

Eficiencia y su medición en prestadores de servicios de agua potable y alcantarillado

**Gustavo Ferro
Emilio Lentini
Carlos A. Romero**



Ministerio Federal de
Cooperación Económica
y Desarrollo

giz

Este documento fue preparado por el consultor Gustavo Ferro, en coautoría con Emilio Lentini y Carlos A. Romero, bajo la coordinación de Andrei Jouravlev, Oficial para asuntos económicos de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), con colaboración de Caridad Canales, funcionaria de la misma división, en el marco del proyecto “Sustentabilidad e igualdad de oportunidades en globalización. Componente 1, Tema 4: Construyendo compromiso, eficiencia y equidad para servicios sustentables de agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe” (GER 08/004), ejecutado por la CEPAL en conjunto con la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

Índice

Resumen.....	5
I. Introducción.....	7
II. Breve análisis de la literatura y la práctica.....	9
A. ¿Qué es la eficiencia (física y económica)?.....	9
B. ¿Cómo se mide la eficiencia?	11
C. Uso de la medición comparativa de eficiencia en servicios públicos.....	14
D. Breve referencia a la literatura teórica y aplicada	14
III. Indicadores sintéticos de productividad parcial y costos medios	17
A. Concepto	17
B. Información contable y financiera.....	22
C. Eficiencia comparativa como herramienta regulatoria	23
IV. DEA, métodos econométricos de frontera y consistencia entre metodologías	25
A. Más allá de los indicadores de productividad parcial y costos medios	25
B. Enfoque no paramétricos y paramétricos, determinísticos y estocásticos	27
C. Ventajas y desventajas relativas de los métodos.....	34
D. La elección de las variables en el caso de las fronteras econométricas	34
E. La construcción de un ejercicio de <i>benchmarking</i> en forma secuencial	35
F. Consistencia entre metodologías	36
V. Uso regulatorio de las medidas de eficiencia	39
A. Inglaterra y la “competencia por comparación”	40
B. Países Bajos y “competencias por exposición”	41
C. Chile y la empresa modelo	42
D. Una forma práctica para avanzar	43
VI. Conclusiones.....	47
Bibliografía	49
Anexos	53
Anexo 1 Indicadores de uso en la práctica sectorial.....	54

Índice de cuadros

Cuadro 1	Formulaciones alternativas de fronteras de eficiencia	15
Cuadro 2	Pros y contras de cada método	34

Índice de gráficos

Gráfico 1	Nube de puntos entre producción (eje vertical) e insumo (eje horizontal)	29
Gráfico 2	Modelo CCR entre producción (eje vertical) e insumo (eje horizontal)	30
Gráfico 3	Modelo BCC entre producción (eje vertical) e insumo (eje horizontal)	30
Gráfico 4	La línea de regresión mínimo-cuadrática entre producción (eje vertical) e insumo (eje horizontal)	31
Gráfico 5	Comparación entre OLS, COLS, MOLS y ML entre producción (eje vertical) e insumo (eje horizontal)	32

Índice de recuadros

Recuadro 1	Sistema de Indicadores Técnicos de la Concesión del Área Metropolitana de Buenos Aires, Argentina	20
------------	---	----

Resumen

En este documento se relata cómo la profesión económica ha hecho frente en forma práctica al problema de medición y evaluación de eficiencia en empresas prestadoras de servicios públicos, en especial los de agua potable y alcantarillado. En tal sentido, se contestará las preguntas: ¿qué es la eficiencia, física y económica?, ¿cómo se mide?, ¿cuál es el estado del arte?, ¿cómo se aplica a una empresa de servicios públicos de infraestructura? A continuación, se explicará en forma didáctica y aplicada la teoría y la práctica, la utilidad y el potencial de las técnicas para la medición del desempeño comparativo de eficiencia (eficiencia en términos físicos y la eficiencia económica y financiera, indicadores de productividad parcial y costos medios, análisis envolvente de datos (DEA) y estimaciones econométricas de fronteras de eficiencia). El énfasis estará dado en qué se hace, cómo se hace, cuál es la experiencia a la fecha, qué mejores prácticas se registran, qué problemas concretos aparecen y cómo se les resuelve en la práctica y para qué se pueden utilizar los resultados.

El trabajo se organiza de la siguiente manera: tras los conceptos introductorios (sección I), se brindará una síntesis de la literatura y la práctica (sección II); luego, se describirán los indicadores de productividad parcial (físicos, financieros y económicos) y se discurrirá sobre su uso para detectar mejores prácticas (sección III). En la sección IV se presentarán las dos familias de técnicas que permiten mediciones de fronteras de eficiencia: las que usan DEA (programación matemática) y las que recurren a métodos econométricos. La sección V contiene ejemplos relacionados con el uso regulatorio y la VI corresponde a las conclusiones del análisis.

I. Introducción

En los últimos años, la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL ha realizado una serie de estudios sobre experiencias de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento en las áreas urbanas de los países de la región, en los cuales se ha avanzado hacia la identificación y sistematización de factores determinantes de la sustentabilidad y el desempeño (económico, social y ambiental) (Jouravlev (2004), Solanes y Jouravlev (2005), Valenzuela y Jouravlev (2007), Ordoqui Urcelay (2007), Lentini (2008), Vergès (2010)).

El sector tiene metas de cobertura universal (en pocos lugares se ha llegado a ellas), prestación del servicio con calidad (parámetros microbiológicos, químicos, físicos y organolépticos del agua, continuidad, presión, gestión comercial y de reclamos, etc.), sustentabilidad ambiental (en lo que respecta tanto a las fuentes de captación como al tratamiento, la disposición final o el reuso de las aguas servidas) y equilibrio financiero.

La prestación del servicio con eficacia, sin embargo, se puede hacer a diversos niveles de costos posibles. La dimensión de eficiencia introduce a la consideración de eficacia (llegar al objetivo) la consecución de las metas al mínimo costo posible.

La minimización del costo para llegar a una determinada meta requiere criterios de medición de desempeño. Desde el punto de vista práctico no hay un criterio absoluto de eficiencia sino que lo que se hace es buscar unidades de decisión que hagan cosas parecidas y establecer las mejores prácticas por comparación. Luego usar esas mejores prácticas como guía para la acción de las unidades de decisión que están siendo relativamente menos productivas o más costosas.

A la vez, las unidades que mejor se desempeñan, con el paso del tiempo, la incorporación de avances tecnológicos y el uso de la información económica van mejorando su eficiencia, por lo que las mejores prácticas no son fijas sino que van evolucionando.

Una unidad productiva requiere insumos para obtener productos. Una técnica es un procedimiento determinado para combinar insumos y obtener productos. La tecnología es el conjunto de posibilidades técnicas. Los economistas describen las técnicas posibles mediante “funciones de producción”, donde sintetizan matemáticamente las relaciones tecnológicas que guardan el uso de insumos con el logro de productos. De la función de producción se obtiene gran cantidad de informaciones útiles, como las medidas básicas de productividad, que son los indicadores parciales: cocientes o razones que atribuyen determinada producción a cierto insumo (metros cúbicos de agua

entregados por kilómetro de red, metros cúbicos de agua despachados por empleado, clientes servidos por empleado, etc.). La comparación de indicadores de productividad parcial es una primera aproximación al problema de eficiencia comparativa, porque permite detectar mejores y peores prácticas. Es una medida atractiva por su simpleza, pero con muchos problemas para realizar comparaciones integrales precisas y justas. El estudio de las decisiones de producción permite llegar a un concepto de eficiencia técnica (en el uso físico de los insumos).

A la vez, una unidad productiva eroga costos para entregar productos o servicios. Los costos son incurridos para pagar los insumos y los procesos que los transforman en productos (siguiendo alguna técnica productiva). Los costos pueden ser también prorrateados entre los insumos y obtener útiles indicadores parciales (costo promedio del metro cúbico de agua entregada, o costo promedio del metro cúbico de líquido cloacal tratado). Los economistas establecen “funciones de costos” que son descripciones matemáticas de los costos mínimos según varía el nivel de producción.

En los costos, como en la producción, hay mejores y peores prácticas. Hay malas prácticas que vendrán de arrastre de decisiones productivas: un despilfarro físico de insumos acarrea mayores costos. Pero otra parte de la tarea es estrictamente económica. Supóngase que no hay desperdicio físico, pero que se toman malas decisiones de compra. En tal caso, habrá ganancias posibles de eficiencia asignativa. Las mejores prácticas, en materia de costos, tienen que ver con mirar las señales de precios y realizar asignaciones eficientes del dinero como respuesta a esos estímulos.

Entonces, si se tiene un concepto de eficiencia productiva (uso de insumos físicos) y uno de eficiencia asignativa (uso de estímulos económicos o “precios relativos”, sustituir lo caro con lo barato), la suma de ambos conceptos lleva a la noción de eficiencia total (productiva más asignativa).

El uso de indicadores de productividad parcial y costos medios no es lo único ni lo más preciso que se usa para comparar desempeño y dar señales de mejora a las unidades menos productivas. Hay técnicas más sofisticadas que usan programación matemática y econometría respectivamente. Ello tiene uso tanto para la gestión (uso interno) como para la regulación y el control (uso externo, por un ente rector, supervisor o regulador). Tiene utilidad tanto para prestadores públicos como privados. Requiere entender las técnicas y poder leer sus resultados.

Los estudios a los que se hace mención son los de fronteras de eficiencia que son de amplia utilización para comparar desempeños en las más diversas actividades. La idea es a partir de un conjunto de datos de insumos y productos de muchas unidades decisorias que sea lícito comparar, estimar funciones de producción e identificar a las unidades que están en la frontera de la eficiencia técnica, o bien a partir de un conjunto de datos de productos y costos, medir funciones de costos e identificar a las unidades en la frontera de la eficiencia económica o total (técnica y asignativa al mismo tiempo).

La eficiencia técnica es una medida de adecuación a las mejores prácticas ingenieriles; la eficiencia asignativa permite ajustar las prácticas de producción a la mezcla de insumos que mejor refleje, desde un punto de vista económico, la escasez o abundancia relativa de los mismos. La eficiencia total o económica aúna ambos conceptos: se está haciendo técnicamente lo adecuado, a la vez que escogiendo la mezcla de insumos que aconsejan los precios relativos.

La comparación puede usarse para detonar cambios en la conducta interna o en los estímulos externos que reciben los prestadores. Su uso puede llevar a ahorro de insumos físicos y mejor asignación de recursos económicos. Lo anterior, a la vez que aumenta la eficiencia operativa, libera fondos para los objetivos de mejora de cobertura, calidad y sustentabilidad ambiental. Como los sujetos más vulnerables a los problemas de insuficiente cobertura, deficiente calidad y riesgo ambiental muy posiblemente sean los más pobres, la mayor eficiencia en el uso de los recursos puede traducirse (si esos recursos se usan adecuadamente) en mejoras en la calidad de vida de los pobres y en un grado mayor de equidad social.

II. Breve análisis de la literatura y la práctica

Esta sección se dedica, en primer término, a presentar la evolución del concepto de eficiencia tal como lo trata la literatura económica; en segundo lugar, expone sobre los esfuerzos que se han hecho para medir el concepto anterior; se introduce la aplicación práctica en el contexto de los servicios públicos, donde el objetivo primordial es morigerar la asimetría informativa entre prestador y regulador; y finalmente, reseña los principales hitos de la literatura teórica y aplicada (con énfasis en la región y en el sector de agua potable y alcantarillado).

A. ¿Qué es la eficiencia (física y económica)?

La eficiencia a nivel de las organizaciones comenzó a intentar ser medida a partir del trabajo seminal de Farrell (1957), quien entiende por eficiencia técnica la **obtención de la mayor cantidad posible de producto, a partir de un conjunto dado de insumos**. Adviértase que la anterior definición implica analizar relaciones puramente físicas o ingenieriles entre insumos y productos, o en el lenguaje de los economistas, la función de producción. La misma implica establecer la relación existente entre el producto final y los insumos utilizados. Por ejemplo, para entregar en domicilio un metro cúbico de agua potable (producto), se requiere una red de tuberías y esfuerzo laboral humano (es decir, capital y trabajo). La función de producción establece una relación numérica entre cuántos metros cúbicos de agua potable pueden ser distribuidos con K kilómetros de red y L horas hombre. La “forma” de dicha relación puede ser muy diversa, según como sea necesario combinar los insumos para lograr el producto. Cada combinación es una técnica productiva. Habrá técnicas que usen más insumos y otras que usen menos para lograr el mismo producto. Una técnica que ahorre insumos para obtener el mismo producto, por definición, es más eficiente que una que utiliza más.

La solución al problema de asignación de recursos podría reducirse a un problema que lo podría resolver una computadora, dado que el alcance es puramente técnico. Sin embargo, la asignación de recursos se efectúa en mercados (sector privado) o por medio de decisiones administrativas sustentadas en criterios jerárquicos (sector público). En estos últimos, no hay un mandato de maximización de beneficios o de minimización de costos (que se supone habitualmente son las metas de las empresas privadas), pero hay restricciones presupuestarias y competencia por

estos recursos al interior del Estado. Por ende, la escasez (en el mercado y en el Estado) envía el mensaje de que los recursos (como un insumo genérico para cualquier proceso productivo) tienen que ser utilizados con eficiencia (“economizados”). Puede argumentarse que las organizaciones públicas podrían comportarse en el límite como si su mandato fuera uno de minimización de costos, que es una alternativa; pero al mismo tiempo pueden tener otras metas, como una redistributiva. Lo mismo cabe para un prestador de servicios públicos de carácter estatal al que se le haya conferido autonomía, porque puede no tener acceso a recursos presupuestarios en caso de déficit, o puede no tener posibilidades de emitir capital o deuda en los mercados financieros a no ser que observe ciertos niveles de eficiencia técnica y salud financiera.

En un contexto de mercados competitivos, se espera que las fuerzas de la competencia lleven naturalmente a la eficiencia, como una consecuencia del postulado teórico de maximización de beneficios. La teoría económica supone habitualmente que las empresas se fijan esa meta, y la no observación de dicho presupuesto en un mercado competitivo es letal. Un productor de alto costo relativo no podrá competir con nuevos oferentes que entren al mercado con menores precios.

Sin embargo, el ideal competitivo de la teoría económica enfrenta a nivel empírico una serie de problemas conocidos como fallos de mercado, que pueden impedir el logro de un resultado eficiente. Si el mercado tiene un grado insuficiente de competencia, como en el caso del monopolio¹, disminuyen los incentivos para alcanzar la máxima eficiencia. Sin la presión competitiva, la vida de los gerentes se torna relativamente tranquila (Hicks, 1935). Otra razón para la ineficiencia, es la llamada “holgura organizacional” (*“organizational slack”*), que aparece cuando los objetivos de la empresa se apartan de la meta de maximización de beneficios, y que es entendida como “realización de pagos a los miembros de la organización que superan lo indispensable para mantenerla”. Los economistas se han concentrado en minimizarla con sistemas de incentivos adecuados.

Dos consideraciones: primero, en el monopolio existiría “holgura organizacional” porque podría no plantearse la maximización de beneficios o minimización de costos como objetivo y aún sobrevivir. La literatura admite metas alternativas a la que la teoría presupone orienta a los mercados competitivos, como serían maximizar participación de mercado —en aras de metas de crecimiento—, de ventas o entrar las gerencias en luchas por el poder al interior de la compañía que desvíen recursos de la producción. En competencia, lo anterior sería imposible. En un monopolio, mientras haya barreras a la entrada que protejan o un peso muy fuerte de las economías de escala que transformen al único oferente en un monopolio natural, la posibilidad de apartarse de metas de eficiencia económica está abierta.

La segunda consideración tiene que ver con el sector de agua potable y alcantarillado. Éste es por su naturaleza, y dada la tecnología actual de distribución, un monopolio natural (es antieconómico poner a competir a varias empresas con sus propias redes individuales en una misma ciudad) y además local (la interconexión es cara). Cuenta además con significativas economías de escala. Lo anterior hace que en este sector, por ser monopolio natural, las ineficiencias puedan ser altas con un elevado grado de probabilidad. Los activos fijos son una gran proporción de los costos y están hundidos en el sentido económico (de bajo o nulo valor económico de recuperación) y físico (están enterrados, lo

¹ Los otros fallos de mercado que apartan a los agentes económicos de los resultados naturalmente eficientes de los mercados de perfecta competencia, son la existencia de bienes públicos (aquellos de consumo conjunto e imposible financiación voluntaria), externalidades tecnológicas (es decir que hay productores que no pagan todos los costos de su actividad productiva o no reciben todos los beneficios de la misma, porque el mercado no permite poner precio a dichos bienes) o asimetrías informativas (que permiten a una parte de cada transacción —la oferta o la demanda—, obtener ventajas o rentas informativas, lo cual hace reaccionar a la contraparte, que eventualmente puede retirarse del mercado). Como resultado, puede haber productos valiosos que nunca se oferten, o bien tener que recurrir a procedimientos costosos para que dichos mercados no desaparezcan (soluciones de “segundo mejor”, mediante mecanismos de “internalización” de externalidades, asignación de bienes públicos o mitigación de asimetrías informativas). El cuarto fallo del mercado, el monopolio tecnológico, merece especial consideración en el texto principal.

cual hace muy difícil su visibilidad y chequear su real estado de conservación). Por ello, en este sector, el uso de medidas de eficiencia comparativa tiene especial significación.

Leibenstein (1966) encontró que los monopolios trabajan con costos de producción por encima de los costos mínimos. A esos desvíos del resultado eficiente, los identificó como ineficiencia X. Ésta reconocería tres razones: los contratos de trabajo incompletos (dejando zonas grises en materia de atribución de responsabilidades y evaluación de desempeño), una especificación incompleta de la “función de producción” (significando que el aporte que hacen a la producción todos los insumos no está definido con precisión) o inexistencia de mercados de todos los insumos utilizados en el proceso (algunos no se intercambiarán en consecuencia). Stigler (1976) argumenta que los costos superiores están indicando un empleo inadecuado del factor “capacidad empresarial”. Es decir, que lo que está fallando es la asignación de los recursos por parte de la gerencia o del propietario de la firma en caso de que la primera no esté delegada. Los gerentes pueden desviarse de la maximización de beneficios porque no tienen incentivos para ello. Otros autores, observan que los principales elementos de la ineficiencia X son casos particulares de la teoría convencional (Cuenca, 1995). En cualquier caso, los mayores costos de los monopolios respecto a empresas competitivas son la contracara económica de la ineficiencia técnica (despilfarro de insumos).

Cuando se incluyen consideraciones económicas en el análisis de eficiencia, entran a jugar decisiones de costos y precios y se habla de eficiencia asignativa. La función de costos es un correlato económico de la función de producción. Los costos de producción se relacionan con el nivel de producto a alcanzar (que a su vez está ligado a uso físico de insumos por la función de producción) y al precio de los insumos. De las técnicas posibles de producción (mezclas de insumos), se tomará en cuenta en la elección aquellas que se ajusten a las señales de escasez que dan los precios relativos. Si el producto se genera con capital y trabajo, y en un momento y un lugar el trabajo se torna escaso y caro con relación al capital, la asignación eficiente de recursos implica hacer caso de la señal, y en la medida de lo técnicamente posible, economizar trabajo usando capital que lo reemplace. Ese ajuste en el uso de los recursos, constituye una reasignación eficiente de los mismos. No todos los procesos productivos tienen el mismo grado de flexibilidad para reemplazar un insumo con otro, especialmente en el corto o mediano plazo.

Una función de costos que se corresponda con la anteriormente ejemplificada función de producción determinaría, por ejemplo, el costo de entregar en domicilio agua potable, para una producción determinada medida en metros cúbicos y ciertos precios del capital (red) y del trabajo (horas hombre) pagados en el mercado.

Si a la noción de eficiencia técnica se le suma la eficiencia asignativa, se llega a un concepto de eficiencia económica o total. Las empresas pueden afrontar sus decisiones económicas siguiendo el objetivo de maximización de beneficios o el de minimización de costos (que bajo ciertas condiciones teóricas es análogo al anterior). Organizaciones que no son empresas privadas normalmente no responden a los mismos objetivos, como se verá más adelante. Pero les caben las condiciones de eficiencia técnica y asignativa al igual que a firmas con fines de lucro.

