452	2,456	2,468	5,741						
Sep-02	50,000	3,000	360	362	2,986	3,001	5,056						
Oct-02	50,000	3,000	510	513	3,410	3,427	6,489						
Nov-02	50,000	3,000	760	764	2,896	2,910	4,978						
Dic-02	50,000	3,000	741	745	2,940	2,955	5,069						
Ene-03	50,000	3,000	658	661	1,568	1,576	2,569	2,492	INCUMPLE	924	5	77,602	23.5
Feb-03	50,000	3,000	789	793	1,945	1,965	2,687	2,237	INCUMPLE	292	5	24,556	7.4
Mar-03	50,000	4,000	805	809	3,145	3,161	4,712	2,209	CUMPLE	-	-	-	-
Abr-03	50,000	4,000	910	915	2,456	2,468	3,478	1,958	CUMPLE	-	-	-	-
May-03	50,000	4,000	789	793	1,500	1,508	3,245	1,813	INCUMPLE	313	5	26,320	8.0
Jun-03	50,000	2,500	456	458	1,789	1,798	2,784	1,623	CUMPLE	-	-	-	-
Jul-03	50,000	2,500	1,400	1,407	1,500	1,508	2,856	1,647	INCUMPLE	147	5	12,334	3.7
Ago-03	50,000	2,500	845	849	1,986	1,996	4,512	1,799	CUMPLE	-	-	-	-
Sep-03	50,000	2,500	800	804	1,500	1,508	3,589	1,705	INCUMPLE	205	5	17,248	5.2
Oct-03	50,000	4,000	786	790	2,004	2,014	3,287	1,689	CUMPLE	-	-	-	-
Nov-03	50,000	4,000	419	421	1,456	1,463	3,564	1,716	INCUMPLE	260	5	21,840	6.6
Dic-03	50,000	4,000	710	714	1,698	1,706	2,569	1,698	CUMPLE	-	-	-	-

* El porcentaje de mermas que se produce por el almacenamiento de combustibles líquidos en tanques ha sido estimado en 0.5% por la TT – GFH. Los datos han sido simulados en base a las referencias proporcionadas por la TT – GFH.
Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Finalmente en el Cuadro N° 5.11, se presenta una comparativa de las multas mensuales que se aplicarían en este caso. La multa que se estima con el procedimiento de la TT – GFH considera que se imponga una sola sanción por la infracción global del mayorista en todas las plantas de abastecimiento para todos los tipos de combustibles que almacena. Además, se impone una sola sanción por la infracción al mantenimiento de existencias medias y mínimas (se impone una sola multa – la que sea mayor - si es que por ejemplo el mayorista no cumple con la tenencia de inventarios medios y mínimos). Por otro lado, la multa óptima total se obtiene aplicando la ecuación 5.7.

Cuadro N° 5.11
Comparativa de las Multas Calculadas para la Simulación

Fecha	Multa Consolidada GFH	Multa Óptima Total (UIT)	Grado de Disuasión
Ene-03	5	35.8	**
Feb-03	5	12.0	**
Mar-03	5	9.2	**
Abr-03	5	4.2	*
May-03	5	8.0	**
Jun-03	--	--	--
Jul-03	5	4.8	*
Ago-03	5	1.2	*
Sep-03	5	5.2	**
Oct-03	5	0.6	*
Nov-03	5	6.6	**
Dic-03	5	3.0	*

** La multa de la TT – GFH es poco disuasiva.

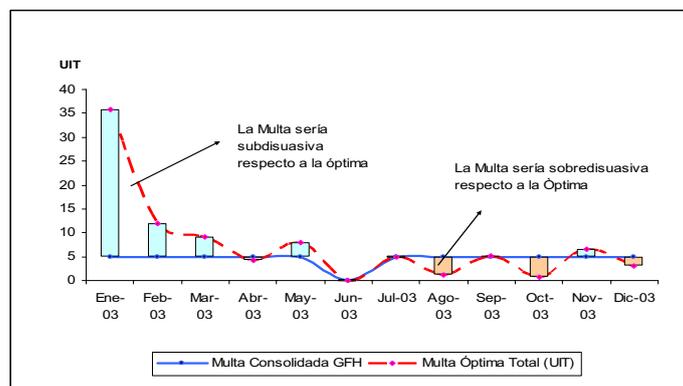
* La multa de la TT – GFH es disuasiva en exceso.

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Se observa en el Cuadro N° 5.11 que para el período de estudio en 6 ocasiones las multas calculadas con el procedimiento anterior son poco disuasivas porque representan una cantidad menor al beneficio que el infractor habría obtenido por incumplir con la norma. En el resto de los casos las multas son disuasivas en exceso, destacando el mes de Octubre donde debería establecerse 5 UIT mientras que la multa óptima es de 0.6 UIT.

El Gráfico N° 5.9 ilustra los mismos resultados del Cuadro N° 5.11 resaltando las divergencias de las multas establecidas con la pauta anterior y las establecidas de manera óptima. Por lo tanto, el procedimiento de cálculo vigente a la fecha puede imponer multas disuasivas en exceso para márgenes de desvío pequeño como en el caso del mes de Octubre.

Gráfico N° 5.9
Comparación entre el procedimiento de cálculo óptimo de multas y la pauta anterior



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.



Si se contrasta la pauta de cálculo anterior para el cálculo de multas con el esquema de cálculo óptimo, puede observarse que aquel puede generar multas muy elevadas comparadas con las óptimas. Sin embargo, el procedimiento anterior puede generar también multas poco disuasivas como en el caso de Enero del 2003.