B. ¿Cómo se mide la eficiencia?

Supongamos que se quiere medir la eficiencia (técnica, asignativa o total). La eficiencia técnica se mide mirando la productividad, es decir la relación entre productos e insumos físicos. La eficiencia asignativa tiene en cuenta la dimensión de costos, y la eficiencia total o económica considera ambas.

La medición de eficiencia se efectúa normalmente sobre la base de desempeños reales. Aquí viene bien la analogía de ciertos deportes olímpicos. Por ejemplo, en una carrera de 100 metros llanos, se comparan los segundos (y centésimas) que cada competidor tarda en llegar a la meta. El menor tiempo es el más “eficiente” (en nuestro contexto). A su vez, hay récords, que configuran lo mejor que

un atleta consiguió hasta el momento. El record marca un techo de las mejores prácticas al día de hoy. Pero dicha frontera es móvil, en el sentido en que atletas podrán quebrar ese record en el futuro y se obtendrán mejores marcas de referencia. En el trabajo aplicado de medición de eficiencia se trata de obtener las mejores prácticas de un conjunto de competidores para usar como referencia dicha mejor práctica. Genéricamente, a la búsqueda de un valor de referencia y a usarlo como comparador o incentivo, se denomina efectuar “*benchmarking*”² (competencia por referencia o comparación).

A partir de la noción intuitiva se avanza con el paso del tiempo en la medición comparativa, y aunque las medidas se hayan tornado muy sofisticadas, se conserva el concepto. Se define al *benchmarking* como **un proceso sistemático y continuo para evaluar comparativamente productos, servicios y procesos referidos a unidades de decisión** (que pueden ser empresas, como reparticiones públicas, etc.). Se toman *benchmarks*, que son comparadores que revelan mejores valores, teóricos o empíricos. Ya nos referiremos a los primeros brevemente cuando reseñemos la técnica denominada “empresa modelo”, pero por ahora estamos hablando de los empíricos, que como en el caso del atleta, son los que unidades reales fueron capaces de lograr.

Desde el punto de vista empírico, Berg (2010) provee una útil taxonomía, clasificando los enfoques de medición de desempeño en cinco grupos:

- a) **Indicadores parciales** (razones o porcentajes), que muchas veces son condensados en un indicador sintético.
- b) **Indicadores totales o agregados** (siguiendo un enfoque de estimación de funciones de costos o producción), que permiten detectar las mejores prácticas relativas en una muestra de prestadores.
- c) **Comparación con un ideal teórico** (enfoque ingenieril conocido, como empresa modelo), que optimiza en el papel las posibilidades técnicas, de localización, de dimensionamiento y de procesos, con independencia de las circunstancias y restricciones reales y heredadas.
- d) **Métrica de procesos** (medición de eficiencia de procesos productivos particulares) para identificar problemas en etapas específicas de los procesos productivos. Un estudio inscripto en cualquiera de las tres anteriores posibilidades puede detonar la necesidad de ir a aspectos específicos como los considerados en este cuarto apartado o viceversa. Sin embargo, no es bueno que la práctica regulatoria interfiera en decisiones propias de la gerencia del prestador.
- e) **Comparación de desempeño como es percibido en encuestas.** Las percepciones, preocupaciones y dificultades percibidas por los consumidores pueden distar de las que tenga el regulador o la gerencia y ayudar a establecer metas o corregir desvíos. Las percepciones y expectativas, por su naturaleza, pueden estar desvinculadas de lo que los indicadores objetivos establecen, pueden ser interesadas, frívolas u oportunistas, o pueden mostrar por el contrario, a gerentes y reguladores que no se están enfocando en lo que interesa en realidad a los usuarios. Las creencias no tienen por qué tener base real. Son volátiles y no necesariamente tienen fundamentos razonables, pero no por eso dejan de tener menos realidad e importancia en la mente de los interesados.

² El término se ha popularizado. Su origen tiene que ver con el trabajo en obra de los ingenieros. Imagínese una situación donde el ingeniero está inspeccionando una obra y no tiene a mano una cinta de medir. Puede en un banco de trabajo (*bench*) marcar (*mark*) la distancia que se quiere usar como referencia. Con un trozo de piolín, o alambre o una estaca tomará la medida y usará ese material improvisado como vara de medición. Ese es el origen del término, el cual da una idea del carácter de la actividad de *benchmarking*: uso de una referencia y extrema aplicabilidad práctica.

Este estudio se concentra en los dos primeros enfoques, de los cuales procurará mostrar las limitaciones y potencialidades del primero y las posibilidades que ofrece el segundo, sin desdeñar las dificultades que enfrenta. No hay un intento de proveer instrucciones para mediciones de procesos productivos particulares (lo que se conoce como *benchmarking* de procesos), sino el interés está en un uso comparativo de indicadores para determinación de incentivos a un comportamiento más eficiente. Priorizar el segundo enfoque incluye el uso del primero como prueba de congruencia, experiencia práctica y sentido común.

Se mencionó de pasada la noción de eficiencia en términos absolutos. Volviendo al ejemplo deportivo, si pudiéramos diseñar un robot que se desempeñara como un atleta y lograra una nueva marca, esa sería la meta de eficiencia absoluta. Y sería la vara con que se mediría el desempeño de los atletas de carne y hueso. Es aproximadamente el sentido de la “empresa modelo” antes citada³. Aquí nos concentraremos en la eficiencia comparativa de mejores prácticas empíricas⁴.

En los años setenta, se comenzaron a derivar líneas de formulación teórica y aplicación práctica para la medición de eficiencia, que pueden agruparse en cuatro perspectivas:

- a) Eficiencia a partir de los factores o insumos.
- b) Eficiencia a partir de los productos.
- c) Eficiencia insumo-producto.
- d) Eficiencia a lo largo del tiempo.

Para la medición de la eficiencia desde la perspectiva de los **factores**, las medidas se definen describiendo requerimientos de insumos para un nivel de producto fijo (capital o trabajo por unidad, por ejemplo). Un excesivo uso de insumos denota ineficiencia técnica. Son medidas útiles en ciertos contextos, cuando por ejemplo, la producción no se puede disminuir, como en los casos de mandato regulatorio de provisión de servicios.

Desde la perspectiva de los **productos**, la eficiencia se mide cuando se procura maximizar producción restringiendo el uso de insumos. La ineficiencia del lado del producto se origina en razones técnicas —no se maximiza producto con los factores disponibles—, pero también puede deberse a que se opere en un tramo congestionado de su tecnología, o en una escala de producción no óptima, o en que la combinación de productos seleccionada no es la que maximiza el ingreso dados los precios vigentes.

Las anteriores medidas se califican como “radiales”, en tanto buscan disminuciones de insumos (para un nivel de producto) o aumentos de producción proporcionales (para un nivel de uso de insumos).

En el enfoque **insumo-producto**, no se contempla la proporcionalidad anterior, sino que se consideran variables tanto los insumos como los productos. Es decir, que la ineficiencia podría provenir a la vez de escasa producción para los insumos usados, o la posibilidad de ahorrar insumos para el nivel de producción generado. La eficiencia técnica mide en este caso, la máxima disminución de insumos e incremento de productos, técnicamente posibles.

Por último, la eficiencia **a lo largo del tiempo** registra la evolución temporal en el uso de factores, productos o relación de insumo-producto.

³ Sobre “empresa modelo” se puede encontrar un muy buen tratamiento en Gómez-Lobo y Vargas (2001), Galetovic y Bustos (2002), Gómez-Lobo (2004) y Jouravlev (2003).

⁴ La especificación de una frontera eficiente teórica es difícil, y cuanto más complejo sea el proceso productivo, es probable que menos precisa sea la frontera. Un argumento adicional en contra de las funciones teóricas es que las mismas tienden a ser excesivamente “optimistas”, en el sentido de que la práctica eficiente que diseñan suele ser inalcanzable en el mundo real.

Para el caso de organizaciones públicas que prestan servicios con uso de infraestructura, pueden resultar más relevantes las medidas definidas desde la perspectiva de los factores, ya que habitualmente hay obligaciones de servicio, es decir, los prestadores no pueden retacear producción en aras de un objetivo empresarial.

Entre las medidas consideradas en la perspectiva de los factores, interesan particularmente la eficiencia técnica, que se calcula en relación a la función de producción, y la eficiencia económica o total, cuyo cálculo se deriva de la función de costos. La eficiencia asignativa se determina residualmente.

C. Uso de la medición comparativa de eficiencia en servicios públicos

Existen distintas técnicas de medición comparativa de eficiencia que pueden ser utilizadas para reducir el problema de asimetría de información entre el prestador de un servicio, sea éste una firma privada o estatal, y su ente rector:

- a) **Medidas de productividad parcial** o costos medios.
- b) **Medidas de eficiencia media** a través de las técnicas econométricas conocidas como Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS).
- c) **Fronteras no paramétricas** obtenidas por medio de programación matemática (análisis envolvente de datos (*data envelopment analysis* (DEA))).
- d) **Fronteras determinísticas y estocásticas** (*stochastic frontier analysis* (SFA)) que se calculan mediante técnicas econométricas distintas a OLS.

Cada una de ellas presenta diferentes ventajas y desventajas. Las próximas dos secciones se dedican respectivamente a las medidas de productividad parcial y de eficiencia media, por un lado, y fronteras no paramétricas y determinísticas por el otro.

Los últimos dos apartados son mediciones “de frontera”. La función de producción asigna el máximo producto a cada combinación de insumos y la función de costos el mínimo costo para cada producto. La ineficiencia debe medirse no con respecto a una función media, sino con respecto a funciones que se denominan “de frontera”. Es decir, son diferentes formas técnicas de computar los récords de los mejores atletas de la muestra analizada como relevante. En el Cuadro 1 se sintetizan los alcances de cada concepto alternativo de frontera.

D. Breve referencia a la literatura teórica y aplicada

Son incontables las referencias sobre el tema y existen muy buenos textos de síntesis para entrar a estudiar las distintas técnicas. Charnes y otros (1994) proveen un buen texto sobre métodos de programación matemática; Färe, Grosskopf y Lovell (1994) presentan fronteras de producción; Bardhan, Cooper y Kumbhakar (1998) desarrollan el uso conjunto de ambas técnicas; Coelli y otros (1998) hacen lo propio sobre análisis de eficiencia y productividad; dicho texto ha sido actualizado recientemente (Coelli y otros, 2005); Kumbhakar y Lovell (2000) elaboran análisis de fronteras estocásticas; en tanto hay un manual introductorio a las diversas técnicas, ilustrado con ejemplos útiles para la actividad de los reguladores de sectores de servicios públicos en Coelli y otros (2003); Fried y otros (2002) se centran en aspectos “ambientales” y de “ruido estadístico” de las estimaciones con programación matemática.

La dimensión que ha tomado el cuerpo de la literatura aplicada y teórica dedicada al tema en los últimos años es impresionante. Como ejemplo, sólo en la base de RePEc (*Research Papers in*

Economics) bajo el título de estudios de eficiencia y productividad, al 30 de agosto de 2010 se contaban referenciados más de tres mil trabajos⁵. Un muy buen recorrido por la principal literatura referida a estudios empíricos de eficiencia comparativa en el sector de agua es Walter y otros (2009).

CUADRO 1
FORMULACIONES ALTERNATIVAS DE FRONTERAS DE EFICIENCIA

Formulación usada para determinar eficiencia relativa	Relaciona	Ejemplo	Contexto adecuado de aplicación	Ventajas relativas
Función de producción (permite medir eficiencia técnica)	Producto contra insumos (como capital y trabajo)	Metros cúbicos de agua entregada en domicilio (o clientes servidos) como producto contra los insumos (kilómetros de red de cañerías y horas hombre trabajadas)	Cuando está en manos de la firma decidir el nivel de producción o de los insumos	Puede medirse sin necesidad de imponer un supuesto de comportamiento sobre las empresas (como maximización de beneficios o minimización de costos) Sólo requieren datos físicos Favorece las comparaciones internacionales y en el tiempo por la homogeneidad de las medidas
Función de costos (permite medir eficiencia total, técnica más asignativa)	Costos contra producto y precios de los insumos (como renta del capital y salario del trabajo)	Costos contra metros cúbicos de agua entregada en domicilio (o clientes servidos), costo del kilómetro de red y costo de la hora hombre trabajada	Cuando no está en manos de la firma decidir el nivel de producción pero sí el de los insumos	Requiere suponer un objetivo para los productores (en general, maximización de beneficios o minimización de costos) Demanda datos monetarios, como precios de los insumos, no siempre disponibles Más difícil la comparación entre países (por diferente paridad de poder de compra de las monedas) y en el tiempo (por la inflación)

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Ferro y Romero (2007a, 2007b, 2007c y 2009).

A nivel empírico sectorial, donde más se ha desarrollado la aplicación de los métodos que se tratan teóricamente en la literatura listada en el párrafo anterior, que a su vez se explicará en las secciones siguientes, ha sido en Inglaterra y Gales a partir de las privatizaciones de 1989. Son referencias obligadas Shleifer (1985), que establece las bases conceptuales de la competencia referencial o por comparación y Littlechild (1988) cuando aplica su modelo de precios límite al análisis de la industria del agua potable y alcantarillado en aquel país. A la vez, la documentación sobre la experiencia de regulación por comparación por parte de OFWAT, el regulador inglés de agua es extensísima (Hargreaves y otros (2006) proporcionan una buena síntesis práctica).

En la región de América Latina pueden destacarse cuatro aportes pioneros: el de Yepes y Dianderas (1996), que compilan indicadores de productividad parcial y costos medios, regionales y extrarregionales; el de Crampes, Diette y Estache (1997), que reflexiona sobre el uso regulatorio de la competencia referencial o comparativa; el de Rossi y Ruzzier (2000) sobre el uso regulatorio de las medidas de eficiencia comparativa; y el de Canay (2002), desarrollando cuestiones metodológicas del uso de fronteras. Después, tenemos identificados cuatro grupos de aportes referidos al sector de agua potable y alcantarillado (hay un listado extenso de contribuciones en otros sectores, como gas y electricidad que aquí se omiten por brevedad): aquellos generados en Brasil, los realizados en el *Public Utilities Research Center* (PURC) de la Universidad de Florida, los generados en el Centro de

⁵ <http://www.repec.org>.

Estudios Económicos de la Regulación (CEER) de la Universidad Argentina de la Empresa (UADE) en Buenos Aires, y los estudios comisionados por Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas (ADERASA).

Para el caso de Brasil, Seroa da Motta y Moreira (2004) estudian eficiencia en el sector sanitario; Tupper y Resende (2004) analizan la eficiencia y cuestiones regulatorias; Moreira y Fonseca (2005) comparan medidas de productividad basadas en programación matemática y frontera estocástica; y Da Silva e Souza, Coelho de Faria y Moreira (2007) estiman una función estocástica de costos para las empresas públicas y privadas de agua.

Del grupo de estudios realizados por el PURC, Corton (2003) examina la eficiencia comparativa en los prestadores de agua del Perú; Mobbs y Glennie (2004) trabajan sobre datos de la base de ADERASA; Lin (2005) analiza la dimensión de calidad de la prestación en el Perú; Lin y Berg (2005) efectúan un análisis de consistencia entre métodos en el caso del Perú; Sabbioni (2005) y (2008) realiza estimaciones econométricas sobre la eficiencia en el sector sanitario de Brasil; Berg (2006) examina las metodologías de *benchmarking*; Berg (2007) también estudia la resolución de conflictos sobre el desempeño de prestadores de agua; Berg y Corton (2007) analizan la utilidad para los países en vías de desarrollo de las técnicas de *benchmarking*; Corton y Berg (2008) efectúan análisis de *benchmarking* aplicado a la industria del agua en Centroamérica; Marques y Berg (2010) desarrollan un meta estudio sobre la literatura empírica de fronteras en el sector de agua; y Berg (2010) sintetiza las técnicas y los hallazgos de diversos autores en un muy atractivo texto.

En el CEER, amén de los trabajos realizados desde finales de los años noventa para otros sectores, referidos al sector de agua potable y alcantarillado se encuentran Ferro (1999) sobre indicadores parciales; Ferro (2007) sobre uso de fronteras econométricas con fines de *benchmarking*; Ferro y Romero (2007b), reseñan la literatura del uso de fronteras de eficiencia; Ferro y Romero (2008) estimando una función de costos para varios países de América Latina; y Covelli, Ferro y Romero (2010) hacen lo propio sobre una función de producción para América Latina.

Las tres referencias anteriores son trabajos académicos que utilizan una fuente común de datos para las estimaciones, una base de datos de ADERASA⁶, que ha juntado desde su inicio información sobre un centenar de empresas en 16 países. Junto con la precedente base del Sistema Nacional de Informaciones sobre Saneamiento (SNIS) de Brasil⁷, la encuesta de ADERASA es de las más ricas fuentes para estudios regionales del sector. Y en su página de Internet consta valiosa información en materia de indicadores de productividad parcial, costos medios, calidad, etc. Su mejora paulatina posibilitará que los datos sean consistentes y comparables en el tiempo y en el espacio. ADERASA, además, comisionó tres análisis sobre diferentes versiones de la base de datos. Romero (2005), que efectuó un enfoque exploratorio con la primera encuesta, incorporando información de 2003 y 2004; Ferro y Romero (2007a) que proveyeron estimaciones tanto en programación matemática como en econometría para un corte transversal de datos de 2005; y Ferro y Romero (2009), que desarrollaron un estudio de panel, en econometría y programación matemática con datos comprendidos entre 2003 y 2008.

Por último, en este contexto, merece destacarse la publicación de los indicadores de gestión y el *benchmarking* de las empresas sanitarias que publica desde hace varios años la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) del Perú⁸ y la utilización de la metodología DEA para el cálculo tarifario por parte de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) de Colombia⁹.

⁶ <http://www.aderasa.org>.

⁷ <http://www.snis.gov.br>.

⁸ <http://www.sunass.gob.pe>.

⁹ <http://www.cra.gov.co>.

III. Indicadores sintéticos de productividad parcial y costos medios

Esta sección se dedica inicialmente a definir aspectos conceptuales de los indicadores más simples para medir el desempeño económico comparativo. Presenta luego análisis más complejos (y completos). Seguidamente, efectúa la ponderación de pros y contras de las medidas estudiadas. Discute luego el uso de información contable y financiera, y finalmente introduce la noción de eficiencia comparativa como instrumento regulatorio.

A. Concepto

La forma más simple de medir el desempeño, es comparar simples razones (divisiones o cocientes entre dos valores). Las razones, en este contexto de medición de desempeño, proporcionan coeficientes o porcentajes al simplificarse en su cálculo las unidades de medida (que pueden ser físicas o monetarias). Supóngase que el único producto de la firma son metros cúbicos de agua entregada al domicilio de los clientes, y que se usan como insumo las horas trabajadas de los empleados del prestador y los kilómetros de red de distribución de agua potable.

Una razón entre producto e insumo da una indicación de desempeño en la actualidad, permite comparar entre firmas y en el tiempo, y proporciona indicaciones primarias para el analista, aunque pueden estar sujetos a distorsiones porque no capturan el rol de otros insumos ni las actividades de subcontratación. Los indicadores parciales se pueden totalizar en números índices, mediante técnicas que le atribuyen ponderaciones a los diferentes productos e insumos.

Una medida que utilice una razón (división) entre productos, mide el grado de eficiencia en la producción; una que lo haga entre factores, mide el grado de eficiencia en los insumos. Si la razón es entre productividades, está midiendo eficiencia insumo-producto. Si se cotejan variables en el tiempo, se compara la eficiencia en el tiempo.

Entonces, se tendrían como medidas posibles:

- a) **Eficiencia en producto** = Nivel de producto corriente / Nivel de producto óptimo (alcanzado como referencia).

- b) **Eficiencia en insumo** = Nivel de insumo utilizado / Nivel de insumo óptimo (alcanzado como referencia).
- c) **Eficiencia insumo-producto** = Nivel de producto medio / Nivel de producto medio óptimo (alcanzado como referencia).
- d) **Eficiencia a lo largo del tiempo** = Producción en año dado / Producción en año base (usado como referencia).

Supóngase, que el nivel de producto óptimo es 100, y se está midiendo el desempeño en términos de producto en un período, donde la producción fue de 90. El indicador “a” arrojaría 0,9 o 90%, indicando que en el lapso bajo análisis se produjo un 90% del mejor registro que se usa como referencia. Si el nivel de uso óptimo de insumos referencial fuera de 50, y en el período en estudio el uso fuera de 55, el indicador “b” nos daría 1,1 o 110%, indicando que la unidad de decisión fue 10% más ineficiente (o sea, usó un 10% más de insumos) en relación a la situación de referencia.

Siguiendo con los ejemplos, supóngase que se comparan dos períodos: en el primero se produjeron 100 unidades utilizando 50 unidades de insumo, de modo que la producción por unidad de insumo fue de 2; en el segundo período se generaron 120 unidades utilizando 80 unidades de insumo, de modo que la producción por unidad de insumo fue de 1,5. Si se compara, armando un indicador como el “c”, la productividad promedio entre los dos períodos, se toma 1,5 y se divide entre 2. El indicador arroja 0,75 o 75%, indicando que la eficiencia así medida decayó un 25%. En el último caso, si en el primer año se produjeron 100 unidades y en el segundo 120, un indicador como “d” se formaría tomando 120 y dividiéndolo entre 100, con el resultado de 1,2 o 120%, y queriendo significar que en el tiempo transcurrido, la eficiencia así medida creció un 20%.

Los indicadores de productividad parcial, entonces, son razones o cocientes entre producto e insumo. Si en un proceso productivo el metro cúbico de agua entregado en domicilio de los clientes es el producto, y los insumos utilizados son el número de empleados de tiempo completo y los kilómetros de red de cañerías de distribución, existirán dos posibles medidas de productividad parcial:

- a) **Producto por empleado** = Metros cúbicos entregados / Empleados a tiempo completo.
- b) **Producto por kilómetro de red** = Metros cúbicos entregados / Kilómetros de red.

La medida “a” da una idea de la productividad que aporta en promedio cada empleado al producto total, mientras que la medida “b” ayuda a entender la productividad media de cada unidad de “capital” (aproximado empíricamente por los kilómetros de red de distribución de agua potable).

Por su parte, los indicadores de costos medios son razones o cocientes entre costos totales y producción. Supóngase que para producir y entregar los metros cúbicos de agua en domicilio o para atender a un cliente o conexión (producto) se incurre en un costo total (originado al remunerar el trabajo y el capital que se utilizan para producir), entonces la medida:

- c) **Costo medio por unidad de producto** = Costo total / Metros cúbicos entregados.

Supóngase que el costo total se compone de costos laborales y costos no laborales (que por simplicidad se atribuyen al insumo capital). Entonces se pueden generar las siguientes relaciones:

- d) **Costo total** = Costo laboral + Costo no laboral.
- e) **Costo laboral unitario** = Costo laboral / Empleados a tiempo completo.
- f) **Costo no laboral unitario** = Costo no laboral / Kilómetros de red.

Las expresiones “e” y “f” están dando una idea del costo de cada insumo (trabajo y capital, respectivamente) por unidad de insumo utilizada en la producción.

Resulta útil tener una lista de los indicadores que comúnmente se usan en la práctica del sector, con una explicación de cómo se calculan, qué indican o miden y cómo se complementan o

sustituyen entre sí. En diversos países latinoamericanos hay un conjunto de indicadores en uso. Entre estos, como ya se ha mencionado, merecen destacarse los sistemas de información sectorial de Brasil y el Perú. Ha habido esfuerzos regionales por homologar índices y confeccionar guías de los mismos por parte de ADERASA¹⁰. Un grupo muy abarcativo de indicadores se encuentra en el SNIS. A título de ejemplo, en el Anexo 1, se presenta una selección de estos indicadores detallando la denominación, su objetivo, su interpretación, la fórmula de cálculo basada en los valores de las variables y la unidad de medida en que se releva.

En el Perú se utilizan indicadores de continuidad (horas promedio de prestación del servicio); cloro residual (porcentaje de muestras recolectadas dentro de los límites establecidos por la SUNASS; cobertura por conexión domiciliaria o por pileta pública dentro de las zonas administradas por las empresas de prestación de servicios sanitarios (EPS) en porcentaje del área a cubrir y en personas; conexiones activas sobre conexiones locales; costo operativo por unidad de volumen facturada; agua no contabilizada como porcentaje del agua enviada a red; volumen medido respecto del volumen facturado; morosidad en meses; tiempo de respuesta a reclamos comerciales; y tiempo de respuesta a reclamos operacionales. Con los anteriores indicadores se procura determinar eficiencia operativa, costos medios, y calidad del producto y del servicio comercial. Los principales indicadores de gestión que tiene en cuenta la SUNASS son respectivamente, número de conexiones, tarifa promedio, costo operativo promedio, producción por habitante (litros por habitante por día), porcentaje de agua no contabilizada, cobertura de agua, cobertura de alcantarillado, continuidad en el tiempo del servicio (horas por día), micro medición, turbiedad del agua, cloro residual, morosidad, número de reclamos operacionales y comerciales (Rojas, Alonso y Raimundo, 2008; Raimundo y Bócker, 2007 y Heising, Rosenaur y Stoll, 2007, dan detalles sobre los anteriores indicadores y su uso).

Ferro (1999) ha tabulado más de un centenar de indicadores que fueron diseñados sobre la base de los existentes en aquel momento, para la primera revisión quinquenal de la concesión de Aguas Argentinas S.A. en el Área Metropolitana de Buenos Aires, Argentina (1998). El actual Sistema de Indicadores Técnicos (SIT) utilizado por el Ente Regulador de Agua y Saneamiento (ERAS) para el control de la nueva concesionaria, Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA), se presenta en el Recuadro 1¹¹.

Para la elaboración de los rankings pertinentes, se requiere efectuar comparaciones entre las distintas productividades o costos medios, sobre los cuales no hay un acuerdo sobre orden de preferencia. En forma explícita o implícita, deben ponderarse los distintos criterios para combinarlos en una medida simple que permita rankear el desempeño global (por ejemplo, un promedio simple de A y B, pondera por igual a ambos indicadores). Cualquier medida global de desempeño obtenida de esta forma, tendrá algo de arbitrario. A partir de su análisis se pueden obtener indicios sobre el desempeño relativo de los prestadores, pero se requiere cautela ante las posibles distorsiones de la información provenientes de diferencias en las contabilizaciones de las variables utilizadas para calcular los indicadores (aunque en general, todos los métodos están expuestos a problemas ante la falta de consistencia en la información) y hay que estar atentos a diferentes condiciones de entorno local que condicionan a los prestadores.

Los indicadores de productividad parcial física no sirven entonces como medida conclusiva de eficiencia. Para ser razonables medidas de la misma, debieran ser lo suficientemente exhaustivos

¹⁰ Las actividades del *Grupo Regional de Trabajo de "Benchmarking"* (GRTB) de ADERASA se orientan hacia la creación de una base de datos comparable de indicadores de desempeño de operadores de servicios públicos de agua y saneamiento, persiguen la finalidad de asistir a los entes reguladores y a los organismos operadores, para detectar y atenuar las ineficiencias, asegurando de este modo que los usuarios reciban los mejores servicios posibles, pagando tarifas más justas.

¹¹ Cabe destacar que el marco contractual de esta concesión prevé además la implementación de un sistema de *benchmarking* basado en la comparación de indicadores de gestión de AySA con los correspondientes a empresas prestadoras argentinas y de otros países (<http://www.eras.gov.ar>).

respecto de los insumos relevados, de modo de evitar toda ambigüedad. Por ejemplo, si solamente se relevara el producto medio del trabajo, medido éste por personal propio, y entre dos mediciones la concesionaria subcontratará labores de modo de reducir el insumo de personal propio, la observación de ese sólo índice en forma aislada daría una distorsión al mostrar una mejora inequívoca en eficiencia, cuando nada asegura a priori que mayores niveles de eficiencia se hayan alcanzado. Por otra parte, productividad no es sinónimo de eficiencia: hay niveles de productividad eficientes, y niveles de productividad que no lo son (Ferro, 1999).

RECUADRO 1

SISTEMA DE INDICADORES TÉCNICOS DE LA CONCESIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

El Sistema de Indicadores Técnicos (SIT) es uno de los mecanismos utilizados por el ente regulador para el control de los niveles de calidad de los servicios de agua potable y saneamiento del Área Metropolitana de Buenos Aires. Mediante este procedimiento se realiza un seguimiento de algunos parámetros significativos de la calidad de los servicios, de forma complementaria al análisis del Informe Anual elaborado por el prestador y a las auditorías, inspecciones y otros informes que lleva a cabo el regulador tanto de forma periódica como puntual.

La empresa concesionaria Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA) presenta mensualmente al Ente Regulador de Agua y Saneamiento (ERAS) un conjunto seleccionado de estadísticas e indicadores organizados en los siguientes tópicos: i) servicio de agua (volumen y caudal de producción y transporte); ii) saneamiento (volumen y calidad de depuración y caudal y cortes en el transporte); iii) calidad del agua (producida en cada planta y en las redes por área administrativo-geográfica denominadas Direcciones Regionales y Distritos); iv) actividades de control de la calidad de los efluentes industriales; y v) desempeño de los servicios de agua y cloaca por Región y Distrito (reclamos, cortes de servicio, atención al usuario).

El SIT es una versión perfeccionada del Sistema de Indicadores de Niveles de Servicio (SINIS) por el cual la concesionaria privada Aguas Argentinas S.A. presentaba la información al ente regulador (Ente Tripartito de Obras y Servicios Sanitarios — ETOSS) hasta la rescisión contractual en marzo de 2006.

Los datos e indicadores del SIT permiten al ente regulador monitorear la evolución de ciertos aspectos de la calidad con que se prestan los servicios y en algunos casos comprobar si los parámetros informados cumplen con las exigencias establecidas en el marco regulatorio y en el “Instrumento de Vinculación” (contrato) de la concesión suscrito entre el Poder Concedente y la empresa prestadora.

El tratamiento estadístico de algunos de los datos e indicadores técnicos y la combinación con otros indicadores técnicos y datos económicos o contables vinculados, permite identificar y evaluar cuestiones relacionadas con la eficacia y la eficiencia de la gestión del prestador.

En este sentido se puede mencionar, a modo de ejemplo, que el análisis de la estadística de la cantidad de cortes del servicio de agua y del número de reclamos por escapes de agua en la vía pública, por zona o sector del sistema de redes, relacionada con la extensión de la red, puede dar señales acerca de si se están cumpliendo de forma adecuada las tareas de mantenimiento de las redes. Complementariamente se dispone de datos sobre reclamos por falta de agua o baja presión.

Con una finalidad similar, para el servicio de alcantarillado sanitario se dispone de estadística sobre la cantidad de reclamos por taponamiento del servicio (cuando las aguas residuales del inmueble no se pueden descargar a la red) y sobre los desbordes en la vía pública, ambos organizados por área geográfica. Además, como dato directamente relacionado, se cuenta con la cantidad de kilómetros de actividades de “rastreo” o limpieza ejecutados por la empresa prestadora.

Pasando a otro ejemplo, en este caso vinculado con el grado de eficiencia de la producción o potabilización de agua, se dispone para cada planta del sistema del indicador que relaciona el volumen

(continúa)

Recuadro 1 (conclusión)

de agua producida con la unidad de consumo energético (metro cúbico por kilowatio-hora). Una ratio similar se posee para la producción de agua subterránea, lo que posibilita realizar un análisis comparativo con relación al costo (o eficiencia energética) de la producción a partir de la captación de agua superficial.

Es importante destacar, que las señales o percepciones que se obtienen del análisis de los indicadores no resultan suficientes para arribar a conclusiones definitivas sobre el desempeño del prestador en los aspectos específicos de que se trate. Sin embargo, el sistema constituye un procedimiento eficaz en las tareas de control y regulación, en la medida en que la identificación de los desvíos “disparen” una mayor atención sobre el problema detectado que derive en la profundización de su estudio y evaluación y que, finalmente, concluya con una propuesta plasmada en una instrucción o reglamentación que otorgue los incentivos adecuados para corregir o mejorar la gestión del prestador, tendiente a lograr mayores niveles de eficiencia.

Fuente: Elaboración propia.

Lo más eficiente desde el punto de vista físico podría ser económicamente ineficiente. Un punto al que se da mucha importancia en los análisis del sector es al nivel de pérdidas en red (agua no contabilizada). Detectar y anular las fugas puede resultar sumamente caro en determinadas circunstancias. Cuando el valor del agua ahorrada se equipara al costo de detener las fugas, se ha llegado a un nivel “económicamente eficiente” de pérdidas. Desde el punto de vista físico, las fugas pueden persistir, lo cual puede no satisfacer un requisito de eficiencia técnica, pero claramente, para ciertos valores del agua perdida y de las reparaciones, puede tener más sentido (eficiencia económica) no efectuar la reparación.

Sobre el crecimiento de la productividad media del trabajo, influyen cuestiones como la sustitución entre capital y trabajo (máquinas que reemplazan trabajadores tornan más productivos a los que quedan, entonces, no son comparables las tecnologías, porque están usando diferentes proporciones de capital por trabajador); también incide la sustitución entre insumos intermedios y trabajo, que aumenta el producto por unidad de trabajo, pero también eleva el valor agregado por empleado, por ejemplo, subcontratando fuera actividades que se desarrollan en forma relativamente ineficiente dentro de la empresa. La escala de producción es también un elemento que incide en la productividad física: se puede estar trabajando con economías de escala, lo cual arrojará elevadas productividades medias de los trabajadores, o por el contrario, con fuertes deseconomías de escala, se verificará el fenómeno contrario (Ferro y Lentini, 2010).

Las medidas anteriores son incompletas. Si bien pueden ser útiles a los reguladores, existen variables de control que deberían ser incluidas en el análisis, que aquellos indicadores de productividad parcial o costos medios no tienen en cuenta, a saber, la estructura del mercado, el área de operación, la fuente de agua utilizada y toda otra variable ambiental (o “hedónica”) que permita que las empresas sean efectivamente comparables.

Las empresas de agua potable y alcantarillado tienen características que limitan las posibilidades de ajustar la acción en dirección a la mayor eficiencia. No pueden vender en otras áreas que las que sirven, aún si los precios fueran mayores en otras zonas (la localización y falta de interconexión opera como una restricción). Están muy restringidas en el corto plazo en sus fuentes de provisión de agua, las distancias de transmisión, la medida requerida de purificación, la facilidad de disposición de los productos finales después del tratamiento cloacal, etc. Entonces, los costos de las empresas que son el resultado de la localización, están fuera de su propio control. El capital físico de las empresas de agua con vida útil extremadamente larga y el estado de la red, están en una gran medida determinados por su historia, y fuera de control en el corto plazo. La regulación fijando, entre otras, obligaciones de provisión y de calidad, adiciona otras restricciones que le ponen un piso a los costos y un techo a los ingresos (Ferro, 1999).

B. Información contable y financiera

El uso directo de datos contables no es útil para generar una medida de producción, aunque sí lo es para medir costos. Los datos contables están generalmente disponibles al nivel de las firmas, aunque dadas técnicas para asignar los costos directos y comunes, pueden llevarse al nivel de producto o proceso¹². Por su naturaleza, los datos contables están expresados en términos de valores, y entonces explícita e implícitamente se basan en el conjunto de precios que rigen al momento en que se recogen las cuentas. Pero los precios relativos varían en el tiempo. Para medir la eficiencia, el usuario de dichos datos tiene disponibles dos enfoques posibles: deflactar las series, generando estimaciones en términos reales o físicos, o comparar sobre la base de los datos de valores, siendo particularmente atento al significado de los datos, dado que los precios están incorporados en ellos.

La rentabilidad puede usarse en la medición de la evolución de la eficiencia en el tiempo, pero deben atenderse ciertas cuestiones. Para precios y producción dados, cuanto menores sean las cantidades de insumos utilizados, mayores serán los beneficios contables (y mayor la eficiencia técnica en el uso de insumos). Si la firma cambia su mezcla de insumos a una más barata, entonces los beneficios aumentan (mayor eficiencia asignativa en los insumos). Si aumenta el precio de los productos y no el de los insumos, los beneficios contables crecen. De modo que un incremento en los beneficios no necesariamente refleja una disminución en insumos por unidad de producto. Como una simple medida de eficiencia, los beneficios contables deben entonces ser calificados por las circunstancias en que son calculados.

Una medida posible del producto son los ingresos totales. Otra posibilidad es el valor agregado, definido como la diferencia entre el valor de los bienes producidos (ingreso total), y el de materias primas e insumos intermedios usados en el proceso productivo, lo que da una estimación del excedente disponible para la distribución a los factores de producción y beneficios, pudiendo calcularse a partir de datos contables. Pero sólo es una medida acabada si los precios reflejan valoración social. Cualquiera de las dos medidas que se usen, hay problemas particulares a la industria del agua potable y alcantarillado que indican que en ésta ninguna de ellas es buena medida de producción. El problema básico son los precios, que en caso de determinarse en un mercado competitivo son eficaces señales de escasez de recursos y valoración social de los bienes finales, pero en la situación de monopolio pierden dicho carácter y en su lugar muestran consecuencias de poder de mercado. También podría tratarse de un precio regulado o político, que no tenga relación con los precios competitivos. En agua y saneamiento, si la determinación de precios es totalmente privada, posiblemente refleje poder de mercado, y si es estrictamente política, tampoco representa escasez ni valoración social. Por ello, normalmente es un sector donde los precios que recuperan costos de oportunidad son la excepción.

Ratios simples de costos medios relacionados a insumos aislados, son insatisfactorios por no tomar en cuenta las posibilidades de sustitución entre insumos. Lo que se requiere es una medida de la razón de la suma de todos los insumos respecto al producto. La sumatoria requiere ponderadores que le asignen importancia a cada insumo físico en el producto total. Aquellos pueden ser precios de mercado de los insumos.

Los costos totales pueden agruparse en operativos y de capital. Los primeros pueden medirse fácilmente desde la contabilidad. El principal problema es el cálculo del costo del capital. La literatura sugiere que el costo del capital debe medirse por la tasa normal de retorno sobre el capital, multiplicada por el valor del stock del capital de la firma, más una medida del valor del capital usado y consumido en el proceso productivo al momento t (esto último, aproximado por los costos de depreciación) (Chisari, Pardina y Rossi, 1999). Los costos de mantenimiento del capital, pueden ser

¹² De allí la importancia de avanzar en la reglamentación o normalización de los sistemas contables mediante planes y manuales de “contabilidad regulatoria” o sistemas de costos por actividades y procesos.

incluidos en otros costos. Esto aparea dos problemas: cómo especificar y cómo medir la tasa normal de retorno, y cómo determinar el valor del stock de capital. Los problemas se deben principalmente a que la medida de beneficio calculada en las cuentas, incluye solamente costos contables y excluye los costos de oportunidad. Estos últimos, en la jerga regulatoria, son asimilables al costo del capital.

Otro procedimiento para determinar la razonabilidad de los costos es a través de precios de mercado —testeos de precios— de insumos claves como pueden ser el valor de la hora de trabajo, el precio promedio del kilowatio-hora o algún precio referencial de insumos químicos. Estos precios permiten comparar el valor que surge de la información de la empresa y establecer si se encuentra dentro de un rango aceptable. La ventaja de este criterio es la claridad y transparencia ya que difícilmente sea un valor manipulable por la empresa. La desventaja es que los insumos de la empresa suelen ser muy heterogéneos y no siempre representativos.

C. Eficiencia comparativa como herramienta regulatoria

La idea de la eficiencia comparativa como herramienta regulatoria (“*yardstick regulation*”) se originó en Shleifer (1985). Su hipótesis era que un regulador fácilmente podría replicar las condiciones de un mercado competitivo si fijara tarifas iguales al promedio de los costos (incluyendo el costo de oportunidad del capital) de todas las empresas oferentes en la industria. Bajo el supuesto de que todas las firmas son idénticas o similares, esta fórmula pondría presión para el comportamiento eficiente de la empresa individual, pues si ésta no igualara o superara el nivel de eficiencia en el resto del sector, rápidamente quebraría con las tarifas fijadas en base a costos promedios de la industria¹³.