En ese sentido, la pauta de cálculo anterior puede generar, en primer lugar, multas que no son lo suficientemente disuasivas para inducir a las empresas a cumplir con la tenencia de existencias medias. Sin embargo, puede darse el caso que las multas calculadas con la pauta anterior sean demasiado disuasivas principalmente en aquellos casos donde el desvío promedio es reducido. Por lo tanto, las multas podrían no cumplir un rol disuasivo de la conducta infractora de las empresas operadoras.



Infracciones en el Mantenimiento de Existencias Mínimas



La supervisión de las existencias mínimas se realiza evaluando el día del mes correspondiente a la supervisión donde las existencias alcanzan el valor mínimo que el distribuidor mayorista debería mantener para realizar ventas durante 5 días, de acuerdo a la información de los seis meses previos.

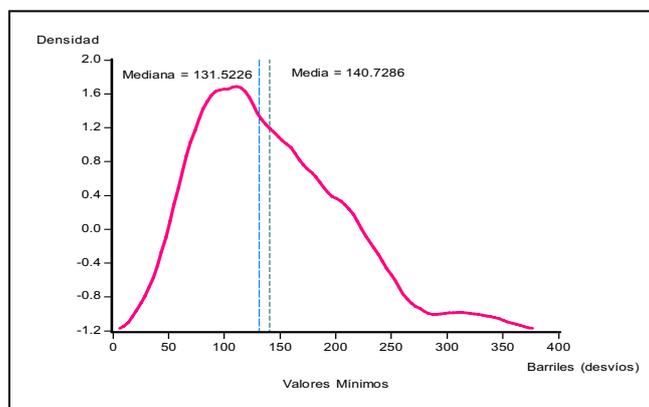
Dado que sólo se considera el día donde las existencias alcanzan un valor mínimo, el beneficio ilícito detectable por esta infracción sería reducido debido a que los desvíos del monto calculado por el OSINERG serían probablemente pequeños. El incumplimiento de esta regulación se debería posiblemente a las prácticas comerciales de los mayoristas, a contingencias en el abastecimiento (picos de demanda en un día atípico, restricciones en el



abastecimiento, etc.) que están fuera del control de los mayoristas, o por oportunidades comerciales.

En este caso, puesto que la ocurrencia de la falta está sujeta a una serie de contingencias y que los beneficios ilícitos son reducidos, debería establecerse una multa base la cual podría calcularse en base al historial de los desvíos mínimos registrados en los expedientes de fiscalización. Por ejemplo, podría calcularse el valor mediano de la distribución de desvíos mínimos con el cual podría estimarse el beneficio ilícito mediano el cual constituiría una multa base. En el Gráfico N° 5.10 se presenta la estimación de la densidad *Kernel* a partir de una simulación de los valores mínimos de desvío para la gasolina de 90 octanos. Se puede apreciar que la mediana de la distribución es 131.5 barriles de desvíos.

Gráfico N° 5.10
Simulación de la Densidad Kernel de los desvíos mínimos



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Si se multiplica el margen de desvío por la ganancia del mayorista para este combustible (S/. 8.4), se obtiene que la multa óptima base es igual a S/. 1,105, valor que es equivalente a 0.335 UIT. Se sugiere que este procedimiento se aplique a todos los combustibles que son almacenados por los mayoristas en las plantas de almacenamiento para poder elaborar una tabla de multas programadas por el incumplimiento de esta infracción. Las multas se aplicarían de manera automática si se detecta esta infracción, en un contexto donde no se incumple con la tenencia de existencias medias. En este sentido, se aplicará la sanción prevista para la infracción de mayor gravedad.

Sería conveniente que se elabore una tabla de multas programadas que gradúe el valor de la multa base en función, por ejemplo, del tipo de combustible, del número de días de retraso en la entrega de la información comercial, del tipo de agravantes, entre otros criterios que puede considerar la UTT-GFH. El criterio más sencillo puede ser el siguiente:

1. Considerar el valor de la desviación con respecto a la mediana de la distribución como el indicador de graduación de la multa. Para calcular este parámetro, se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$D(\hat{m}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \hat{m})^2}{n-1}}$$

donde \hat{m} es el valor mediano estimado partir de la distribución de desvíos mínimos, n es el número de observaciones y d_i es el margen de desvío.

2. Aumentar y disminuir en una desviación respecto de la mediana de acuerdo a la gravedad de la infracción⁶⁵.

5.4. Sanciones por Informalidad en la Comercialización de Combustibles Líquidos

La industria de hidrocarburos peruana ha experimentado cambios importantes producidos por el proceso de privatizaciones iniciado a mediados de la década de 1990 amparados en la Ley Orgánica del Sector Hidrocarburos (Ley N° 26221), lo cual significó la entrada de operadores privados en diversos segmentos de la industria (exploración, explotación, transporte, refinación, y comercialización) y el diseño de un nuevo marco institucional donde aparece el OSINERG como entidad supervisora y fiscalizadora de la industria.

Los desafíos para el cumplimiento de las funciones del OSINERG en el sector se derivan de la supervisión de la cadena de comercialización de combustibles líquidos en el segmento *downstream*, la cual se encuentra muy atomizada y en donde la informalidad, el contrabando (interno debido a las exoneraciones tributarias en la región selva y externo debido al diferencial de precios en las zonas de frontera) y otras actividades ilícitas se hallan presentes.

Respecto al problema de la informalidad, el OSINERG tiene el encargo de realizar su control, el cual está a cargo de la Unidad de Fiscalización Especial de la Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos. Esta Unidad,

⁶⁵. La asignación de una desviación estándar constituye un escenario conservador. Si se deseara ser más disuasivo podría considerarse el uso de dos o más desviaciones.

apoyada sobre un cuerpo de fiscalizadores, los sistemas de información SPIC y SCOP, así como en las denuncias de los usuarios, realiza operativos de control a nivel nacional.

El control de este fenómeno presenta una serie de complejidades dado que la informalidad presenta muchas facetas que hacen difícil el planteamiento de operativos de fiscalización de tipo convencional, por lo que el OSINERG enfrenta un gran desafío al hacer buscar combatir este problema en campo.

Otro problema es el asociado con la aplicación de las sanciones que debe imponer el OSINERG ante la detección de agentes informales. El OSINERG reconoce a un operador como informal como aquel que opera sin contar con el debido registro de la Dirección General de Hidrocarburos. La Escala de Multas y Sanciones (RS. 028-2003-OS/CD) establece en su numeral 4.3.4. una multa máxima de 50 UIT por este concepto. Las sanciones no pecuniarias por estas infracciones son las siguientes: CE: Cierre del Establecimiento, CI: Cierre de Instalaciones, REI: Retiro de Instalaciones y Equipos, y CB: Comiso de Bienes.

La aplicación de las sanciones óptimas para disuadir la conducta informalidad depende del tipo de informal al cual se pretendan reprimir. Vásquez, et al. (2005), identifican la existencia de dos tipos de informales:

- Primer Tipo: es un agente que ha realizado toda la inversión necesaria para poner una estación de servicio pero no ha regularizado aún su situación legal debido al incumplimiento de ciertas normas de seguridad o por demora en la ejecución de los trámites administrativos. Cubre a un segmento superior de la

demanda, compuesta en gran parte por propietarios y conductores de unidades de transporte privado o público. Tiene mayor probabilidad de ser formalizable.

- Segundo Tipo: es un agente que cumple con pocos o ningún requisito impuesto por las autoridades pertinentes y cuya probabilidad de adecuación a las normas establecidas es bastante reducida. Comprende pequeños comercializadores de combustibles, contrabando, tráfico desde zonas exoneradas, mezclas. Cubre el segmento inferior de la demanda compuesto en gran parte por conductores de vehículos “combi” en los paraderos de las líneas de transporte. Tiene pocas posibilidades de ser formalizable.

En este contexto, el Organismo Supervisor deberá sancionar a las empresas infractoras haciendo uso de alguno de sus instrumentos eligiendo entre la aplicación de multas pecuniarias y/o no pecuniarias. En el caso de los informales del primer tipo que se encuentran en pleno proceso de formalización, la aplicación de multas es apropiada debido a que la empresa infractora asumirá el pago de la sanción para poder seguir con el proceso de formalización y obtener la autorización de funcionamiento que otorga el OSINERG. En este sentido, la multa si puede cumplir un rol disuasivo. Sin embargo, la aplicación de sanciones pecuniarias para los informales del segundo tipo presenta algunas restricciones:

- Las empresas informales están sujetas a restricciones de capital, con lo cual, no será factible que estas paguen multas altas, en relación al capital invertido. La naturaleza informal de sus

actividades les permite obtener elevados beneficios, que en valor presente representan varias veces el capital físico invertido.

- La determinación de una multa dependerá del daño social que causa una empresa a la sociedad, en este caso, los daños serían muy grandes. Estos daños se asocian a la evasión de impuestos, a la baja calidad de combustible que distribuyen, a la falta de seguridad para realizar sus actividades pudiendo ocasionar daños a las poblaciones aledañas a la empresa.
- Muchas empresas informales no cuentan con una ubicación geográfica fija y muchas camuflan sus actividades ilegales dentro de otras actividades formales que realiza la empresa. Estas dos situaciones hacen difícil que estas actividades ilícitas sean detectadas por el organismo supervisor.
- Estas empresas no cuentan con un representante legal que se responsabilice administrativa y/o penalmente por las infracciones cometidas. Ello imposibilita que se apliquen cobranzas coactivas, más aún teniendo en cuenta las restricciones de capital de la empresa infractora.

En la medida que el propósito de las multas óptimas es la disuasión de actividades ilícitas y que la ejecución de las mismas es casi imposible cuando se pretende utilizarlas para sancionar a empresas informales del segundo tipo, es necesario determinar un criterio alternativo al del beneficio esperado que disuada al comportamiento informal.

Considerando los problemas ya mencionados y teniendo en cuenta lo discutido en la Sección 3.2, no sería eficiente usar una multa como instrumento coercitivo⁶⁶, por lo que el uso de una sanción no pecuniaria, como el cierre de los establecimientos o el comiso de bienes, sería más adecuado ya que posee un efecto disuasivo mayor al afectar la principal fuente generadora de ingresos de los agentes informales que son las facilidades o instalaciones donde realizan sus actividades ilegales.

5.5. Multas por infracciones en Grifos Rurales⁶⁷

Por último, en esta sección se pasará a discutir las modificaciones a la Resolución 028-2003 CD/OS propuestas por la GFH – OSINERG para ampliar los rangos máximos de la escala de multas por los incumplimientos en los que pueden incurrir los grifos rurales. Luego, en base a la revisión teórica se formularán observaciones a este procedimiento. La Unidad de Comercialización de la GFH (UC – GFH) ha propuesto modificar los numerales de la Escala de Multas y Sanciones presentados en el Cuadro N° 5.12.

Para evaluar si la ampliación de los rangos propuestos guarda consistencia con los criterios disuasivos, se procede a calcular la magnitud de los beneficios que puede obtener un grifo rural por el incumpliendo de estas normas.

⁶⁶. Como se ha discutido en la Sección 3.2 de este documento, es posible demostrar que las sanciones no pecuniarias en este tipo de contexto son óptimas.

⁶⁷. Esta sección ha sido elaborada en base a la información proporcionada por la Unidad de Comercialización de la Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos (UC-GFH). Se agradece la colaboración de Jorge Caballero.