La realidad es más compleja. Las empresas no son idénticas y a veces ni siquiera similares, y por lo tanto resultaría muy injusto aplicar una fórmula de este tipo con firmas no comparables. La heterogeneidad de las empresas de agua tiene que ver con:

- a) La diferente calidad del servicio.
- b) Las condiciones geográficas e hidrográficas de la empresa, por ejemplo, la topografía, la densidad de la población, la distancia de las fuentes, la mezcla entre fuentes superficiales y subterráneas, la calidad del agua cruda, etc.
- c) El estado de la infraestructura, por ejemplo, su edad y condición, y soluciones tecnológicas utilizadas (fuentes públicas o conexiones domiciliarias de agua potable, alcantarillado convencional, condominial o letrinas).
- d) La naturaleza del consumo, por ejemplo, la estacionalidad y la mezcla entre usuarios domésticos e industriales.

Por todos estos motivos, conviene buscar algún modo de tener en cuenta estas diferentes condiciones de operación (ajustar por la heterogeneidad de las firmas), al momento de realizar comparaciones entre distintos prestadores.

El primer perfeccionamiento que se ofrece al modelo de Shleifer (1985), consiste en agrupar el universo de prestadores en “ligas”, que se puedan considerar hasta cierto punto homogéneas, por ejemplo empresas grandes, medianas y pequeñas, o empresas urbanas y rurales, etc. Después se aplica el procedimiento de Shleifer a cada una de esas “ligas”. Nuevamente sirve la analogía deportiva: los equipos de fútbol no compiten entre sí “todos contra todos”, sino que se clasifican en ligas, de las que

¹³ Apunta Jouravlev (2001a) que “Esta forma de competencia indirecta es especialmente importante en los servicios de agua potable y alcantarillado porque en esta rama de actividad las posibilidades de otras formas de competencia son sumamente limitadas en razón de que las redes locales de cañerías maestras de agua y de alcantarillado tienen características de monopolio natural y representan el grueso de los costos totales de suministro de los servicios.”

se puede ascender o descender, para que el campeonato tenga sentido y haya premios y castigos. Con el boxeo, el peso de los contendientes los clasifica en la categoría que compiten.

La principal ventaja de la metodología de Shleifer modificada para contemplar las “ligas”, es que resulta relativamente fácil de implementar con la clase de datos que suelen estar disponibles. Sin embargo, el modo muy subjetivo y artesanal que se utiliza para tomar en cuenta la heterogeneidad de las empresas es una debilidad. Por este motivo, resulta difícil adjudicar si las diferencias en costos entre firmas son legítimas o genuinamente indicativas de una ineficiencia. De este modo, el método se debería limitar a identificar casos extremos. Además, hay que tener en cuenta que para comparar los datos financieros y físicos generados por cada una de las empresas, este tipo de metodología depende en gran medida de que las normas de contabilidad y la definición de indicadores sean compatibles. De no ser así, las diferencias de costos fácilmente se podrían atribuir a diferentes convenciones contables, en vez del comportamiento, o las circunstancias del prestador.

IV. DEA, métodos econométricos de frontera y consistencia entre metodologías

Esta sección avanza en dirección a técnicas más complejas para medir eficiencia comparativa. Resume el sentido y alcance de métodos paramétricos y no paramétricos, determinísticos y estocásticos. Expone ventajas y desventajas de cada enfoque. Analiza la elección de variables en los estudios econométricos, y presenta dos protocolos de trabajo: uno para una construcción secuencial de un ejercicio aplicado y otro para mostrar qué aspectos considerar para evaluar la consistencia entre metodologías distintas que pudieran estar arrojando resultados ambiguos.

A. Más allá de los indicadores de productividad parcial y costos medios

El análisis de eficiencia comparativa con fronteras de eficiencia, que se pensó para las más diversas aplicaciones, tuvo un impulso en su uso regulatorio a partir de las privatizaciones inglesas de los años ochenta. En la regulación por incentivos, se buscan herramientas para el análisis de desempeño que evalúen empresas de servicios públicos con similitudes estructurales, mediante análisis comparativo basado en parámetros técnicos. La regulación por incentivos era un paradigma nuevo, con respecto al tradicional enfoque de regulación por tasa de rentabilidad (*“rate-of-return regulation”*) que se aplicaba en los EE.UU. En la regulación basada en incentivos se procura atender varios objetivos, como crear fuertes incentivos a la minimización de costos, promover una inversión en capital eficiente¹⁴, asegurar la recuperación de los costos “razonables” de las empresas y un retorno justo

¹⁴ Se sindicaba al sistema de regulación por tasa de rentabilidad como responsable de una inversión en capital fijo “excesiva” (efecto Averch-Johnson) (Averch y Johnson, 1962). El contexto de la discusión era el de las privatizaciones inglesas. Allí se propuso un criterio regulatorio novedoso, cuyo principal elemento distintivo era el de incentivos a la eficiencia de costos, en tanto se reputaba al modelo de regulación por tasa de rentabilidad como un procedimiento empírico que conseguía equidad entre las partes, pero sacrificaba eficiencia. El enfoque de regulación por precios tope (*“price-cap regulation”*) como metodología alternativa fue calificada como un mecanismo que sacrificaba dicho equilibrio entre intereses de las partes para generar mayores beneficios a los prestadores. Pasados veinte años, dichas posturas polares sobre ambos métodos han sido suavizadas, y la evidencia no parece contundente en dirección a la estricta supremacía de un criterio sobre otro (Church y Ware (2000) y Jouravlev (2001b)).

sobre la inversión, e incentivar la revelación de datos para mitigar la asimetría de información entre regulado y regulador.

El procedimiento del análisis de fronteras de eficiencia aplicado a la regulación se basa en las mejores evaluaciones posibles de las fronteras de costos o de producción de la actividad, dada la información disponible. El prestador desaventajado en la comparación, intentará mostrar con claridad su desventaja, y en ese proceso revelará nueva información. Esto último es una interesante característica de la metodología: una empresa que se somete a una tarifa fundada en los costos relativos que exhibe, podría estar con problemas de rentabilidad por cuestiones que le son ajenas, como una fuente de abastecimiento de mala calidad comparativamente a otros prestadores incluidos en el estudio, una red de distribución o recolección en mal estado que se ha heredado de un propietario o administrador anterior que poco hizo para mantenerla, un convenio laboral particularmente generoso con obreros y empleados que le determinan altos costos de personal y cargas sociales, por ejemplo. En el esfuerzo por mostrar que pertenece a “otra liga”, de dar detalle de los aspectos específicos que hacen los costos propios comparativamente altos (o la productividad relativamente baja) debe brindar evidencia, lo cual amplía el acervo informativo a la mano del regulador.

El enfoque requiere objetividad y rigurosidad, el uso de datos fuera de la posibilidad de manipulación por las partes interesadas y una buena caracterización de las restricciones ambientales, lo cual implica conocimiento sectorial y de las empresas individuales. Luego se verá, al tratar las condiciones de consistencia entre metodologías, que el conocimiento práctico y el sentido común tendrán ambos un rol clave, al zanjar diferencias de posicionamiento que pudieran arrojar las diferentes metodologías.

El análisis de fronteras arrojará medidas y rankings de eficiencia. El uso de fronteras de eficiencia está muy difundido en diversas realidades. Se usan allí donde no hay mercados que castiguen prácticas ineficientes y premien las eficientes. El empleo de dichos estudios abarca por lo menos tres grandes áreas:

- a) **Un uso regulatorio en sectores de infraestructura donde hay controles de precios.** Las tarifas se determinan con arreglo a las mejores prácticas como una forma de que las empresas eficientes recuperen plenamente costos y las ineficientes sólo lo logren en la medida que ajusten sus costos a la frontera de mejores prácticas.
- b) Otra aplicación es al **interior de las empresas**: un banco o una cadena de supermercados, por ejemplo, podría querer determinar dónde sus recursos son mejor usados, disponiendo de sucursales diversas.
- c) La tercera aplicación es la del **sector público**, donde hay asignaciones presupuestarias que realizar y la comparación de desempeño puede determinar sobrantes de recursos en algunas unidades (o uso eficiente) y faltantes en otras (o uso ineficiente), así como necesidad de concentrar o escindir reparticiones. Se ha usado en educación (escuelas, que usan aulas y maestros), salud (hospitales, con camas, médicos y enfermeros), seguridad (comisarías con agentes y patrulleros), etc.

Una medida de eficiencia es, a grandes rasgos, la distancia entre la práctica observada y la frontera eficiente de la actividad: aquellas empresas que se encuentren más alejadas de las mejores prácticas que marca la frontera, serán más ineficientes. Hay que tomar una serie de decisiones metodológicas antes de comenzar la tarea de medición.

La primera decisión tiene que ver con la misma construcción de la frontera eficiente, y aquí las alternativas son básicamente dos: una referencia teórica basada en conocimientos ingenieriles de los procesos que involucra la actividad (como la “empresa modelo”), o una función empírica construida a partir de los datos observados (fronteras de eficiencia basadas en la experiencia, es decir, en el ejemplo deportivo, en los récords de los atletas que corrieron hasta ahora). Aquí nos

concentraremos en las fronteras empíricas, es decir, aquellas basadas en las mejores prácticas que indica la observación de las experiencias prácticas.

La segunda decisión consiste en elegir el concepto de eficiencia relevante que se intentará medir: técnica, asignativa o total (técnica y asignativa). Si se va a concentrar el esfuerzo en eficiencia técnica, debe estimarse una función de producción (relación entre producto e insumos físicos), en tanto que si se quiere determinar eficiencia total, se estimará una función de costos (relación entre costos y productos). La eficiencia asignativa sale como diferencia de los dos conceptos anteriores.

La tercera decisión consiste en decidir sobre la técnica a utilizar (no paramétrica o paramétrica) y en el primer caso, entre fronteras determinísticas o estocásticas. La última decisión tiene un fuerte contenido técnico y deben aclararse los conceptos allí utilizados. Se explicará primero qué significa enfoque no paramétrico o paramétrico y la noción de determinística o estocástica aplicada a las fronteras.

B. Enfoque no paramétricos y paramétricos, determinísticos y estocásticos

En la aproximación no paramétrica se prescinde de cualquier especificación o forma de la función de producción, es decir, no se atribuye una fisonomía a la curva que representará el fenómeno.

Se han desarrollado métodos de programación matemática para analizar eficiencia; el más utilizado es el DEA. El método para medir la eficiencia técnica de una empresa consiste en compararla con una compañía hipotética que utiliza los insumos en la misma proporción. La firma virtual de referencia se construye como la media ponderada de las observaciones eficientes (es decir, usa datos reales de empresas eficientes), respetando las proporciones de insumos de la empresa que se quiere evaluar. Mediante programación lineal se construye una envolvente de las combinaciones más eficientes de insumos y productos, estimando así funciones de costo o producción.

Esta técnica admite distintas variantes de estimación, tales como medidas orientadas a insumos o a productos, así como la existencia de rendimientos constantes o variables a escala. Los modelos orientados al producto maximizan la cantidad producida dada una cantidad de insumos fija, mientras que los orientados a insumos se basan en la minimización de la cantidad insumida para una cantidad de producto fijada¹⁵. Bajo esta metodología, las firmas son consideradas eficientes si no existe otra empresa —o combinación lineal de ellas— que produzca un poco más de cantidad de algún producto (con los mismos insumos) o sea capaz de utilizar menos de algún insumo (para la misma cantidad de producción).

DEA depende de la noción que una unidad de decisión produciendo el mismo producto con menos insumos es más eficiente. No descansa en una especificación particular de una función de costos o de producción: la ubicación y fisonomía de la frontera eficiente se deriva de segmentos lineales que juntan firmas con las mayores razones de producto a insumos (mayor productividad) o las

¹⁵ Los modelos de DEA de eficiencia técnica pueden ser orientados a la reducción de insumos —orientación a los insumos— o al aumento de los productos —orientación a los productos—, o también pueden ser no orientados (en cuyo caso la reducción de insumos y el aumento de productos son calculados en forma conjunta). Una vez que se ha tomado una decisión sobre el tipo de frontera elegida, cualquiera sea la orientación, se van a identificar a las mismas firmas como eficientes e ineficientes. La diferencia se notará en la medida de eficiencia (cuán eficiente o ineficiente es el mismo conjunto de unidades de decisión), ya que cada tipo de orientación utiliza un concepto distinto de distancia. La elección del tipo de orientación dependerá de las particularidades del sector bajo estudio. Por ejemplo, si el producto es exógeno, considerar modelos orientados a los productos o no orientados no tiene sentido, ya que no es posible realizar expansiones en el nivel de producto. En esas circunstancias, sólo los modelos orientados a los insumos son relevantes.

menores razones de costos a producto (menores costos unitarios). Las firmas que están sobre la frontera son consideradas eficientes, mientras que aquellas que se encuentran por debajo de la frontera son clasificadas como ineficientes, y su medida de ineficiencia viene dada por la distancia existente entre la empresa y la frontera.

Charnes, Cooper y Rhodes (1978) formulan el problema de tal forma que sea soluble mediante técnicas de programación lineal. Su modelo se conoce como CCR, por las iniciales de sus autores. La razón producción a insumos de una organización aproxima su productividad (media). Si se comparan entre empresas, se tiene una idea de productividades relativas. Con más de un insumo, los rankings pueden ser ambiguos. Para efectuar un cociente de producto contra una suma de insumos, éstos deben ponderarse para poder ser agregados. Se definen las “transformaciones virtuales” como las ponderaciones que el propio método de cálculo asigna a cada unidad, permitiendo obtener un valor de “producción virtual” (resultante de transformar los productos observados) y del “insumo virtual” (resultado de transformar los insumos observados). El cociente entre el producto virtual formado por la combinación de productos y el insumo virtual obtenido a partir de sumar ponderadamente todos los insumos, expresará la eficiencia de cada unidad. Luego, se compara cada unidad productiva con las más eficientes de la muestra.

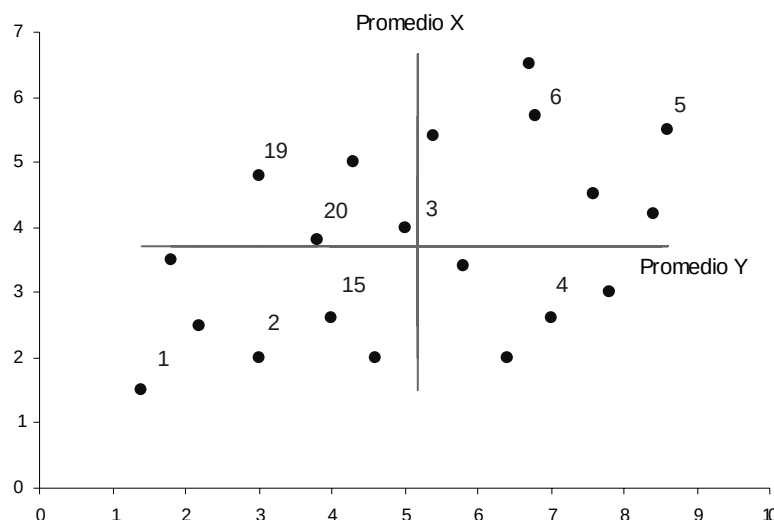
El método CCR presupone “rendimientos constantes a escala”¹⁶. Otro enfoque es el BCC (Banker, Charnes y Cooper, 1984), que parte de la existencia de “rendimientos variables a escala”. En el modelo CCR, la ineficiencia técnica incluye la que se podría deber dentro de la muestra a la escala de operación (podría estar dando ineficiente a una empresa por el simple hecho que goza de economías de escala para un nivel de operaciones mayor y está produciendo por debajo del mismo). El método BCC incorpora al DEA un modo inmediato de determinar la ineficiencia de escala, es decir separa la ineficiencia debida a la escala, de la pura ineficiencia. En algunos procesos productivos, el tamaño es relevante, mientras que en otros resulta irrelevante. BCC es mejor en el primer caso, para separar eficiencia de pura ventaja de escala. CCR es más conveniente si la escala es irrelevante. Una especificación inconveniente podría calificar de ineficientes a firmas que no lo son, o de eficientes a las que están posicionadas allí por estricta ventaja debida a la escala.

Supóngase que se quiere estimar una función de producción¹⁷ donde a los metros cúbicos de agua entregada en domicilio se quiere relacionar con un sólo insumo, por ejemplo, el trabajo. Si se tiene una lista de empresas, donde para cada una se sabe cuánta agua entrega y cuántos empleados utilizan, cada par (producto, insumo) puede ser representado gráficamente por un punto en el plano. Cada punto es un prestador. En el Gráfico 1, se ha representado una muestra compuesta por 20 unidades de decisión. Cada punto corresponde a la producción Y asociada a un insumo X. Las dos líneas dibujadas al interior del plano marcan los valores promedio de X y de Y. Compárense las unidades productivas 2 y 19: la 19, con el mismo nivel de X (por ejemplo, empleados), logra mayor nivel de producción Y (por ejemplo, metros cúbicos de agua distribuidos) que 2. Si se comparan 15 y 4, que producen lo mismo, 15 es más eficiente que 4 porque gasta menos insumos.

¹⁶ Se dijo que una función de producción relaciona el producto obtenido (por ejemplo metros cúbicos de agua potable entregada) con los insumos utilizados (trabajadores y kilómetros de red). Si se multiplican por dos ambos insumos al mismo tiempo (la escala de producción) y el producto obtenido exactamente se duplica, se dice que existen rendimientos constantes a escala. Si al doblar los insumos, la producción más que se duplica, entonces existen economías de escala. Por último, si de la duplicación de ambos insumos resulta un nivel de producción menos que el doble del anterior, se dice que hay deseconomías de escala. Las economías de escala se corresponden con costos medios decrecientes (cada unidad adicional se produce más barata). Las deseconomías de escala se asocian con costos medios crecientes (cada unidad adicional es más cara de producir). Por último, con economías de escala constante (o ausencia de efectos de escala en la producción), los costos unitarios de producción son constantes.

¹⁷ Podría haberse estimado una función de costos contra inductores de costos (“cost drivers”). La diferencia es que aquí “menos” (costos) es más eficiente y “más” (costos) es ineficiente.

GRÁFICO 1
NUBE DE PUNTOS ENTRE PRODUCCIÓN (EJE VERTICAL)
E INSUMO (EJE HORIZONTAL)



Fuente: Elaboración propia.

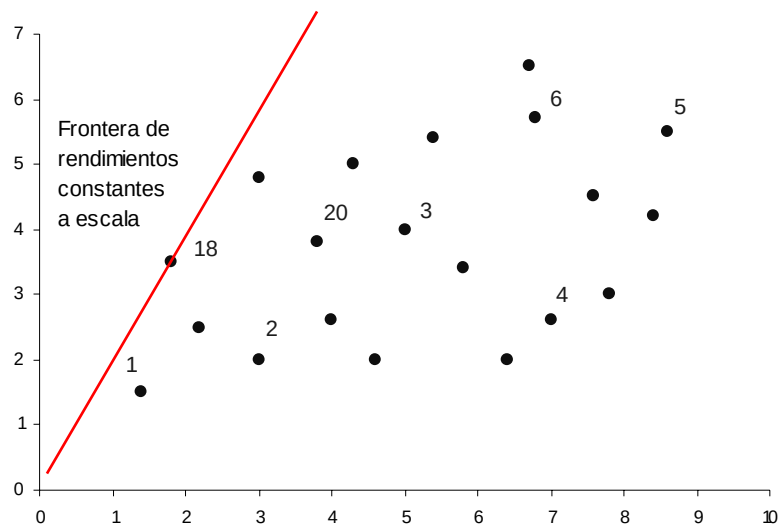
Ahora obsérvese en el Gráfico 2 cómo funciona el modelo CCR: es una envolvente lineal a la nube de puntos. En este caso particular, pasa la línea por una sola unidad productiva. Las que quedan debajo de la envolvente son ineficientes (producen menos que lo que indica la línea, con la combinación de insumos que utilizan).

El modelo BCC, en cambio, no envuelve con una recta a la nube de puntos sino que lo hace siguiendo un contorno lineal que junta a las unidades más productivas. En el Gráfico 3 se advierte que hay tres unidades eficientes, que puestas en conexión por una línea quebrada, envuelven (es decir, son más eficientes que) las demás observaciones. Las que quedan por debajo de la envolvente son unidades ineficientes (menos productivas por unidad de insumo utilizado). Debe notarse que si a la muestra utilizada se le aplica el modelo CCR por lo menos dos observaciones más serán consideradas ineficientes respecto a la forma BCC. Ello es porque el primero supone rendimientos constantes a escala, que como parece del Gráfico 3, no es tan buena hipótesis en esta muestra particular.

En el enfoque paramétrico se parte de que los datos se relacionan entre sí siguiendo el contorno de una forma funcional determinada (lineal, cuadrática, cúbica, exponencial, logarítmica, etc.). La fisonomía de la figura tiene sentido matemático y económico. La idea es que se toman los datos y con ellos se construye una función matemática que representa el comportamiento de producción o costos. Los métodos paramétricos requieren la especificación y estimación de una ecuación que describe la forma la cual los insumos se transforman en productos o identificar inductores (“drivers”) de costos. El método identifica una variable dependiente a ser explicada por una o más variables independientes. Las relaciones entre variables están descritas por parámetros o coeficientes. Para eficiencia técnica, la variable dependiente será producción y para eficiencia económica, costos.

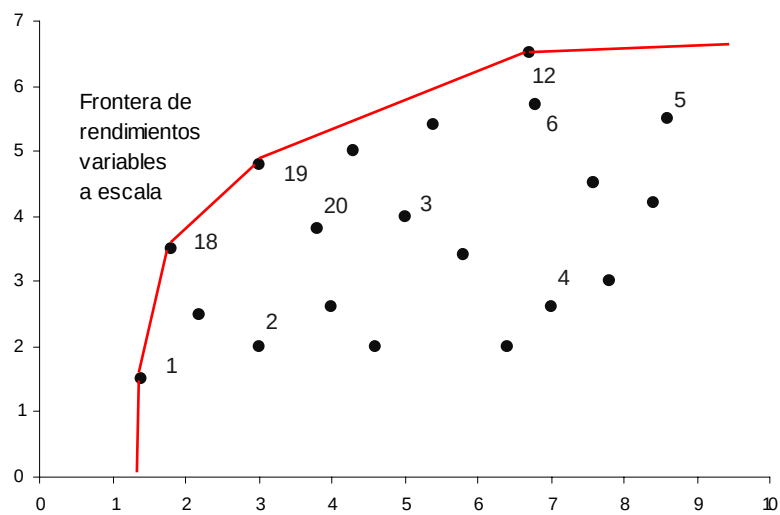
Enfoques paramétricos los hay determinísticos y estocásticos. La diferencia entre ambos tiene que ver con el concepto de “residuos” que se explicará a continuación.

GRÁFICO 2
MODELO CCR ENTRE PRODUCCIÓN (EJE VERTICAL)
E INSUMO (EJE HORIZONTAL)



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 3
MODELO BCC ENTRE PRODUCCIÓN (EJE VERTICAL)
E INSUMO (EJE HORIZONTAL)

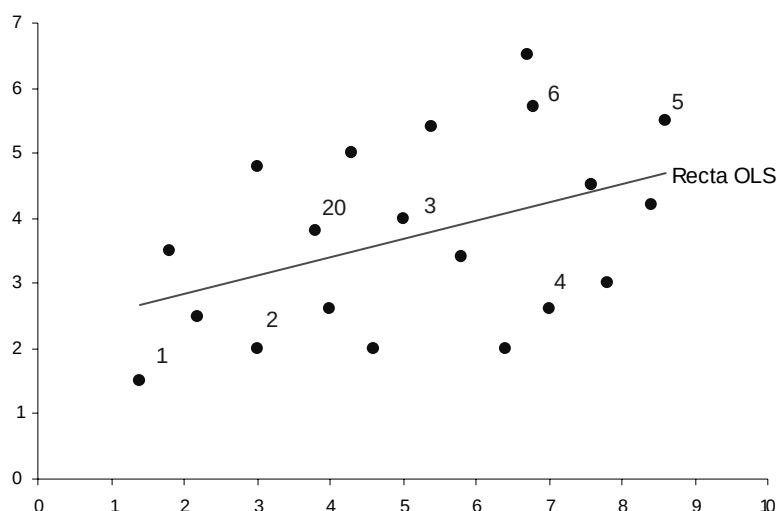


Fuente: Elaboración propia.

La técnica econométrica más simple, sobre la que se derivan otras muchas formas de tratar los datos¹⁸, se conoce como OLS¹⁹. Se ilustra sobre la misma muestra de anteriores gráficos, por donde pasaría la línea estimada por OLS. Una característica OLS, es que pasa por los valores medios de X y de Y, por el “centro” de la nube de puntos, y en términos de lo que queremos estimar, explica cómo se comporta el promedio de las unidades productivas.

Obsérvese que para esta particular muestra, un solo punto está coincidiendo exactamente con la línea OLS (véase el Gráfico 4). Todos los puntos situados por arriba de la línea OLS, tienen una distancia vertical a dicha línea, que se conoce como “residuos” positivos; todos los puntos por debajo de OLS están separados de la línea por una distancia vertical designada como “residuos” negativos. ¿Cuál es la idea? Que las observaciones situadas exactamente sobre la línea exhiben una eficiencia promedio respecto del conjunto. Las unidades de decisión que yacen por encima de la línea producen más (en la magnitud del residuo positivo) que aquello que en promedio deberían producir según el modelo que promedia. Por último, los prestadores situados debajo de la línea tienen un nivel de ineficiencia por debajo del promedio (equivalente a su residuo negativo). Las observaciones 3 y 5 del Gráfico 4 tienen residuo positivo (producen más que lo que en promedio se espera), en tanto las 2 y 4 tienen residuo negativo (producen menos que lo que en promedio se espera).

GRÁFICO 4
LA LÍNEA DE REGRESIÓN MÍNIMO-CUADRÁTICA ENTRE
PRODUCCIÓN (EJE VERTICAL) E INSUMO (EJE HORIZONTAL)



Fuente: Elaboración propia.

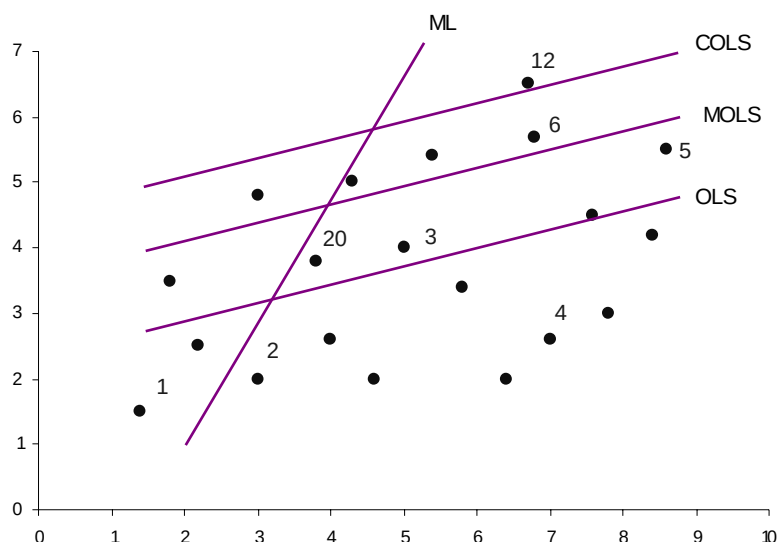
¹⁸ Las series estadísticas son listados de números que asocian variables (como producción e insumos) a una unidad de observación. Un listado de datos de prestadores referido a un único período es un corte transversal (“*cross section*”); una serie de datos de un prestador individual en varios períodos es una serie de tiempo (“*time series*”); por último, una serie de datos de varios prestadores en varios períodos (es decir, un conjunto de cortes transversales de varios períodos de tiempo) se denomina un panel. Datos de panel describe una base de datos que incluye más de una observación para cada unidad de decisión, como datos de una misma unidad en diversos momentos del tiempo o la desagregación de una unidad entre partes en un mismo punto en el tiempo.

¹⁹ Técnicamente, la regresión mínimo cuadrática ordinaria toma una muestra de datos y minimiza el cuadrado de los desvíos de cada observación a la línea estimada. Una explicación técnica más detallada puede hallarse en cualquier texto de econometría de nivel introductorio, como Wooldridge (2006).

Se dice que OLS es determinístico. Toda la diferencia (en menos) de producción respecto a la “predecida” por el modelo se atribuye a ineficiencia y toda la producción excedente (en más) que logran algunas firmas por encima de la línea se computan como eficiencias. Lo anterior puede ser muy arbitrario. El modelo podría estar insuficientemente especificado, es decir, no contemplar todas las variables que intervienen para generar dicha producción.

La primera variante de OLS también es determinística: se llama mínimos cuadrados corregidos (COLS). Hace una cosa simple: desplaza la línea OLS, con la inclinación estimada, al límite superior de la nube de puntos si estamos analizando producción (o al límite inferior si estuviéramos viendo costos). Es decir, que sólo las empresas que tienen máximo residuo positivo en producción (o negativo en costos) respecto del promedio que indica la línea OLS se consideran eficientes, y todas las que quedan por debajo en producción (arriba en caso de costos) tienen algún grado de ineficiencia. Ésta se mide como un valor recalculado de los residuos, que ahora se comparan todos con respecto a la línea COLS (véase el Gráfico 5).

GRÁFICO 5
COMPARACIÓN ENTRE OLS, COLS, MOLS Y ML ENTRE PRODUCCIÓN
(EJE VERTICAL) E INSUMO (EJE HORIZONTAL)



Fuente: Elaboración propia.

¿Y qué tal si una empresa situada sobre la línea COLS ha llegado a ese resultado por casualidad o buena suerte? ¿Y si otra firma que quedó como ineficiente en realidad tuvo un problema puntual cuando se tomaron los datos? Un atleta puede establecer un récord con doping sin que se lo detecte; otro capaz de lograrlo “sin ayuda química”, podría sufrir una lesión que le impide conseguir el resultado esperado.

Para separar la paja del trigo, hay que ensuciarse las manos con los “residuos”. Y aquí viene bien otro punto sobre su interpretación. Cuando sobre una nube de puntos (muestra) se estima una línea que representa el fenómeno, la teoría estadística permite asignar un margen de error. Una medida de la calidad de la aproximación lograda (a un fenómeno en realidad desconocido, sobre el cual se quiere inferir conducta para el universo a partir de una muestra), lo da el coeficiente de determinación, que está entre 0 y 1. En el extremo ideal en que todos los datos de la nube de puntos se posaron sobre la línea OLS, dicho coeficiente (conocido como R^2) sería 1. Si los datos estuvieran tan dispersos y esparcidos en el plano de modo que ninguna línea con un perfil definido pudiera calcularse sobre ellos, el R^2 tendería a 0. En fenómenos biológicos, por ejemplo, con pocas variables explicativas se

llega a elevados R^2 ; en fenómenos sociales actúan más causales, son más inestables en el tiempo y siempre quedan resabios del libre albedrío humano en los resultados. Residuos relativamente importantes están marcando que en realidad la línea estimada no explica toda la variabilidad de las observaciones, que quedan cosas fuera; implica que el conjunto de causas establecidas son sólo parcialmente la razón del fenómeno.

Entonces, reconociendo que los residuos en fenómenos sociales (como el comportamiento de una organización) son comparativamente grandes y que intuitivamente parece peligroso calificar toda diferencia en desempeño como ineficiencia, han surgido métodos que separan de los residuos una parte considerada ineficiencia y otra de “ruido estadístico”, comprendiendo elementos fuera de control de las firmas. A estos métodos que separan los residuos en dos componentes se los llaman estocásticos.

El análisis estocástico de frontera (SFA) agrupa a varios métodos que procuran separar de los residuos lo que se atribuye a ineficiencia y aquello que se considera errores puramente aleatorios. Una forma de separar de los residuos ineficiencia y ruido se llama mínimos cuadrados modificados (MOLS). Se la ve en el Gráfico 5 como una línea paralela a OLS y a COLS, pero situada en algún lugar entre ambas. Las empresas que quedan por debajo de MOLS se consideran ineficientes con este criterio, y las que están por arriba se califican más eficientes, dado que se atribuye la mayor producción a elementos fuera de control de las firmas. Otro método que da un resultado alternativo es el de máxima verosimilitud (ML), que como se advierte en el Gráfico 5 tiene una inclinación diferente a los tres anteriores²⁰.

La metodología de frontera estocástica se basa en la estimación de una función de costos o producción cuyo término de error (residuos de la estimación) está compuesto por dos componentes: uno que representa la ineficiencia de cada empresa y otro que captura los errores aleatorios en la medida de la frontera. El modelo estocástico de frontera trata de separar en los residuos lo que es atribuible a ineficiencia, de movimientos (“*shocks*”) exógenos o ruido estadístico. Parte de que el término de error se divide en un componente que recoge las variaciones aleatorias (llamadas también estocásticas o, más coloquialmente, casuales) de la frontera y otro que aísla los efectos de la ineficiencia en relación con la frontera.

Los diferentes resultados que se obtienen de cada metodología obedecen a distintas presunciones de los investigadores respecto de la forma en que se comporta el término de error.

²⁰ Las fronteras de eficiencia pueden ser estimadas mediante OLS o COLS, ambos determinísticos, y MOLS o ML, ambos estocásticos, cuando se trata de datos de corte transversal. Si son datos de panel, se emplea mínimos cuadrados generalizados o efectos aleatorios (GLS), efectos fijos (LSDV) o máxima verosimilitud (ML). Efectos fijos presupone constancia de la (in)eficiencia en el tiempo; efectos aleatorios la torna variable en el tiempo. En ciertos contextos es mejor pensar en una posibilidad y en otros en la segunda. Hay tests estadísticos para determinar cuál supuesto resulta el adecuado. OLS estima una función promedio cuya término constante es luego corregido para transformar la función estimada en una frontera. Por ende, la estimación de los parámetros tecnológicos le asigna la misma ponderación a todos los prestadores, ya sean éstas eficientes o ineficientes. ML, por otro lado, incorpora información a priori sobre los residuos en una frontera, dando así mayor peso relativo en la determinación de los parámetros tecnológicos a las firmas eficientes. OLS en la estimación de los parámetros tecnológicos le asigna la misma ponderación a todas las empresas, ya sean éstas eficientes o ineficientes. ML incorpora información a priori sobre la asimetría del término de error en una frontera, dando así mayor peso relativo en la determinación de los parámetros tecnológicos a las firmas eficientes. La ganancia de calidad en la estimación obtenida utilizando ML en lugar de OLS es función del grado de asimetría (“*skewness*”) de la distribución del término de error, lo cual es un problema estrictamente empírico. Un aspecto positivo del enfoque basado en OLS es que el ranking de las empresas siempre será el mismo que el de los residuos de la función estimada, sin importar el supuesto que se haga acerca de la distribución del término de ineficiencia. Esto es, las firmas con alta productividad (o costos bajos) serán siempre posicionadas como las más eficientes. Sobre más detalles técnicos de la econometría de datos de panel, remitimos a Wooldridge (2006).

C. Ventajas y desventajas relativas de los métodos

La comparación teórica de los métodos econométricos con el análisis envolvente de datos no es concluyente, y empíricamente puede convenir utilizar ambos. El Cuadro 2 resume las ventajas y desventajas relativas de cada método.

Lo que son las ventajas de un método, resultan las debilidades del otro y viceversa. El de programación matemática tiene un atractivo particular para profesionales de la ingeniería, en tanto los econométricos suelen resultar más “intuitivos” para las personas con formación de economista. Creemos que hay un alto grado de complementariedad entre ambos y que dado un conjunto de datos (que suele ser una de las dos restricciones siendo la otra la preparación técnica para usarlos e interpretarlos) conviene emplear ambos tipos de métodos y explorar la consistencia.

CUADRO 2
PROS Y CONTRAS DE CADA MÉTODO

Método	Ventajas relativas	Desventajas relativas
Análisis envolvente de datos	No requiere ningún supuesto a priori sobre la especificación (forma funcional) de la función (comportamiento de los datos) Es posible trabajar con muestras de tamaño reducido No realiza ningún supuesto acerca de la forma de la distribución de los residuos La alta sensibilidad a los valores extremos de las observaciones hace evidentes los errores	Utiliza para la estimación de la frontera sólo un subconjunto de los datos disponibles (aquellos que determinan la frontera) En sus formas más habituales no considera errores aleatorios No comprueba si existe una relación estadísticamente significativa entre insumos y productos, suponiendo que exista una relación causal
Econometría	Permite separar los efectos de las distintas variables Permiten el test de hipótesis, de modo que el margen de error de las estimaciones queda establecido	Hay que tomar muchas decisiones metodológicas para formular el problema Las fronteras determinísticas utilizan comportamientos medios suponiendo que todas las firmas consideradas en el estudio son económicamente eficientes Las fronteras estocásticas efectúan una separación de los ruidos y de la eficiencia que se basa en fuertes y arbitrarios supuestos acerca de las distribuciones estadísticas de los residuos Pueden denominar ineficiencia a una mala especificación del modelo

Fuente: Cuenca (1995) y Schmidt (1986).

D. La elección de las variables en el caso de las fronteras econométricas

La frontera a estimar posee dos partes: el “corazón” del modelo y las variables “ambientales” (también llamadas hedónicas, contextuales o de control). El corazón está formado por los insumos en una función de producción, y por los productos y el precio de los insumos, en una función de costos. El rol de las variables “ambientales” es capturar los factores externos que pueden afectar el desempeño de las empresas y que no son controlados directamente por ellas. Incluyen factores geográficos, operativos, demográficos, sociales, la base de clientes, densidad, el área de cobertura, el clima, el estado de la infraestructura, las regulaciones de calidad y elementos institucionales, como la propiedad de las empresas o el tipo de regulación.

La especificación para el “corazón” del modelo está sujeta a consideraciones teóricas, y de esta manera se acepta o rechaza como un todo, implicando que algunas variables individualmente no significativas (en sentido estadístico) a nivel individual quizás permanezcan en la definición final. El capital y el trabajo deben estar en una estimación de la función de producción, porque así lo establece la teoría macroeconómica.

Las variables “ambientales” entran a la estimación en forma menos automática y más artesanal. Del conocimiento del sector surgen variables candidatas a mejorar la explicación de la producción o los costos a partir de consideraciones contextuales²¹. Estos datos se incorporan al cálculo. De las pruebas estadísticas puede salir que no sean significativos algunos factores desde el punto de vista estadístico. Que no pasen los tests respectivos implica que los factores no significativos no contribuyen a explicar el fenómeno en estudio y corresponde en este caso sacarlas de futuros cálculos²².

Contemplar el ambiente de operación da la posibilidad de atribuir más precisamente los debidos niveles de eficiencia en muchos casos donde la sola observación de relaciones entre insumo y producto o entre costos y producto no arrojan un claro y definitivo ranking. El uso apropiado de variables ambientales permite homogeneizar lo heterogéneo y habilita a comparar cuando la comparación es lícita.

E. La construcción de un ejercicio de *benchmarking* en forma secuencial

Rossi y Ruzzier (2000) establecen un protocolo de trabajo para desarrollar un estudio paso a paso de *benchmarking* en un contexto particular. Lo recomendamos porque nos parece muy pragmático. No elige una metodología en particular, sino que con la misma base de datos aplica las paramétricas y no paramétricas y las somete a un análisis de consistencia porque muy probablemente los rankings resulten diferentes en cada método. Empieza por los métodos paramétricos porque los tests de hipótesis permiten medir el grado de error de la estimación. Usa la formulación econométrica que pasa los niveles de significatividad y los recalcula con métodos no paramétricos. El mecanismo de trabajo sugerido sigue la siguiente secuencia:

- a) **Identificar un conjunto grande²³ de empresas comparables**, sometidas a estímulos regulatorios semejantes (muestra grande y en lo posible homogénea).
- b) **Construir el “corazón” teórico del modelo** (decidir si se va a estimar producción o costos, elegir insumos y productos).

²¹ En el caso de los servicios de agua potable y alcantarillado, las diferencias con respecto a las características del terreno en que operan, la proximidad a las fuentes de agua y de la costa, el estado y la antigüedad de las redes de distribución, la necesidad de tratamiento del agua y de las aguas residuales, la cantidad de usuarios por unidad de superficie, etc., son muy importantes y tienen una incidencia considerable sobre los costos locales, apunta Jouravlev (2001a).