Cuadro N° 5.12
Propuesta de Modificación de la Escala de Multas y Sanciones

Tipificación	Especificación	Multa RS 028-2003	Propuesta
4.2. Realizar actividades de instalación o modificación sin contar con el informe técnico, certificado de diseño de obras o autorización correspondiente.	4.2.9. En Grifos Rurales.	Hasta 3 UIT	Hasta 25 UIT
4.3. Operar sin contar con la debida autorización (constancia de registro, informe técnico, autorización, según corresponda).	4.3.10. En Grifos Rurales con almacenamiento en cilindros.	Hasta 1 UIT	Hasta 50 UIT

Fuente: Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos – OSINERG.

En base a la información proporcionada por la UC-GFH se han calculado multas disuasivas óptimas por la ocurrencia de las infracciones mencionadas anteriormente. La información proporcionada consiste en los precios al consumidor y al por mayor de combustibles líquidos, la estructura de ventas de una estación de servicio promedio, entre otros. Asumiendo supuestos estándares y los precios oficiales publicados por el MINEM, es posible calcular el beneficio neto que se obtiene por incumplir las normas durante un año (para guardar consistencia con el período de cada supervisión).

El cálculo del beneficio se ha realizado, en primer lugar, para el caso de un grifo rural que tiene una capacidad promedio de almacenamiento en cilindros de 126 galones de gasolina de 84 octanos (3 cilindros) y de 294 galones (6 cilindros) de diesel 2⁶⁸. En segundo lugar, se ha calculado los beneficios que podría obtener un grifo rural que se convierte ilegalmente en una pequeña estación de servicio con ventas cercanas a 700 galones diarios durante un año suponiendo las proporciones por tipo de combustible correspondientes a las estadísticas del MINEM⁶⁹.

La probabilidad de detección promedio ha sido estimada a partir de la información de la UC – GFH. En términos formales la probabilidad de detección de un grifo rural es igual a la probabilidad de que el OSINERG lo supervise π :

$$P_{total} = \pi$$

Debido a que anualmente se realizará al menos una supervisión de todos los grifos a nivel nacional la probabilidad de detección es igual a 1. De esta manera, la multa óptima será igual al beneficio de la infracción. La infracción 4.2.9 se asocia al caso de un grifo rural que modifica ilícitamente su establecimiento instalando otros equipos (tanques de almacenamiento, surtidores, etc.) para volverlo en una estación de servicio. Esta situación configura una infracción extrema dado que ilegalmente el grifo rural pasa a convertirse en una estación de servicio.

⁶⁸. Se han tomado en cuenta estos combustibles debido a que son los de mayor expendio en este tipo de establecimientos.

⁶⁹. Esta información referencial ha sido proporcionada por la UC – GFH.

Por otro lado, la infracción 4.3.10 se asocia al primer escenario descrito líneas arriba, es decir el caso de un agente que empieza a operar informalmente como grifo rural sin contar con la autorización correspondiente (p.e. registro de la DGH- MINEM).

Considerando que ambos casos descritos constituyen infracciones extremas, es posible calcular las multas óptimas para las tipificaciones mencionadas. Para el caso de la tipificación 4.3.10, el beneficio de la infracción se estima multiplicando la diferencia entre el precio promedio al consumidor y el precio ex-planta (que constituye el margen comercial) por el volumen de combustible vendido durante un año (período que es consistente con el programa de supervisión anual del OSINERG)⁷⁰. De acuerdo a la información proporcionada por la UC – GFH, un grifo rural vende el total de su capacidad de almacenamiento aproximadamente en una semana. Con estos datos es posible calcular la multa máxima óptima tal como se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 5.13
Multa Máxima Óptima para la Tipificación 4.3.10.

Combustible	Galones	Precio Ex - Planta (S/.)	Precio Consumidor (S/.)	Rotación (Semanas)	Beneficios (S/.)
Gasolina 84	126	9.37	10.4	52	6,749
Diesel 2	294	8.64	9.3	52	10,090
Beneficio Anual					16,839
Multa UIT					5.1

1 UIT equivale a S/. 3,300. Los precios promedio han sido tomados del Informe Mensual del Ministerio de Energía y Minas. Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

⁷⁰. Se supone que el grifo despacha en promedio la cantidad exacta de combustibles que adquieren sus clientes y no se realizan mezclas de combustibles.

En el caso de la tipificación 4.2.9, el beneficio de la infracción se estima multiplicando la diferencia entre el precio promedio al consumidor y el precio ex-planta (que constituye el margen comercial) por el volumen de combustible vendido durante un año.

Considerando que el grifo rural se convierte en una pequeña estación de servicio, las ventas que puede alcanzar este establecimiento ascienden aproximadamente a 700 galones diarios. No obstante, debe descontarse el costo en el que incurre el grifo rural para convertirse en estación de servicio. Según información de la UC – GFH, tal costo ascendería aproximadamente a US\$ 10,000⁷¹. Con estos datos es posible calcular la multa máxima óptima tal como se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 5.14
Multa Máxima Óptima para la Tipificación 4.2.9.

Combustible	Galones	Precio Ex - Planta (S/.)	Precio Consumidor (S/.)	Rotación (Días)	Beneficios (S/.)
Gasolina 84	210	9.37	10.4	360	77,868
Diesel 2	490	8.64	9.3	360	116,424
Beneficio Anual					194,292
Costo de Instalación					33,000
Multa UIT					48.9

Tipo de Cambio: 3.3 S/US\$, año comercial de 360 días, 1 UIT equivale a S/. 3,300. Los precios promedio han sido tomados del Informe Mensual del Ministerio de Energía y Minas.

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Redondeando los resultados, se tiene que la multa óptima para la infracción 4.3.10 ascendería a 6 UIT mientras que para la infracción 4.2.9 sería de 50

⁷¹. Entre los principales costos destacan la compra e instalación de los tanques de almacenamiento de combustibles (con una capacidad entre 500 y 1,000 galones), la adquisición de surtidores usados y las obras civiles correspondientes.

UIT. Estas multas óptimas serían disuasivas para cualquier grifo rural promedio en el interior del país.

6. Conclusiones

6.1. Conclusiones Generales

La supervisión y fiscalización de las actividades de las empresas del sector hidrocarburos constituyen labores clave para el correcto desempeño del sector bajo estándares de calidad y seguridad apropiados que beneficien a los usuarios. A pesar de la relevancia que tiene la supervisión del sector hidrocarburos, la experiencia en el Perú sobre este particular ha sido escasa a lo largo de toda la historia de la industria de hidrocarburos. Sin embargo, en los últimos años, a partir de la creación del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía, se ha puesto mayor énfasis en el control de las actividades de las empresas y en su fiscalización, obteniéndose mejoras en el cumplimiento de las normas y reglamentos que rigen el sector.

El análisis de la supervisión y de la aplicación de multas y sanciones óptimas en el sector hidrocarburos desde el punto de vista científico ha recibido poca atención por parte de la literatura especializada debido a factores de orden institucional, a las características particulares que estos procesos tienen en el caso peruano o a la escasez de experiencia previa relevante y de estadísticas oficiales de buena calidad. Ello hace que esta investigación se constituya en un estudio inédito y sea un primer paso hacia la comprensión integral de la problemática de la ejecución pública de las normas que rigen el sector hidrocarburos en el Perú.

El primer tema tratado en este documento ha sido la lógica que se encuentra detrás del comportamiento infractor de las normas legales que manifiestan los agentes económicos y por qué se justifica la intervención estatal para el control y la sanción de los infractores mediante una agencia supervisora pública. Como se ha discutido en la Sección 2 de este documento, la idea detrás del comportamiento ilícito de los agentes es que existe una racionalidad económica que lo dirige, es decir los agentes evalúan los costos y beneficios económicos de su conducta ilegal para decidir si incumplen o no con las normas. De esta manera, las infracciones, delitos y demás violaciones a las normas son en promedio una respuesta a incentivos económicos que se producen en una situación donde el acto ilegal reporta mayores beneficios pecuniarios o económicos en relación a los costos asociados a las infracciones (por ejemplo, las multas y sanciones pecuniarias, el encarcelamiento, la suspensión de actividades empresariales, el comiso de bienes, entre otros).

En este sentido, la literatura plantea que naturalmente no existen incentivos para que los agentes privados cumplan con las normas puesto que aquellos pueden conseguir mayores beneficios incumpléndolas. Así, los agentes económicos pueden adoptar conductas oportunistas, con el objeto de explotar las ganancias ilícitas burlando las normas y no considerando los daños y perjuicios que sus acciones ilegales pueden causar a la sociedad.

Los resultados empíricos obtenidos a partir de la estimación de un modelo microeconómico utilizando los datos provenientes de los operativos de control metrológico muestran cierta evidencia de la presencia de la racionalidad económica en la decisión de infringir o no la ley, y que esta

puede modificarse en función de la localización geográfica y de las características de las empresas.

El segundo tema tratado en este documento ha sido la revisión de la Teoría de la Ejecución Pública de las Leyes (*Public Enforcement of Law*), la cual constituye el marco conceptual que da soporte a los nuevos procedimientos de sanción que están siendo desarrollados por el OSINERG. Esta teoría analiza cómo el Estado utiliza sus medios de control para regular la conducta de los agentes económicos. En este sentido, la intervención pública tiene como propósito corregir todos aquellos comportamientos que violan las normas establecidas y que pueden afectar a otros miembros de la sociedad mediante el ejercicio de la disuasión, a través del empleo de instrumentos sancionadores como las multas u otro tipo de penalidades. De esta manera, las medidas de ejecución de las normas que el Estado implementa, por ejemplo a través de las agencias reguladoras, disuaden a los agentes de cometer las infracciones, haciendo posible la internalización de los costos de sus acciones.

El análisis de este marco conceptual ha permitido identificar que un organismo supervisor sectorial posee en teoría tres instrumentos para hacer cumplir con las normas en el sector hidrocarburos: el esfuerzo de fiscalización (que se traduce en todos aquellos costos y gastos en los que incurre la agencia supervisora para ejecutar su política de control, supervisión y sanción), las sanciones monetarias (como las multas) y las sanciones no monetarias (como el cierre temporal o definitivo de los establecimientos). El uso de estos instrumentos permite a la agencia, en teoría, maximizar el bienestar de la sociedad reduciendo el número de infracciones que generan daños y perjuicios a la sociedad.



Entre los instrumentos sancionadores de las infracciones, las menos costosas en términos sociales son las sanciones monetarias ya que su imposición sólo se traduce en transferencias de recursos entre los agentes que intervienen en la industria (el Estado y las entidades administradas). En contraste, el cierre de los establecimientos como sanción involucra costos sociales que se traducen en pérdidas privadas que absorben las empresas durante la suspensión de sus actividades, así como los costos extraordinarios que asume el regulador para detener las actividades de las empresas infractoras (por ejemplo, el uso de la fuerza pública – fiscales y policías – para detener las actividades y clausurar los establecimientos, el comiso de bienes ilícitamente comercializados, entre otros).

De esta manera, desde el punto de vista social, es más eficiente en una primera etapa aplicar multas a las empresas infractoras. En una segunda etapa cuando las empresas cometen incumplimientos reiterados a las normas que generan mayores perjuicios a la sociedad, es óptimo aplicar sanciones no pecuniarias como la suspensión de actividades de las empresas.