²² Más técnicamente, se comienza por un modelo general (sobrep parametrizado) y, mediante la técnica de eliminación sucesiva de variables (“stepwise”), se van eliminando todas las variables no relevantes hasta llegar a un modelo particular, donde se han identificado las variables que sí inciden en el fenómeno a explicar. No todas las variables estadísticamente significativas deben incluirse en el modelo final: sólo las variables significativas y con alguna justificación desde el punto de vista teórico o práctico deberán permanecer.

²³ Se requiere un número grande de empresas por varias razones. Si se usan técnicas econométricas, se requiere un tamaño de muestra mínimo para que los tests de hipótesis arrojen resultados satisfactorios. En forma más práctica, un gran número de empresas reduce la probabilidad de que coludan entre sí para mostrar resultados que las benefician respecto del regulador. En el caso inglés, donde ha habido mucha actividad de fusión de prestadores luego de las privatizaciones, tanto la autoridad de competencia como el regulador sectoriales han estado preocupados por este fenómeno, en parte para no perder “observaciones” muestrales (Jouravlev, 2001a y 2001b). Las divisiones horizontales en la industria tienen entonces un atractivo para su uso como comparadores virtuales.

- c) **Proponer variables ambientales** que el conocimiento del sector y el sentido común aconsejen considerar porque podrían afectar el desempeño.
- d) **Estimar el modelo inicial** y seguir un procedimiento de eliminación sucesiva de variables contextuales no significativas. Las variables del “corazón” teórico permanecen aunque no sean estadísticamente significativas.
- e) **Estimar el modelo final** con las diversas técnicas disponibles.
- f) **Aplicar el análisis de consistencia**, según Bauer y otros (1998), que se presenta en la sección siguiente.

F. Consistencia entre metodologías

Los rankings de distintas fronteras, obtenidas con diferentes métodos sobre una base de datos común pueden arrojar diferencias. La literatura cuenta con “seguidores” de las técnicas econométricas o de programación matemática, y ambos tienen buenos argumentos para preferir cada paquete en determinados contextos. Aquí nos orienta una postura pragmática y sin presunciones, dado que el alcance de los resultados tiene consecuencias concretas que exceden la discusión especulativa.

Bauer y otros (1998) pensaron un protocolo de trabajo para llegar a acuerdos en caso de divergentes rankings de eficiencia, que llaman condiciones de consistencia. El método sugerido combina sanas prácticas técnicas y sentido pragmático. Supóngase entonces que se cuenta con varias fronteras diferentes, generadas con técnicas diversas que arrojan resultados distintos. Las condiciones de consistencia exigen que los distintos métodos generen:

- a) Distribuciones de medidas de eficiencia similares.
- b) Rankings de unidades de decisión parecidos.
- c) Identifiquen a las mismas empresas como las “mejores” y las “peores”.
- d) Produzcan medidas de eficiencia estables en el tiempo.
- e) Sean razonablemente consistentes con otras medidas de desempeño (como los indicadores de productividad parcial).
- f) Sean congruentes con las condiciones bajo las que se desenvuelve la industria.

Las tres primeras condiciones (medidas similares, rankings parecidos, mismos mejores y peores), se llaman de **consistencia interna**. Muestran el grado en el cual los diferentes enfoques son mutuamente consistentes entre sí. De no serlo, las medidas de eficiencia individuales generadas por un único procedimiento serían en cierta forma subjetivas y, por lo tanto, poco confiables por un lado, e impugnables por alguna de las partes, por otro.

Las tres condiciones restantes, llamadas de **consistencia externa** (estabilidad temporal, otras medidas se asemejen, congruente con el desempeño de la industria), muestran el grado en el cual las medidas de eficiencia generadas por los distintos enfoques son consistentes con la experiencia real. También pueden ser útiles para elegir entre metodologías si no existe acuerdo entre ellas. Puede pasar que haya consistencia entre diferentes métodos paramétricos (o diversos métodos no paramétricos) entre sí, pero que no exista entre métodos paramétricos cuando comparados con los no paramétricos. Allí las condiciones d) a f) son de extrema utilidad.

La verificación de la consistencia es de máxima importancia, ya que las medidas de eficiencia empleadas por los reguladores es probable que sean disputadas por operadores disconformes. Nuevos elementos pueden ser llevados a la consideración, a partir de información entregada por las empresas o por terceros. El cumplimiento de las condiciones de consistencia, además, fortalece la posición del

regulador en las audiencias públicas y frente a las empresas reguladas, puede evitar pleitos y generar un sano debate sobre los factores que inciden en la eficiencia de la prestación del servicio. El *benchmarking* se convierte así en un proceso iterativo en el cual tanto las empresas como el regulador aprenden mientras participan en este juego regulatorio (Ferro y Romero, 2009).

La complejidad tecnológica de los métodos utilizados requiere un punto de sentido común: los resultados deben ser asequibles para un público no especializado y en tal sentido hay que efectuar un esfuerzo de decodificación que permita comunicar adecuadamente en forma intuitiva y ganar consenso público sobre la imparcialidad, oportunidad y relevancia de estos esfuerzos (Ferro y Romero, 2009).

Jouravlev (2001a) efectúa un punto importante sobre los datos en que se basan todos estos métodos. Para aplicar estos modelos se necesitan muchos datos confiables y consistentes, que son difíciles de obtener. Su definición es opinable y los resultados obtenidos pueden ser muy distintos según las premisas que se empleen. No hay absolutos en esta materia. Resulta importante la elaboración de protocolos de trabajo que definan adecuadamente lo que se va a incluir bajo cada definición, cómo se capturan los datos, cómo se los procesa, cómo se los audita, cómo se los utiliza. Los datos son caros de obtener. Hay un elemento de bien público en las estadísticas que hacen que pocas instituciones estén en condiciones técnicas y económicas para solventar su recolección, procesamiento y utilización en bases de datos. Es posible que las estadísticas en uso sean insatisfactorias, insuficientes y hasta sesgadas. Sin embargo, medir siempre es mejor que no hacerlo. Una externalidad del uso de estos métodos es que ponen en el tapete la búsqueda de información y por ende contribuyen a mitigar la asimetría de información que caracteriza la actividad regulatoria de los sectores de infraestructura. Aún un uso informal o implícito de estos instrumentos puede efectuar una contribución a la tarea regulatoria. Los sistemas menos formales de competencia por referencia también pueden desempeñar un papel útil en la regulación. Por ejemplo, la publicación periódica de información comparativa de indicadores como las tarifas, los niveles de fugas o los costos de inversión en rubros estándar de infraestructura, pueden ejercer una presión informal sobre las empresas de servicios públicos para que mejoren su desempeño y se eviten abusos. También constituyen un instrumento de gestión útil para los directivos de las firmas pues les permiten comparar y evaluar a sus organizaciones, tanto interna como externamente.

V. Uso regulatorio de las medidas de eficiencia

Al establecer una relación entre la tarifa que otorga a una empresa de servicios públicos y los costos de otras firmas que operan en un entorno similar, el regulador puede reforzar su capacidad para fijar los precios conforme a los costos incurridos por un comparador eficiente y obligar a los prestadores que funcionan en mercados geográficos distintos a competir efectivamente mediante el mecanismo de regulación. Por ejemplo, si los precios permitidos se basan en los costos promedio de una rama de actividad, todas las empresas que actúan en ella tienen un buen incentivo para reducir sus costos por debajo del promedio: si una firma reduce los costos y las otras no, se verá beneficiada y si no los reduce mientras que las demás lo hacen, incurrirá en pérdidas. Esta “competencia virtual” incentiva a cada una de las empresas a reducir los costos por debajo del nivel promedio y si todos los prestadores tratan de hacer lo mismo, disminuirá el propio costo promedio (Jouravlev, 2001a). Cuanto mayor sea el grado de correlación entre los entornos operativos de las empresas de servicios públicos, tanto más fácil será lograr un régimen de competencia por referencia eficaz. Pero existe una diferencia importante entre el grado de comparabilidad necesaria para realizar una comparación cualitativa del desempeño y el que se precisa para establecer una base objetiva de regulación, capaz de resistir un examen riguroso y, en última instancia, una recusación legal.

En esta sección se analizan tres usos regulatorios del *benchmarking*. El uso regulatorio de los resultados puede seguir un enfoque de máxima y otro más acotado. En el primero, utiliza las estimaciones para discutir tarifa y metas de desempeño. En esquemas regulatorios de precios tope (“*price-cap regulation*”), se usa la eficiencia relativa para asignar diferentes valores al coeficiente de ajuste a la baja automático de tarifas X. En el uso más acotado se utiliza para consensuar estándares piso de desempeño y emular pares de realidades cercanas. En la literatura, el primer enfoque se conoce como “competencia por comparación” o “competencia referencial” (“*yardstick competition*”, como se usa en Inglaterra y Gales), en tanto al segundo uso se lo puede denominar “competencia por exposición” (“*sunshine competition*” como se aplica en los Países Bajos), donde el objetivo es poner en evidencia mejores prácticas y activa o pasivamente exponer las que pueden ser mejoradas por emulación. Finalmente, se dedica una sección a comentar algunas características de la empresa modelo tal como se la utiliza en Chile.

A. Inglaterra y la “competencia por comparación”

El sector en Inglaterra y Gales fue privatizado en 1989. Existen diez empresas regionales de agua potable y alcantarillado y un conjunto de empresas sólo de agua enclavadas en los territorios de las anteriores. Regula económicamente la industria el OFWAT: fija precios máximos, controla a las empresas, protege los estándares de servicio, presiona a las empresas para aumentar su eficiencia y procura facilitar la competencia (Ferro y Romero, 2009; Jouravlev, 2001b).

OFWAT fija precios cada cinco años mediante una revisión periódica que implica la fijación de metas mediante un parámetro de eficiencia, se permite a las empresas apropiarse de parte de las bajas de costos y en el mediano y largo plazo dichas ganancias de eficiencia se traspasan a los consumidores en forma de menores tarifas. Por comparación de desempeños, mediante modelos econométricos de costos, se fijan metas de eficiencia. Las empresas menos eficientes están sometidas a mayor presión para que levanten sus desempeños hacia la frontera y las que están en fronteras pueden tener transitoriamente beneficios más altos (Hargreaves y otros, 2006).

Las tarifas se fijan cada 5 años de acuerdo a la eficiencia que el regulador estima puede lograr cada empresa durante los años siguientes. Los precios máximos que puede cobrar un operador se ajustan de acuerdo al criterio conocido como $RPI - X + Q$, donde *RPI* es la sigla del índice de precios al consumidor, *X* el factor de eficiencia que se usa para trasladar las ganancias de productividad a los consumidores y *Q* un factor que recoge el aumento de los precios necesario para solventar mejoras de calidad. Cada cinco años se fija la tarifa, el *X* y el *Q* que regirán en el período, en tanto el índice de precios mantiene el valor real de la tarifa recuperando la inflación anual.

Al momento de producirse la privatización de las empresas en Inglaterra y Gales, existían grandes diferencias de costos unitarios entre prestadores. OFWAT tomó la decisión fundamental de efectuar análisis comparativos de eficiencia con el fin de colocar diferentes precios límite a las empresas prestadoras.

Durante los años noventa, los prestadores superaron los supuestos de eficiencia de OFWAT. El gobierno de la época les aplicó un impuesto por única vez (“*windfall tax*”) en 1997 para recoger los beneficios extraordinarios que se produjeron como consecuencia de subestimaciones previas en la posibilidad de las firmas de reducir sus costos. En los últimos años, la labor de OFWAT se tornó más detallada y exigente, imponiendo a las empresas normas de desempeño garantizadas²⁴, más control sobre insumos y actividades de las firmas, presión para que las mismas explicaran las diferencias de eficiencia respecto a las que el regulador detectó, y una más detallada definición de insumos y productos en las revisiones tarifarias periódicas. Las metodologías de determinación de eficiencia que se venían utilizando, permanecieron en uso en la revisión periódica de 2004, pero dada la insatisfacción de las empresas con los resultados, se decidió, apenas terminada la revisión, perfeccionar la metodología para su uso en la revisión de 2009.

OFWAT usa dos métodos: econometría y costos estándares (este último método conocido como el ejercicio de la base de costos). Compara elementos de costos de los programas de inversión, como el de reemplazar un kilómetro de cañerías con los costos estándares de hacer lo propio a partir de control cruzado con información del sector y escrutinio profesional.

La empresa con los menores “residuos” es candidata a ser utilizada como *benchmark*. OFWAT debe tomar la decisión, que sujeta a controles adicionales: si los datos se consideran confiables, si la empresa no tiene características especiales que le reducen los costos significativamente respecto del resto de la industria y si dichas características no están fuera del

²⁴ Si la empresa incumple algunas de estas normas garantizadas se verá obligada a pagar al cliente afectado una compensación por un monto predeterminado.

control de los gerentes, por último, si una proporción razonable de la industria está en condiciones de ajustarse al *benchmark*.

Una vez elegido el *benchmark*, OFWAT calcula la diferencia entre los costos de cada empresa y el *benchmark*, es decir, la diferencia entre el residuo de cada compañía y el del *benchmark*, dividida por uno más el residuo de la compañía. Con ello, cada unidad de decisión puede ser puesta en una banda, a saber: dentro del 5% del *benchmark*, entre 15% y 5%, entre 25% y 15%, entre 25% y 35%, y más de 35%.

OFWAT le aplica un 10% de reducción en los residuos de la función de costos del agua potable tanto para gastos operativos (OPEX) como para los de capital (CAPEX) y 20% para el alcantarillado antes de construir las bandas. Los ajustes se efectúan para tomar en cuenta posibles errores en los residuos que sean causados por eventos diferentes de la eficiencia. OFWAT divide entonces las bandas en dos y toma el punto medio de cada banda como representativo de todas las empresas en dicha media banda.

Para las empresas individuales, OFWAT refleja una proporción del porcentaje de ajuste hacia la frontera (*“catch up”*) en los precios tope para el período. Para todas las sub-bandas, excepto la mejor ubicada, se les pone una meta en cinco años de acercarse al *benchmark* en 60% de la media de la banda (estímulo conocido como el “palo”) y se deja el 40% restante a discreción de las firmas para lograr resultados mejores (estímulo conocido como la “zanahoria”).

El mecanismo seguido por OFWAT ha ido evolucionando en el tiempo. OFWAT realizó pruebas, empleando métodos de frontera determinística y estocástica, para evaluar la eficiencia de los costos operativos. El DEA que fue empleado en estudios iniciales ha quedado como un mecanismo para convalidar los resultados de los estudios anteriores. En 1994, OFWAT usó COLS y DEA; en 1999, se concentró en COLS, no usando DEA a pesar de recomendaciones en el sentido de aplicar este método como un test de sensibilidad. Se introdujeron modelos con mayor grado de detalle. En la revisión de 2004 se usó preponderantemente OLS y no DEA ni SFA. Se hizo análisis de sensibilidad con modelos alternativos en OLS, pero ello no fue transparente para las empresas. La literatura sugiere que todas las metodologías, OLS, SFA y DEA son apropiadas para determinar eficiencia. OLS se puede usar mejor cuando la muestra es pequeña y requiere escasos supuestos iniciales. OFWAT no ha aprovechado todos los métodos paramétricos disponibles, usa OLS que tiene limitaciones. Con el tiempo, se han acumulado datos y existe una serie de tiempo detallada. Varios estudios han recomendado uso de datos de panel como posible y deseable.

Los datos y modelos están al alcance de las empresas para replicarlos. No se publican los modelos alternativos, aunque las firmas pueden pedirlos. Los coeficientes de determinación de los modelos de costos unitarios son relativamente bajos. El nivel de confianza para la inclusión de una variable en la función de costos es normalmente 90%, aunque OFWAT permite a veces relajar ese número si se justifica económica o ingenierilmente la inclusión de una variable particular con menor nivel de significación. OFWAT presenta por separado sus estimaciones de funciones de costos operativos y de capital. No calcula interacciones. Hay un grado de juicio regulatorio (discreción) en la determinación de obligaciones porcentuales de convergencia, pero no suelen ser explicados en forma detallada. Concluyen Hargreaves y otros (2006) que las técnicas de datos de panel pueden mitigar muchos de los problemas de OLS. Pueden contemplar muchos factores específicos de las empresas que son invariantes en el tiempo y facilitar la separación de eficiencia de otros factores.

B. Países Bajos y “competencias por exposición”

En los Países Bajos se utiliza un enfoque de *benchmarking* que se conoce como “competencia por exposición”. La provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado comenzó a partir de empresas bajo administración privada, luego fueron yendo reemplazadas por prestadores municipales,

que fueron la forma dominante entre 1920 y 1975. Ese año, se produjo una reorganización en empresas públicas de responsabilidad limitada, con el objetivo de consolidar la industria para hacer frente a la creciente demanda, contaminación ambiental, nuevos requisitos técnicos y mejorar el control de calidad. La preocupación por la eficiencia apareció en agenda en 1997, cuando se inició un programa para desregular mercados con poder monopolístico. Debido a la potencial presencia de “vida tranquila” e “ineficiencia X”, se centró atención en el tema.

Mediante el uso de *benchmarking* se compara el desempeño usando indicadores sobre la calidad del agua, servicio al cliente, medio ambiente y cuestiones financieras y de eficiencia. El propósito del *benchmarking* es incrementar la transparencia, rendir cuentas al público, los accionistas (que son los municipios) y directivos y generar información para mejorar el desempeño. Se hace sobre base voluntaria, pero 90% del sector participa (De Witte y Dijkgraaf, 2007). Se debatió entre introducir competencia en el mercado, por el mercado (modelo francés), o por comparación (modelo inglés) (Jouravlev, 2003). Se decidió introducir el *benchmarking* como un instrumento indicativo de regulación por incentivos.

El *benchmarking* tal como se lo practica en los Países Bajos no incluye mantener una estructura regulatoria cara y deja todas las decisiones sobre productos y metas de servicio al prestador, incluyendo la definición y control de requisitos mínimos. El proceso de *benchmarking* genera anualmente información exhaustiva sobre los costos, la calidad y los niveles de servicios y que se compara entre los prestadores mediante el uso de indicadores de desempeño. La información se elabora a nivel de la compañía y de procesos (producción, distribución, ventas, áreas de apoyo y gerencia) y aún a niveles de subproceso (como el costo de un metro de cañería o el costo por medidor instalado). El *benchmarking* voluntario es organizado por la asociación de prestadores VEWIN, que contrata una firma consultora externa para manejar el proceso de *benchmarking*. Cada tres años se publica un informe externo, y cada año las empresas reciben un detallado informe de circulación interna. En la práctica, el esquema puede funcionar bajo un esquema de identificación de casos, procediendo a “**nombrar y avergonzar**” (“*naming and shaming*”), que depende de zanahorias internas y de palos externos. Las zanahorias internas aparecen cuando se usa el *benchmarking* como fuente de información para estimular a los gerentes a mejorar desempeños. Desde 1997, se incluyen cláusulas de premio a los gerentes en relación con mejoras de desempeño. Las penalidades externas se originan de publicaciones y debate público. En diez años se registraron mejoras de eficiencia en 23%. Se estiman posibles ganancias prospectivas de eficiencia en otro 20% (De Witte y Dijkgraaf, 2007).

C. Chile y la empresa modelo

En Chile, las tarifas se fijan sobre la base de los costos de un operador eficiente hipotético, que opera en la zona del operador real: una empresa modelo (Valenzuela y Jouravlev, 2007; Jouravlev, 2003). Todos los sectores de servicios públicos en Chile se regulan utilizando el método de empresa eficiente, aunque los detalles de los procesos, de quien tiene que desarrollar la empresa modelo y cómo se resuelven los conflictos entre el regulador y la empresa regulada difieren entre sectores.

El procedimiento de fijación tarifaria en el sector sanitario es el siguiente. Un año antes de la entrada en vigencia de las nuevas tarifas, el regulador —Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)— publica las bases del estudio de empresa modelo que deben llevar a cabo tanto el regulador como la empresa regulada. Luego, la firma y el regulador intercambian sus respectivos estudios y se analizan los puntos de discrepancias entre ambos. Si las tarifas que se determinan son iguales, se fijan esas tarifas. Hay un período para negociar posibles diferencias y arribar a tarifas consensuadas. Pero en la gran mayoría de los casos los estudios arrojan tarifas muy diferentes, debiéndose constituir una comisión de expertos (un miembro nombrado por la empresa, uno por el regulador y uno de consenso), que debe pronunciarse sobre cada uno de los parámetros en que exista discrepancia y cuyos dictamen tiene el carácter de definitivo y es obligatorio para ambas partes.