Para poder ejercer su autoridad sancionadora en el sector hidrocarburos, el OSINERG elaboró la Escala de Multas y Sanciones (RS. 028-2003-OS/CD), la cual identifica y tipifica el universo de infracciones posibles que son definidas por todas las normas que rigen el sector. Esta escala asocia las infracciones tipificadas con las referencias legales que las sustentan y con sus correspondientes sanciones máximas. En este sentido, la escala ha reconocido los aspectos sugeridos por la teoría dado que considera la aplicación de multas y la suspensión de actividades de las empresas dependiendo de la gravedad de las infracciones.



Otro elemento relevante que posee la escala es su flexibilidad para determinar las multas ya que en ella se establecen rangos de aplicación y no multas fijas. Ello permite que el cálculo de las multas este asociado a la magnitud de la falta, permitiendo sancionar a las empresas de manera diferente dependiendo del carácter de las infracciones.

El tercer tema central de este documento ha sido la evaluación de los distintos tipos supervisión. Para ser operacional, el nuevo esquema de sanciones requiere de la implementación de sistemas de supervisión basados en el uso apropiado del esfuerzo de fiscalización, con el objeto de optimizar la potencia disuasiva de la política de supervisión. Entre los sistemas alternativos, se encuentran aquellos de tipo discrecional, censal y muestral. Cada uno posee ventajas y desventajas específicas, sin embargo la supervisión basada en métodos de muestreo permite con un esfuerzo de fiscalización razonable alcanzar un elevado potencial disuasivo debido a los siguientes factores: a) ahorro de recursos al reducir el esfuerzo de fiscalización, b) aumento de la potencia disuasiva del organismo supervisor, c) ejecución de la supervisión de manera continua, d) ejecución de un esquema fiscalización por resultados, y e) alcance una consistencia metodológica entre los instrumentos de supervisión y sanción.

La revisión, discusión y análisis de los temas centrales de este documento se inició en el año 2002 debido a que el OSINERG, desde sus inicios, venía enfrentando una serie de limitaciones que restringían su capacidad de hacer cumplir las normas en el sector hidrocarburos. Entre las principales limitaciones destacan las siguientes:

- El marco normativo del sector hidrocarburos no permitía al OSINERG ejercer sus funciones a plenitud debido a las inconsistencias entre los diferentes dispositivos legales, la ausencia de dispositivos sancionadores como una escala de multas y sanciones, y las debilidades mostradas por las normas que rigen el funcionamiento de los organismos reguladores. Estos problemas se fueron superando en la medida que se dictaron normas de fortalecimiento a las funciones del OSINERG, así como mejores dispositivos normativos para el sector hidrocarburos⁷².
- No se contaba con un sistema consolidado de indicadores de desempeño de la supervisión del sector, hecho que no permitía hacer una evaluación o seguimiento aceptable de los efectos de la fiscalización.
- Una tercera limitación consistía en la existencia de esquemas de cálculo de multas que no habían sido adecuadamente diseñados para ser disuasivos.
- En cuarto lugar, la supervisión era de tipo reactiva, es decir, se actuaba *ex -post* la ocurrencia de los incidentes, no siguiendo criterios estadísticos válidos.

Estos problemas ocasionaron que no se alcanzaran resultados satisfactorios en términos del cumplimiento de la normatividad legal en el sector hidrocarburos. En respuesta a estos resultados poco satisfactorios, el

⁷². Por ejemplo, la Ley Complementaria de Fortalecimiento Institucional del OSINERG, Ley N° 27699.

OSINERG ha venido realizando modificaciones a los esquemas de supervisión y de sanción, con el objeto de lograr mejores resultados en términos de la ejecución y cumplimiento de las normas sectoriales que rigen el sector hidrocarburos. Estas mejoras han partido del cambio en el enfoque de supervisión hacia un sistema que da mayor importancia a la fiscalización por resultados y al alcance de metas estratégicas de cumplimiento de las normas que al cumplimiento de los procedimientos en las empresas del sector.

Asimismo, este sistema se está implementando con un mejor entendimiento del rol de la supervisión del sector hidrocarburos dentro de las funciones de la agencia reguladora y con la implementación de un esquema de supervisión sustentado en criterios científicos que ponen énfasis en la racionalidad económica de las empresas y la utilización de sanciones de carácter disuasivo más que punitivo.

Es necesario que en el futuro los instrumentos para la supervisión y fiscalización del sector (como el esfuerzo de fiscalización, las multas administrativas y otros instrumentos sancionadores) sean potenciados con un adecuado uso de la estadística, la consistencia del esquema de sanción para las diferentes industrias que integran el sector y entre las diferentes actividades de que conforman cada una de estas industrias, y la determinación simultánea de los instrumentos de fiscalización. Estas medidas permitirán mejorar los niveles de cumplimiento de las normas sectoriales y subsanar las limitaciones del esquema vigente para su mejor aplicación en los próximos años. Asimismo, se espera que estas medidas permitan obtener ganancias en eficiencia en la ejecución de la supervisión, lo que se traducirá en menores costos de fiscalización para un determinado



nivel de resultados o en mejores resultados frente a las restricciones de presupuesto.

En esta línea de trabajo, el OSINERG ha iniciado un proceso de revisión de los procedimientos de cálculo de multas para las infracciones tipificadas en la escala de sanciones que se relacionan con las actividades de la industria de hidrocarburos, cuyo propósito es reducir la discrecionalidad en el cálculo de las sanciones dentro de los rangos que se establecen en cada tipificación. De acuerdo a la revisión teórica realizada en este documento, las multas óptimas se deben calcular en base a la estimación de los beneficios ilícitos obtenidos por los infractores o los costos evitados que se generan por el incumplimiento de las normas, y la probabilidad de detección de las infracciones.