Según la legislación vigente, la empresa modelo debe ser un proyecto de reposición optimizado del prestador. Esto quiere decir que la empresa modelo se construye desde cero, y de la forma más eficiente posible: sin tener en cuenta al prestador real, se diseña la empresa modelo hoy para satisfacer eficientemente la demanda esperada para el siguiente período tarifario. El regulador está obligado a realizar un estudio de empresa modelo muy detallado, con categorías de costos muy desagregadas. Debe considerar las especificidades geográficas, demográficas y tecnológicas donde opera cada empresa. Debe contemplar un esquema físico (diseño de redes, de fuentes de agua, plantas de tratamiento, etc.) y también un esquema administrativo (gerencias, computación e informática, número y tipo de oficinas comerciales, número de trabajadores, sueldos, etc.). Los costos que al final se utilizan para fijar las tarifas son la suma de costos muy desagregados. Los activos obsoletos no forman parte del valor de los activos con que se determinarán las tarifas, ya que la empresa modelo que parte de cero no los requiere.

Para construir una empresa modelo, el regulador y los consultores contratados primero recopilan la información de la infraestructura del prestador real. El regulador también debe estimar la demanda futura que enfrentará la empresa, una segunda variable donde generalmente se generan conflictos. Con la información anterior, el regulador y los consultores “depuran” la infraestructura real de la empresa, para obtener una configuración física eficiente para suplir la demanda esperada. Una vez que la configuración de los activos está determinada, se procede a valorar el costo de inversión y reposición de dicha infraestructura y los costos operacionales asociados. Estos costos luego se utilizan para determinar las tarifas. El sistema de empresa modelo permite tarificar aún cuando no hay otras empresas con las cuales comparar. Además, la empresa modelo se puede adecuar a las condiciones geográficas, técnicas y económicas específicas en que opera la empresa real. Sin embargo, los costos regulatorios pueden ser bastante elevados (Gómez-Lobo, 2004).

Según Galetovic y Bustos (2002), existen varias otras ventajas de utilizar el método de empresa modelo. Inversiones que no son necesarias o quedan obsoletas no se incluyen en la empresa modelo. Sin embargo, este esquema eleva el costo de capital de la empresa regulada por el mayor riesgo de que algunas inversiones queden obsoletas, por lo que no debería haber un impacto final en las tarifas entre ambos métodos. En el esquema regulatorio chileno, las tarifas se calculan como el costo medio de largo plazo de la inversión y operación de la empresa modelo, para un horizonte de 35 años en el caso del sector sanitario. Por lo largo del horizonte, la tarifa final será relativamente insensible a la regla de depreciación que se adopte y las tarifas serán constantes en el tiempo si no hay cambios en la empresa modelo.

La crítica más importante al sistema de empresa modelo (Gómez-Lobo y Vargas, 2001) es que el método no apunta a superar el problema de asimetría de información entre el regulador y la empresa²⁵. Esta asimetría simplemente se traspa a los consultores que construyen la empresa modelo ya que ellos tienen las mismas deficiencias de información que el regulador. Con el sistema de empresa modelo el regulador debe determinar los costos e infraestructura “eficientes” del operador con mucho detalle. Es decir, el regulador está forzado a micro-gestionar la empresa regulada.

D. Una forma práctica para avanzar

De este estudio debe concluirse que los indicadores de desempeño son importantes para documentar desempeños pasados, establecer puntos de partida para mejoras de productividad y comparar prestadores. El paso siguiente es identificar los datos requeridos para comparaciones de desempeño en el tiempo y entre empresas de servicios de agua potable y alcantarillado, tras entender las fortalezas y

²⁵ Para una evaluación crítica del enfoque de empresa modelo véase además Jouravlev (2003) y Valenzuela y Jouravlev (2007).

debilidades de metodologías alternativas de medición de eficiencia y a desarrollar o solicitar estudios sobre el particular.

Se sugieren los siguientes pasos para desarrollar un experimento repetido de comparación de desempeño con indicadores parciales y totales:

- a) **Identificar la información necesaria** (datos operativos, contables y financieros, de productos, insumos y precios) mediante un estudio previo, que establezca objetivos, métodos y recursos a aplicar, mecanismos de evaluación y revisión de lo actuado. Destinar recursos humanos y materiales para el armado y mantenimiento de la base de datos, proveyéndoles rutinas y procedimientos documentados de trabajo para que la información no dependa de quién la captura o mantiene la base.
- b) **Mejorar la calidad de los datos** que debe proporcionar el prestador mediante: i) la sistematización de la registración contable sobre la base de la contabilidad regulatoria o de un sistema de costos; y ii) la reglamentación de los procedimientos y protocolos para la elaboración de indicadores físicos de la gestión operativa de la empresa.
- c) **Capturarla de acuerdo a una sistemática**, almacenarla y procesarla, documentando el proceso de captura, los protocolos de búsqueda, los criterios de interpretación, y estableciendo mecanismos para repetir el experimento.
- d) **Volcar las estadísticas a archivos** amigables y a informes de interpretación elaborador con regularidad.
- e) **Establecer los modelos y metodologías que se utilizarán para la comparación** del desempeño de los prestadores.
- f) **Escoger los comparadores.**
- g) **Preparar o contratar a quienes estudiarán el fenómeno**; considerar requerimientos de formación de capital humano y de soporte computacional.
- h) Estudio de los análisis ya efectuados para **detectar puntos de partida**, dificultades frecuentes, formular hipótesis de trabajo, establecer presunciones sobre los resultados esperables que alerten de potenciales anomalías en el análisis.
- i) Desarrollar los estudios, volcar los resultados a un informe, **buscar congruencia intra e intermetodologías y con el mundo real.**
- j) **Presentar los resultados** en exposiciones y publicaciones.
- k) Si hay consenso en la robustez de los resultados, la confiabilidad de los números, la calidad del proceso de comparación y convencimiento de la necesidad de incentivar cambios, **usarlo con fines regulatorios.**
- l) **Revisión periódica del proceso** y extraordinaria ante la detección de anomalías en observaciones particulares. El paso del tiempo y las sucesivas observaciones muestrales irán mejorando la calidad de los datos, enseñarán sobre la forma de recolección, alertarán sobre valores dudosos e inspirarán nuevas preguntas sobre variables inicialmente fuera de los estudios. Se mejora a medida que se establece un protocolo.

Resulta recomendable que en la etapa inicial se seleccione un conjunto reducido de indicadores procurando que posean una alta representatividad de la gestión de las empresas. Esto permitirá ir afianzando el conocimiento del desempeño de los prestadores así como ir acumulando información de otras empresas para el análisis comparativo. Asimismo, se podrán tener un mayor “control” de los eventuales desvíos o errores de los datos de base así como avanzar hacia una mejor y más ajustada interpretación de la información y sus resultados. El mejoramiento y la ampliación progresivos redundarán en el fortalecimiento del sistema.

Los países que cuenten con una cantidad y variedad de empresas suficientes para conformar paneles de prestadores representativos, tendrán ventajas para implementar un sistema de *benchmarking* robusto y capaz de convertirse por vía reglamentaria en un instrumento idóneo para procurar mejoras en los niveles de eficiencia de la prestación.

La determinación del valor de los indicadores debe ser complementada con un análisis multidisciplinario, con participación de expertos de aspectos técnico-operativos y económicos, a fin de interpretar los resultados sobre la base de la profundización de las características y condiciones, tanto coyunturales como estructurales, del o de los servicios comprendidos en la metodología. Por ejemplo, si se ha incrementado el uso de insumos químicos puede deberse a cambios en las condiciones del agua captada o si se modifica la planta de personal afectada a una determinada función puede explicarse por cambios en los procedimientos de las tareas o bien por la tercerización de las mismas. Algunos de estos conceptos no podrán ser “aislados” del valor de los indicadores en lo inmediato, pero sí servirán para que los analistas tengan una mejor comprensión de la evolución de los indicadores. Eventualmente, cuando sea oportuno, los impactos podrán ser incorporados en el valor de los indicadores o bien podrán ser considerados en recomendaciones para mejorar la gestión o la eficiencia de ciertos y determinados procesos, equipos o instalaciones.

VI. Conclusiones

En este documento se relata cómo la profesión económica ha hecho frente en forma práctica al problema de medición y evaluación de eficiencia en empresas prestadoras de servicios públicos, en especial los de agua potable y alcantarillado, entre otros medios, mediante comparación de desempeño. Establecido lo anterior, se explica en forma didáctica y aplicada la teoría y la práctica, la utilidad y el potencial de las técnicas para la medición del desempeño comparativo de eficiencia. Se concluye que estos indicadores son importantes para documentar desempeños pasados, establecer puntos de partida para mejoras de productividad y comparar prestadores. A partir del presente trabajo se pone de manifiesto la necesidad de que exista un mecanismo coordinado de recolección y selección de datos, que unifique y homogenice las fuentes de información disponibles de modo tal que mejore la calidad de la misma. Su utilización más allá de lo analítico puede ser regulatoria, ya sea en las revisiones tarifarias o para utilizar el criterio de competencia por exposición. En cualquier caso, el objetivo último es hacer frente a la asimetría informativa entre regulador y regulado.

El grado de eficiencia de la gestión de una empresa prestadora de agua potable y alcantarillado es una de las cuestiones a que mayor atención deberían dedicar las autoridades responsables de los servicios, ya sea que éstos sean prestados por empresas y entidades públicas o por compañías privadas. Independientemente de la naturaleza de los agentes que se apropien de las rentas de la prestación, las ineficiencias incidirán en la postergación de las metas que se debieran alcanzar para satisfacer los déficits existentes, que en términos de políticas públicas adquieren mayor significación porque por lo general afectan a los grupos poblacionales de mayor vulnerabilidad. Por tal motivo, el estudio de esta cuestión así como de los mecanismos que posibiliten la verificación de los estándares que se debieran cumplir y la implementación de las sanciones e incentivos para alcanzarlos resulta prioritario en la función de regulación de los servicios de agua potable y alcantarillado.

Los desarrollos teóricos de la ciencia económica y la experiencia acumulada en diversos países proveen los elementos básicos para la implementación de sistemas de regulación y control de los niveles de eficiencia en la gestión de los prestadores así como de su consideración para el cálculo de valores tarifarios razonables desde el punto de vista empresario y justos con relación a lo que deben pagar los usuarios.

El desarrollo de un adecuado sistema de información de los prestadores es una condición imprescindible para avanzar en la implementación de mecanismos de control y regulación de los niveles de eficiencia de la gestión. Los instrumentos con los que cuente el ente regulador para hacerse

de información de calidad, consistente, objetiva y no distorsionada por los intereses de los prestadores son fundamentales para una correcta determinación de los costos eficientes, y para que las ineficiencias no se traduzcan en mayores cargos tarifarios.

En general, la experiencia de buenas y malas prácticas muestra que existen condicionantes estructurales, institucionales y normativos que impiden una tarea de regulación y control óptima, y que gran parte de ello se debe a las debilidades o carencia de reglamentaciones regulatorias que determinen mecanismos de control y promoción de comportamientos eficientes basados en metodologías con sustento teórico-práctico. El presente documento pretende brindar los elementos básicos a tener en cuenta para mejorar las capacidades de los reguladores mediante la implementación o mejora de las metodologías de análisis del grado de eficiencia con que se prestan los servicios.

Este proceso debe estar sustentado, además, en la formación y experiencia especializada de los recursos humanos que conforman los entes reguladores. Las funciones y tareas que se deben enfrentar requerirán de un período de aprendizaje inicial, que deberá ser sostenido en el tiempo con un perfeccionamiento progresivo. Las mejoras se irán verificando junto con el fortalecimiento y maduración del sistema, en particular debido al mayor conocimiento y experiencia que vayan adquiriendo los profesionales responsables, la comprensión que se logre por parte de los prestadores, así como la valoración que se obtenga de los usuarios y demás intervinientes institucionales del sector.

Los resultados de las estimaciones de eficiencia relativa, por cualquiera de los métodos reseñados, están fuertemente influenciados por la calidad de los datos. Sería esperable, entonces, que las estimaciones sean menos confiables cuando la recolección de datos se encuentra en sus primeras etapas. A medida que, con el paso del tiempo, la tecnología de recolección y control de la información va mejorando sus efectos se verán también en las estimaciones. En la práctica, las estimaciones de eficiencia relativa incentivan y ayudan en gran medida a mejorar el sistema de recolección porque capturan de manera sistemática potenciales problemas de información a partir de sus resultados. Más aun, a medida que se profundiza el estudio de eficiencia sectorial se va reconociendo más claramente cuál es el corazón del modelo y las variables ambientales cruciales, lo cual permite clasificar las variables a recolectar de acuerdo a su grado de prioridad.

Con respecto a la utilización de las metodologías paramétrica o no paramétrica, surge como recomendación la utilización de la mayor cantidad de técnicas posibles para las estimaciones, aplicando posteriormente los procedimientos de consistencia. Además, el reconocimiento de las propiedades de cada una de las metodologías permite entender con mayor profundidad por qué se producen esas diferencias, y así dejar que las autoridades determinen la utilización de un subconjunto de técnicas y modelos que sean consistentes con los objetivos regulatorios.

Bibliografía

- Averch, Harvey y Leland Johnson (1962), "Behavior of the firm under regulatory constraint", *The American Economic Review*, 5, diciembre.
- Banker, Rajiv; Abraham Charnes y William Cooper (1984), "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis", *Management Science*, 30.
- Bardhan, Indranil; William Cooper y Subal Kumbhakar (1998), "A simulation study of joint uses of data envelopment analysis and statistical regressions for production function estimation and efficiency evaluation", *Journal of Productivity Analysis*, 9.
- Bauer, Paul; Allen Berger; Gary Ferrier y David Humphrey (1998), "Consistency conditions for regulatory analysis of financial institutions: a comparison of frontier efficiency methods", *Journal of Economics and Business*, 50.
- Berg, Sanford (2010), *Water Utility Benchmarking. Measurement, Methodologies, and Performance Incentives*, International Water Association (IWA) Publishing, Nueva York, Londres.
- (2008), "Water, electricity, and telecommunications in the Caribbean: benchmarking sectors and systems", *6th Annual Organisation of Caribbean Utility Regulators (OOCUR) Conference*, Belice.
- (2007), "Conflict resolution: benchmarking water utility performance", *Research Papers*, 06-41, Public Utility Research Center (PURC), Universidad de Florida.
- (2006), "Survey of benchmarking methodologies", *Research Papers*, 06-15, Public Utility Research Center (PURC), Universidad de Florida.
- Berg, Sanford y María Luisa Corton (2007), "Water utility benchmarking for managerial and policy decisions: lessons from developing countries", *International Water Association Conference on Performance Assessment of Urban Infrastructure Services*, Valencia.
- Canay, Iván (2002). "Eficiencia y productividad en distribuidores eléctricos: repaso de la metodología y aplicación", *Serie de Textos de Discusión*, N° 35, Centro de Estudios Económicos de la Regulación (CEER)/Instituto de Economía de la Universidad Argentina de la Empresa (UADE), Buenos Aires.
- Charnes, Abraham, William Cooper y Edward Rhodes (1978). "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, 2.
- Charnes, Abraham; William Cooper; Arie Lewin y Lawrence Seiford (1994), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, Kluwer Academic Publishers.
- Chisari, Omar; Martín Rodríguez Pardina y Martín Rossi (1999), "El costo de capital en empresas reguladas. Incentivos y metodología", *Desarrollo Económico*, 38 (152).

- Church, Jeffrey y Roger Ware (2000), *Industrial organization: a strategic approach*, Irwin McGraw-Hill, Boston.
- Coelli, Tim; Antonio Estache; Sergio Perelman y Lourdes Trujillo (2003), *Una Introducción a las Medidas de Eficiencia*, Banco Mundial y Alfaomega Colombiana.
- Coelli, Tim; Dodla Sai Prasada Rao y George Battese (1998), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers.
- Coelli, Tim; Dodla Sai Prasada Rao, Christopher O'Donnell y George Battese (2005), *Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Springer.
- Corton, María Luisa (2003), "Benchmarking in the Latin American water sector: the case of Peru", *Utilities Policy*, 11.
- Corton, María Luisa y Sandford Berg (2008), "Benchmarking Central American water utilities", *Research Papers*, 08-21, Public Utility Research Center (PURC), Universidad de Florida.
- Covelli, María Paula; Gustavo Ferro y Carlos Romero (2010), "Estimación de frontera de producción para el sector de agua y saneamiento en América Latina", *Hal-Archives Ouvertes*, 29 de marzo, hal-00468068.
- Crampes, Claude; N. Diette y Antonio Estache (1997), *What could regulators learn from yardstick competition? Lessons for Brazil's water and sanitation sector*, Banco Mundial.
- Cuenca, Alain (1995), *La eficiencia productiva en la gestión pública*, Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública, Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- Da Silva e Souza, Geraldo; Ricardo Coelho de Faria y Tito Moreira (2007), "Estimating the relative efficiency of Brazilian publicly and privately owned water utilities: a stochastic cost frontier approach", *Journal of the American Water Resources Association*, 43 (5).
- De Witte, Kristof y Ebert Dijkgraaf (2007), "Mean and bold? On separating merger economies from structural efficiency gains in the drinking water sector", *Tinbergen Institute Discussion Paper* 2007-092/3.
- Färe, Rolf; Shawna Grosskopf y C.A. Knox Lovell (1994), *Production Frontiers*, Cambridge University Press.
- Farrell, M.J. (1957), "The measurement of productive efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, 120 (3).
- Ferro, Gustavo (2007), "Uso de fronteras de eficiencia econométricas con fines de benchmarking", *Serie de Textos de Discusión Centro de Estudios Económicos de la Regulación (CEER)/Universidad Argentina de la Empresa (UADE)*, N° 60, Buenos Aires.
- ____ (1999), "Indicadores de eficiencia en agua y saneamiento a partir de costos medios e indicadores de productividad parcial", *Serie de Textos de Discusión Centro de Estudios Económicos de la Regulación (CEER)/Universidad Argentina de la Empresa (UADE)*, N° 7, Buenos Aires.
- Ferro, Gustavo y Carlos Romero (2009), *Benchmarking de empresas de agua y saneamiento de Latinoamérica sobre la base de datos de ADERASA. Años 2003 a 2008*, Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas (ADERASA).
- ____ (2008), "A benchmarking exercise on Latin American water utilities", *Working Paper Series Centro de Estudios Económicos de la Regulación (CEER)/Universidad Argentina de la Empresa (UADE)*, N° 27, Buenos Aires.
- ____ (2007a), *Benchmarking de empresas de agua y saneamiento de Latinoamérica sobre la base de datos de ADERASA. Años 2003-2004 y 2005*, Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas (ADERASA).
- ____ (2007b), "Efficiency in water and sanitation sector. A survey on empirical literature". *Working Paper Series Centro de Estudios Económicos de la Regulación (CEER)/Universidad Argentina de la Empresa (UADE)*, N° 22, Buenos Aires.
- ____ (2007c), "Estimaciones de frontera para el sector de agua y saneamiento en América Latina", *Serie de Textos de Discusión Centro de Estudios Económicos de la Regulación (CEER)/Universidad Argentina de la Empresa (UADE)*, N° 61, Buenos Aires.