6.2. Conclusiones Específicas



En este documento se presentan los avances que se vienen realizando sobre este particular en cinco aplicaciones a la fiscalización del sector hidrocarburos, los cuales han sido desarrollados con la colaboración de las unidades especializadas de la Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos.

Control Metrológico

La aplicación de las innovaciones en la supervisión del sector hidrocarburos discutidos a lo largo de este documento se inició con la revisión del procedimiento para el control metrológico en grifos y estaciones y servicio. Los resultados iniciales de la supervisión de la cantidad exacta de combustibles constituyen a la fecha la principal evidencia de los efectos de la aplicación de la nueva estrategia de supervisión y del nuevo esquema de



cálculo de multas. La estrategia para la mejora de los resultados en este caso fue incrementar el esfuerzo de supervisión desplegado por el OSINERG para reducir el número de incumplimientos, lo cual se ha traducido en la realización de al menos una campaña de supervisión anual de todos los establecimientos de venta al público formales que elevó la probabilidad de detección a 1. Asimismo, se ha desarrollado una nueva pauta de cálculo de multas que recoge los criterios científicos y disuasivos explicados en este documento.

Los resultados iniciales de la aplicación de este nuevo esquema de supervisión y sanción muestran que el número de establecimientos que infringen la norma metrológica se ha reducido de un 56% en el 1^{er} control durante el 2003 (fecha en que se realizó por primera vez en la historia este tipo de supervisión) a 25% en el 2^{do} control y 17% en el 3^{er} control durante el año 2004. Asimismo, el número de mangueras halladas en falta se ha reducido de 27% del número total supervisados durante el 1^{er} control a sólo el 5% en el 3^{er} control.

Como puede notarse, el incremento en el esfuerzo de fiscalización y la aplicación de multas disuasivas óptimas de manera simultánea para el control de la cantidad vendida de combustibles en estos establecimientos ha incrementado la capacidad del OSINERG para hacer cumplir la norma metrológica, reduciendo el número de infracciones por este concepto. Se espera que en un futuro la implementación plena del nuevo procedimiento de cálculo de multas permita disminuir a un nivel mínimo el número de incumplimientos por este concepto en beneficio de los usuarios.

Redes de Distribución de Gas Natural

Con relación al cálculo de multas por infracciones a la correcta operación de redes de distribución de gas natural, debe mencionarse que en base a la información proporcionada por la GFH-CPC se considera que la mayor infracción al literal d) del artículo 42° del Reglamento de Distribución de Gas Natural sería la construcción de un ducto de 8 y 10 pulgadas en ves de uno de 14 pulgadas para abastecer de gas a una central térmica. De acuerdo a los cálculos efectuados, el beneficio máximo que un concesionario puede obtener por esta infracción es 1,800 UIT dado que otras fuentes generadoras de beneficios no parecen ser relevantes a la fecha.

Sin embargo, debe señalarse que podría darse el caso donde una empresa concesionaria de una red de distribución de gas tuviera incentivos para no abastecer de gas a una central térmica en su área de concesión si es que ella tuviera participación en la generación termoeléctrica y vendiera en neto al mercado spot. Una provisión de gas limitada o con deficiencias en el servicio podría incrementar los beneficios de la empresa verticalmente integrada y afectar el desempeño de su competidora en el segmento de generación eléctrica. Aunque no existe evidencia de que este aspecto sea relevante, se recomienda estrictamente que en cualquier caso futuro se analice esta fuente adicional de beneficios.

Supervisión del mantenimiento de Existencias Medias y Mínimas

El análisis del procedimiento de cálculo vigente a la fecha para las multas por infracciones a la tenencia de existencias medias y mínimas en las plantas de abastecimiento ha determinado que se puedan imponer multas

disuasivas en exceso para márgenes de desvío pequeños y multas poco disuasivas para márgenes de desvío grandes. Este resultado podría generar que se sancionen de manera desigual a las empresas sin relación alguna con el beneficio de la infracción y la escala de ventas del negocio, lo cual provocaría que no se den los incentivos adecuados para disuadir las infracciones a la norma de mantenimiento de existencias medias y mínimas.

Por otra parte, el procedimiento de cálculo vigente puede generar un trato discriminatorio entre las empresas dado que la metodología vigente puede imponer indistintamente 5 UIT por infracciones pequeñas o grandes (por debajo de 1,200 barriles). La aplicación de 5 UIT bajo el argumento de cubrir los costos del proceso administrativo sancionador no tienen sustento desde el punto de vista teórico debido a que el OSINERG ya cobra aportes por regulación que cubren estos gastos, como ya se ha señalado anteriormente. Por ello, no sería adecuado continuar aplicando este monto mínimo.

Se viene desarrollando una metodología como la propuesta en este documento para calcular multas disuasivas que guarden relación con el beneficio esperado de la infracción (asociado al volumen de ventas, tal como se ha descrito en la Sección 5.3 de este documento)⁷³. No obstante, debe tenerse en consideración que los cálculos de las sanciones óptimas son sensibles a los supuestos de la metodología y a las limitaciones de

⁷³. Si el objetivo es sancionar de manera disuasiva las infracciones a la norma de mantenimiento de existencias medias y mínimas, el antiguo procedimiento podría no cumplir este rol. Por ello, un inconveniente que puede presentar esta metodología es que se calculen multas que sean poco disuasivas en la medida que el desvío del cálculo medio o mínimo de existencias detectado en falta sea de gran magnitud, caso en donde el valor de las multas óptimas será mayor a las multas calculadas por el procedimiento. Sin embargo, si el margen de desvío es reducido, puede darse el caso que las multas óptimas sean menores a las que se calculan con el antiguo procedimiento.

información con relación al despacho de combustibles que cada empresa operadora realiza en las plantas de almacenamiento.

Control de la Informalidad

Como se ha discutido en este documento, el control efectivo de la informalidad presenta una serie de desafíos dado que este fenómeno presenta muchos matices que hacen difícil el planteamiento de operativos de fiscalización de tipo convencional (Vásquez, et. al., 2005).

La aplicación de sanciones por informalidad depende del tipo de agente informal al cual se pretende fiscalizar. En este documento se han reconocido dos tipos de agentes informales: a) el que tiene mayor probabilidad de formalizarse, y b) el que tiene escasa o nula probabilidad de formalizarse. Las multas resultan ser disuasivas en los casos que se fiscalicen empresas del primer tipo. En contraste, la aplicación de multas a informales del segundo tipo tiene poco efecto disuasivo ya que los informales pueden desplazarse a otras ubicaciones rápidamente una vez detectados. Además, muchos informales no tienen capacidad para afrontar los pagos de las multas que el OSINERG les puede imponer debido a sus restricciones de riqueza. En estos casos, la aplicación de sanciones no pecuniarias resulta ser la mejor práctica.

Grifos Rurales

Finalmente, en relación a las multas por infracciones en grifos rurales es recomendable que la multa máxima por la tipificación 4.2.9 se amplíe de 3 UIT a una cifra mayor a las 50 UIT, con el objetivo de disuadir este tipo de infracciones por parte de los grifos rurales. Por otra parte, el rango máximo

para la tipificación 4.3.10 debería ampliarse de 1 UIT a un valor mayor a las 6 UIT de tal forma de hacer las multas más disuasivas.

Si bien se considera acertada la propuesta de la GFH de modificar la escala de multas y sanciones en el caso de las tipificaciones discutidas, es recomendable que se revisen los rangos máximos propuestos considerando los resultados presentados en este documento.

Adicionalmente, sería recomendable para evitar limitaciones en la implementación de un procedimiento de cálculo de multas utilizar una metodología como la propuesta en este documento, con el propósito de determinar multas disuasivas que guarden relación con el beneficio esperado de la infracción (asociado al volumen de ventas y/o a la capacidad de almacenamiento de las grifos, así como los precios de los combustibles) y la probabilidad de detección.

7. Bibliografía

7.1. Artículos y Libros

Becker, G. (1968). "Crime and Punishment: An Economic Approach". *Journal of Political Economy*. 76: 169-217.

Dammert, A.; Gallardo, J. y L. Quiso (2004). Problemática de la Supervisión de la Calidad del Servicio Eléctrico en el Perú. Documento de Trabajo N° 6. Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.
<http://www.osinerg.gob.pe/osinerg/investigacion/documentos/DT006-OEE-OSINERG.pdf>

Geweke, J. "Monte Carlo Simulation and Numerical Integration". En: Amman, H.; Kendrick y J. Rust (1996). *Handbook of Computational Economics*. 1: 731-797. Amsterdam: Elsevier Science B. V.

Greene, W. (2002). *Econometric Analysis*. 5th Edition. New Jersey: Prentice Hall.

Ministerio de Energía (2004). Informe Mensual de Hidrocarburos. Varios Números.

Polinsky, M. y S. Shavell (2000). "The Economic Theory of Public Enforcement of Law". *Journal of Economic Literature*. 38: 45-76.

Polinsky, M. y S. Shavell (1994). "Should Liability be based on the harm to the victim or the gain to the injurer". *Journal of Law, Economics and Organization*. 10:427-437.

Polinsky, M. y S. Shavell (1991). "A Note on Optimal Fines when Wealth varies among individuals". *American Economic Review*. 81: 618-621.

Quintanilla, E. (2004). Supervisión en el Sector Eléctrico. Ponencia en la Primera Convención de Empresas Regionales de Distribución Eléctrica. Cusco.

Shavell, S. (2004). *Foundations of Economic Analysis of Law*. Cambridge, Mass: The Belknap Press of Harvard University Press.

Stigler, G. (1970). "The Optimum Enforcement of Laws". *Journal of Political Economy*. 78: 526-536.

Vásquez, A; J. Gallardo; L. Bendezú; J. Salvador; F. Amesquita (2004). *La Informalidad y sus manifestaciones en la comercialización de Combustibles Líquidos en el Perú*. Documento de Trabajo N° 15. Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

<http://www.osinerg.gob.pe/osinerg/investigacion/documentos/DT15-OEE-OSINERG.pdf>

Wooldridge, J. (2001). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Massachusetts: MIT Press.

7.2. Documentos Complementarios

Ley N° 27699. Ley Complementaria de Fortalecimiento Institucional.

Reporte del Control Metrológico en Estaciones de Servicios, 2003. Gerencia de Fiscalización den Hidrocarburos – OSINERG.

Reporte del Control Metrológico en Estaciones de Servicios, 2005. Gerencia de Fiscalización den Hidrocarburos – OSINERG.

Resolución N° 028 – 2003 – OS/CD. Aprueban Tipificación de Infracciones y Escala de Multas y Sanciones de OSINERG.

Resolución N° 701-2003-OS/GG. Criterios Específicos que se deben tomar en cuenta par ala aplicación de la escala de multas y sanciones del OSINERG.

**Organismo Supervisor de la Inversión en Energía - OSINERG
Oficina de Estudios Económicos - 2006**

Equipo de Trabajo

Raúl Pérez-Reyes Espejo Gerente (e) de Estudios Económicos.

Especialistas:

Raúl García Carpio Especialista en Regulación Económica.
Sector Eléctrico.

Arturo Vásquez Cordano Especialista en Organización Industrial.
Sector Hidrocarburos.

Luis Bendezú Medina Especialista en Econometría.

Asistente Administrativo:

Clelia Bandini Malpartida

Practicantes Profesionales:

Carolina Lenkey Ramos Sector Hidrocarburos

Rosa Montoya Sandoval Sector Eléctrico