- Ferro, Gustavo y Emilio Lentini (2010), *Economías de escala en los servicios de agua potable y alcantarillado*, borrador, División de Recursos Naturales e Infraestructura (DRNI), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.
- Fried, Harold; C.A. Knox Lovell; Shelton Schmidt y Suthathip Yaisawarng (2002), “Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis”, *Journal of Productivity Analysis*, 17.
- Galetovic, Alexander y Álvaro Bustos (2002), “Regulación por empresa eficiente: ¿quién es realmente usted?”, *Estudios Públicos*, 86, otoño.
- Gómez-Lobo, Andrés (2004), “Determinación de la eficiencia operativa en la regulación de monopolios naturales: el uso de información de consultores versus competencia por comparaciones”, *Documento de Trabajo*, N° 204, Departamento de Economía, Universidad de Chile.
- Gómez-Lobo, Andrés y Miguel Vargas (2001), “La regulación de las empresas sanitarias en Chile: una revisión del caso de EMOS y una propuesta de reforma regulatoria”, *Documento de Trabajo*, N° 177, Departamento de Economía, Universidad de Chile.
- Hargreaves, John; Matt Parr; Helen Lay y Melvyn Weeks (2006), *The evolution of OFWAT's Approach to Efficiency Analysis*, Indepen Consulting, Londres.
- Heising, Klas; Michael Rosenaur y Carlos Stoll (2007), *Programa de medidas de rápido impacto (PMRI). El sistema de monitoreo y evaluación. Parte I. Nivel proyectos y EPS*, Programa de Agua Potable y Alcantarillado (PROAGUA), Cooperación Técnica Alemana (GTZ), Lima.
- Hicks, John (1935), “The theory of monopoly: a survey”, *Econometrica*, 3 (1).
- Jouravlev, Andrei (2004), *Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Serie Recursos Naturales e Infraestructura* N° 74, LC/L.2169-P, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- ____ (2003), *Acceso a la información: una tarea pendiente para la regulación latinoamericana*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Serie Recursos Naturales e Infraestructura* N° 59, LC/L.1954-P, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- ____ (2001a), *Regulación de la industria de agua potable. Volumen I: Necesidades de información y regulación estructural*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Serie Recursos Naturales e Infraestructura* N° 36, LC/L.1671-P, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- ____ (2001b), *Regulación de la industria de agua potable. Volumen II: Regulación de las conductas*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Serie Recursos Naturales e Infraestructura* N° 36, LC/L.1671/Add.1-P, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- Kumbhakar, Subal y C.A. Knox Lovell (2000), *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press, Nueva York.
- Leibenstein, Harvey (1966), “Allocative efficiency versus X-efficiency”, *American Economic Review*, 56.
- Lentini, Emilio (2008), *Servicios de agua potable y saneamiento: lecciones de experiencias relevantes*, borrador, División de Recursos Naturales e Infraestructura (DRNI), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.
- Lin, Chen (2005), “Service quality and prospects for benchmarking: evidence from the Peru water sector”, *Utilities Policy*, 13 (3).
- Lin, Chen y Sanford Berg (2005), *Consistency in performance rankings: the Peru water sector*, Public Utilities Research Center (PURC), Universidad de Florida.
- Littlechild, Stephen (1988), “Economic regulation of privatised water authorities and some further reflections”, *Oxford Review Economic Policy*, 4.
- Marques, Rui y Sanford Berg (2010), “Quantitative studies of water and sanitation utilities: a literature survey”, *Research Papers*, 10-02, Public Utility Research Center (PURC), Universidad de Florida.

- Mobbs, Peter y Edward Glennie (2004), *Econometric modelling with ADERASA data & indicator values*, WRC (borrador).
- Moreira, Ajax y Thais Fonseca (2005), “Comparando medidas de productividad: DEA, frontera de producción estocástica”, *Texto para Discussao*, N° 1069, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- Ordoqui Urcelay, María Begoña (2007), *Servicios de agua potable y alcantarillado en la ciudad de Buenos Aires, Argentina: factores determinantes de la sustentabilidad y el desempeño*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Serie Recursos Naturales e Infraestructura* N° 126, LC/L.2751-P, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- Raimundo, Gastón y Roland Bócker (2007), *Manual de gestión de procesos de impacto (GPS). Gestión del cambio*, Programa de Agua Potable y Alcantarillado (PROAGUA), Cooperación Técnica Alemana (GTZ), Lima.
- Rojas, Franz; Agustín Alonso y Gastón Raimundo (2008), *Programa de medidas de rápido impacto (PMRI). Desarrollando capacidades (julio 2006-julio 2008)*, Programa de Agua Potable y Alcantarillado (PROAGUA), Cooperación Técnica Alemana (GTZ), Lima.
- Romero, Carlos (2005), *Benchmarking de empresas de agua y saneamiento de Latinoamérica sobre la base de datos de ADERASA*, Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas (ADERASA).
- Rossi, Martín y Christian Ruzzier (2000), “On the regulatory application of efficiency measures”, *Utilities Policy*, 9.
- Sabbioni, Guillermo (2008), “Efficiency in the Brazilian sanitation sector”, *Research Papers*, 07-08, Public Utility Research Center (PURC), Universidad de Florida.
- (2005), *Econometric measures of the relative efficiency of water and sewerage utilities in Brazil*, Public Utility Research Center (PURC), Universidad de Florida.
- Schmidt, Peter (1986), “Frontier production function”, *Econometric Review*, 4 (2).
- Seroa da Motta, Ronaldo y Ajax Moreira (2004), “Efficiency and regulation in the sanitation sector in Brazil”, *Texto para Discussao*, N° 1059, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- Shleifer, Andrei (1985), “A theory of yardstick competition”, *Rand Journal of Economics*, 16 (3).
- Solanes, Miguel y Andrei Jouravlev (2005), *Integrando economía, legislación y administración en la gestión del agua y sus servicios en América Latina y el Caribe*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Serie Recursos Naturales e Infraestructura* N° 101, LC/L.2397-P, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- Stigler, George (1976), “The X-istence of X-efficiency”, *American Economic Review*, 66.
- Tupper, Henrique y Marcelo Resende (2004), “Efficiency and regulatory issues in the Brazilian water and sewage sector: an empirical study”, *Utilities Policy*, 12.
- Valenzuela, Soledad y Andrei Jouravlev (2007), *Servicios urbanos de agua potable y alcantarillado en Chile: factores determinantes del desempeño*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Serie Recursos Naturales e Infraestructura* N° 123, LC/L.2727-P, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- Vergès, Jean-François (2010), *Servicios de agua potable y alcantarillado: lecciones de las experiencias de Alemania, Francia e Inglaterra*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Colección Documentos de Proyectos*, LC/W.334, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- Walter, Matthias; Astrid Cullmann; Christian von Hirschhausen; Robert Wand y Michael Zschille (2009), “Quo vadis efficiency analysis of water distribution? A comparative literature review”, *Utilities Policy*, 17.
- Wooldridge, Jeffrey (2006), *Introducción a la econometría: un enfoque moderno*, Thomson Learning Publishers.
- Yepes, Guillermo y Augusta Dianderas (1996), *Water and Wastewater Utilities Indicators*, Banco Mundial, Washington, D.C.

Anexos

Anexo 1

Indicadores de uso en la práctica sectorial

Código	Definición	Objetivo	Interpretación	Fórmula de cálculo	Unidad de medida
I ₀₀₂	Índice de productividad: conexiones activas por personal propio	Determinar la cantidad de personal utilizada para atender la demanda de los servicios de agua y alcantarillado	Valores inferiores a los de la media del grupo de referencia implicarían baja productividad	$\frac{A_{03} + E_{03}}{F_{26}}$	Conexiones por empleado
I ₀₀₃	Gasto total por metro cúbico de servicio facturado	Determinar el costo total por metro cúbico de agua y alcantarillado facturado	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían altos costos	$\frac{F_{17}}{A_{11} + E_{07}}$	Unidades monetarias por metro cúbico
I ₀₀₅	Tarifa media de agua	Determinar la facturación promedio por metro cúbico de agua	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían una tarifa alta	$\frac{F_{02}}{A_{11} - A_{17} - A_{19}}$	Unidades monetarias por metro cúbico
I ₀₀₆	Tarifa media de alcantarillado	Determinar la facturación promedio por metro cúbico de alcantarillado	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían una tarifa alta	$\frac{F_{03}}{E_{07}}$	Unidades monetarias por metro cúbico
I ₀₀₇	Incidencia del personal y servicios ejecutados por terceros en el gasto total de los servicios	Determinar la incidencia que tiene el gasto en personal (propio y de terceros) dentro de la estructura de costos de la empresa	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían una estructura de gasto sesgada hacia la utilización de personal	$\frac{F_{10} + F_{14}}{F_{17}}$	Porcentaje
I ₀₀₈	Gasto medio anual por empleado	Determinar el salario promedio por empleado	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían salarios altos	$\frac{F_{10}}{F_{26}}$	Unidades monetarias por empleado
I ₀₀₉	Índice de micro medición: cantidad de conexiones activas micro medidas sobre el total de conexiones activas	Medir la eficiencia en la provisión del servicio a través de la correcta imputación de consumos	Valores inferiores a los de la media del grupo de referencia implicarían una mala gestión desde el punto de vista comercial	$\frac{A_{04}}{A_{02}}$	Porcentaje
I ₀₁₃	Índice de pérdidas de facturación de agua	Determinar la cantidad de agua producida y no facturada que se filtra del sistema por pérdidas físicas o ineficiencias en la gestión comercial	Valores inferiores a los de la media del grupo de referencia implicarían problemas de infraestructura de red o una mala gestión desde el punto de vista comercial	$\frac{(A_{06} + A_{18} - A_{24}) - A_{11}}{(A_{06} + A_{18} - A_{24})}$	Porcentaje
I ₀₁₄	Consumo micro medido	Determinar el consumo promedio de agua de cada conexión	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían consumos excesivos o posibles derroches	$\frac{A_{08}}{A_{14}}$	Metros cúbicos por mes por conexión
I ₀₁₅	Índice de recolección de aguas servidas	Determinar la cantidad de agua recolectada como porcentaje de la consumida	Valores por debajo de la media del grupo de referencia implicarían bajos niveles de recolección	$\frac{E_{05}}{A_{10} - A_{19}}$	Porcentaje

(continúa)

(continuación)

Código	Definición	Objetivo	Interpretación	Fórmula de cálculo	Unidad de medida
I ₀₁₆	Índice de tratamiento de aguas servidas	Determinar el porcentaje de aguas servidas tratadas	Valores por debajo de la media del grupo de referencia implicarían impactos ambientales negativos	$\frac{E_{06}}{E_{05}}$	Porcentaje
I ₀₁₇	Consumo de agua facturado por conexión	Determinar el promedio de agua que se le factura a cada conexión	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían posibles derroches; comparando con I ₀₁₄ se puede determinar el consumo promedio de los no medidos	$\frac{A_{11} - A_{19}}{A_{03}}$	Metros cúbicos por mes por conexión
I ₀₁₈	Cantidad equivalente de personal total	Determinar la cantidad equivalente de personas empleadas considerando los servicios ejecutados por terceros	Posibilita uniformar los datos sobre personal para dar consistencia a las comparaciones que se realicen con su utilización	$F_{26} + \frac{(F_{14} * F_{26})}{F_{10}}$	Cantidad de empleados
I ₀₁₉	Índice de productividad: cantidad de conexiones activas por personal total (equivalente)	Determinar la cantidad de personal total (equivalente) por cada conexión	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían un uso intensivo de personal	$\frac{A_{03} + E_{03}}{I_{018}}$	Conexiones por empleado equivalente
I ₀₂₀	Extensión de la red de agua por conexión	Determinar la densidad del servicio de agua	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían que la población es más densa y por tanto se esperan menores costos de transporte de agua	$\frac{A_{05}}{A_{21}}$	Metros lineales por conexión
I ₀₂₁	Extensión de la red de alcantarillado por conexión	Determinar la densidad de la red de alcantarillado; se espera que mayor densidad esté asociada con menores costos de bombeo de efluentes	Valores por debajo de la media del grupo de referencia implicarían redes más densamente pobladas y por tanto se esperan menores costos de transporte	$\frac{E_{04}}{E_{09}}$	Metros lineales por conexión
I ₀₂₆	Gasto operativo por metro cúbico de servicio facturado	Determinar el costo operativo por metro cúbico de agua y alcantarillado facturado	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían altos costos	$\frac{F_{15}}{A_{11} + E_{07}}$	Unidades monetarias por metro cúbico
I ₀₂₉	Índice de incobrabilidad (evasión o morosidad)	Determinar el porcentaje de facturación no recaudada	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían ineficiencia en la gestión comercial	$\frac{F_{05} - F_{06}}{F_{05}}$	Porcentaje
I ₀₃₀	Margen de gasto de explotación	Gastos de explotación sobre la facturación operacional directa total (agua más alcantarillado más agua exportada)	Valores por encima de 100 indican que la facturación de los servicios no alcanza a cubrir los gastos de prestación	$\frac{F_{15}}{F_{02} + F_{03} + F_{07}}$	Porcentaje

(continúa)

(continuación)

Código	Definición	Objetivo	Interpretación	Fórmula de cálculo	Unidad de medida
I ₀₃₅	Participación de los gastos de personal propio en los gastos de explotación	Determinar la incidencia del gasto en personal propio dentro de la estructura de costos	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían una estructura de costos sesgada hacia el personal	$\frac{F_{10}}{F_{15}}$	Porcentaje
I ₀₃₆	Participación de los gastos de personal total (equivalente) en los gastos de explotación	Determinar la incidencia del gasto en personal total (equivalente) dentro de la estructura de costos	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían una estructura de costos sesgada hacia el personal	$\frac{F_{10} + F_{14}}{F_{15}}$	Porcentaje
I ₀₃₇	Participación de los gastos de energía eléctrica en los gastos de explotación	Determinar la incidencia del gasto en energía eléctrica dentro de la estructura de costos	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían una estructura de costos sesgada hacia el consumo de electricidad	$\frac{F_{13}}{F_{15}}$	Porcentaje
I ₀₃₈	Participación de los gastos de productos químicos en los gastos de explotación	Determinar la incidencia del gasto en productos químicos dentro de la estructura de costos	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían una estructura de costos sesgada hacia el consumo de productos químicos	$\frac{F_{11}}{F_{15}}$	Porcentaje
I ₀₄₃	Participación de las conexiones residenciales en el total de conexiones	Determinar la cantidad de conexiones no residenciales; se espera que a medida que aumenta el número de residenciales se incrementan los costos unitarios de producción	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían que los costos de producción deberían caer porque la actividad comercial es menor	$\frac{A_{03}}{A_{13}}$	Porcentaje
I ₀₄₅	Índice de productividad: empleados propios por cada mil conexiones de agua	Cantidad de empleados propios sobre el total de conexiones activas de agua	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían un exceso de personal para la provisión del servicio	$\frac{F_{26}}{A_{02}}$	Empleados por 1.000 conexiones
I ₀₄₈	Índice de productividad: empleados propios por cada mil conexiones de agua y alcantarillado	Cantidad de empleados propios sobre el total de conexiones activas de agua y alcantarillado	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían un exceso de personal para la provisión de los servicios	$\frac{F_{26}}{A_{02} + E_{02}}$	Empleados por 1.000 conexiones
I ₀₄₉	Índice de pérdidas de agua	Determinar la cantidad de agua producida y no consumida que se filtra del sistema por pérdidas físicas o ineficiencias en la gestión comercial	Valores inferiores a los de la media del grupo de referencia implicarían problemas de infraestructura de red o una mala gestión desde el punto de vista comercial	$\frac{(A_{06} + A_{18} - A_{24}) - A_{10}}{(A_{06} + A_{18} - A_{24})}$	Porcentaje

(continúa)

(continuación)

Código	Definición	Objetivo	Interpretación	Fórmula de cálculo	Unidad de medida
I ₀₅₀	Índice de pérdidas lineales de agua	Determinar la cantidad de agua producida y no consumida que se filtra del sistema por cada kilómetro de red; los kilómetro de red permiten dimensionar las pérdidas	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían problemas de infraestructura de red o una mala gestión desde el punto de vista comercial	$\frac{(A_{06} + A_{18} - A_{24}) - A_{10}}{A_{05}}$	Metros cúbicos por día por kilómetro
I ₀₅₁	Índice de pérdidas de agua por conexión	Determinar la cantidad de agua producida y no consumida que se filtra del sistema por cada conexión	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían problemas de infraestructura de red o una mala gestión desde el punto de vista comercial	$\frac{(A_{06} + A_{18} - A_{24}) - A_{10}}{A_{02}}$	Litro por día por conexión
I ₀₅₈	Índice de consumo de energía eléctrica en los sistemas de abastecimiento de agua	Determinar la cantidad de kilowatios-hora que consume la producción de un metro cúbico de agua	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían altos costos de extracción o ineficiencia en el uso de la energía	$\frac{A_{28}}{A_{06} + A_{18}}$	Kilowatio-hora por metro cúbico
I ₀₅₉	Índice de consumo de energía eléctrica en los sistemas de alcantarillado	Determinar la cantidad de kilowatios-hora que consume la recolección de un metro cúbico de agua servida	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían altos costos de bombeo o ineficiencia en el uso de la energía	$\frac{E_{28}}{E_{05}}$	Kilowatios-hora por metro cúbico
I ₀₆₀	Índice de consumo de energía eléctrica del sistema de agua y alcantarillado	Determinar el precio unitario de energía eléctrica	Valores superiores a los de la media del grupo de referencia implicarían ineficiencias en la gestión de compras o contratación de insumos	$\frac{F_{13}}{A_{28} + E_{28}}$	Unidades monetarias por kilowatio-hora
I ₀₆₄	Margen operacional (con deducción de la depreciación)	Identificar y medir el grado de cobertura de los costos de la prestación mediante el ingreso por facturación de los servicios; sostenibilidad financiera	Valores inferiores a cero implicarían que no se están cubriendo los costos operativos más la depreciación de los activos aún no amortizados; indica problemas de sostenibilidad del servicio	$\frac{B_{09}}{B_{07}}$	Porcentaje
I ₀₆₈	Margen operacional antes de (sin) la depreciación	Identificar y medir el grado de cobertura de los costos operativos de la prestación mediante el ingreso por facturación de los servicios; sostenibilidad financiera	Valores inferiores a cero implicarían que no se están cubriendo los costos operativos de la prestación; indica problemas de sostenibilidad del servicio	$\frac{B_{12}}{B_{07}}$	Porcentaje
I ₁₀₁	Indicador de suficiencia de caja	Recaudación por cargos tarifarios dividido por la suma de gastos operativos, financieros e impuestos	Si es menor a 100 implicaría que el flujo de caja no permite solventar los gastos para el período considerado	$\frac{F_{06}}{F_{15} + (F_{34} + F_{16}) + F_{22}}$	Porcentaje

(continúa)

(conclusión)

Código	Definición	Objetivo	Interpretación	Fórmula de cálculo	Unidad de medida
I ₁₀₂	Índice de productividad del personal (equivalente)	Medir la cantidad de conexiones de agua y alcantarillado que tiene a cargo en promedio cada empleado (equivalente)	Valores inferiores a los de la media del grupo de referencia implicarían un uso intensivo de personal	$\frac{A_{02} + E_{02}}{I_{018}}$	Conexiones por empleado equivalente

Fuente: Sistema Nacional de Informaciones sobre Saneamiento (SNIS), Brasil.

Nota: A₀₂ - cantidad de conexiones de agua, A₀₃ - cantidad de conexiones activas de agua, A₀₄ - cantidad de conexiones activas con micro medición, A₀₅ - extensión de la red de agua, A₀₆ - volumen de agua producida, A₀₈ - volumen de agua micro medido, A₁₀ - volumen de agua consumido, A₁₁ - volumen de agua facturado, A₁₃ - cantidad de conexiones residenciales activas, A₁₄ - cantidad de conexiones activas micromedidas, A₁₇ - volumen de agua bruta exportada, A₁₈ - volumen de agua tratada importada, A₁₉ - volumen de agua tratada exportada, A₂₁ - cantidad de conexiones totales de agua, A₂₄ - volumen de agua de servicio, A₂₈ - consumo total de energía eléctrica de los sistemas de agua, B₀₇ - ingreso por facturación de los servicios, B₀₉ - resultado operacional con depreciación, B₁₂ - resultado operacional deducida la depreciación, E₀₂ - cantidad de conexiones de alcantarillado, E₀₃ - cantidad de conexiones activas de alcantarillado, E₀₄ - extensión de la red de alcantarillado, E₀₅ - volumen de aguas servidas recolectadas, E₀₆ - volumen de aguas servidas tratadas, E₀₇ - volumen de aguas servidas facturadas, E₀₉ - cantidad total de conexiones de alcantarillado, E₂₈ - consumo total de energía de los servicios de alcantarillado, F₀₂ - facturación operacional directa del servicio de agua, F₀₃ - facturación operacional directa del servicio de alcantarillado, F₀₄ - facturación operacional indirecta (otros cargos), F₀₅ - facturación operacional total (directa más indirecta), F₀₆ - recaudación total, F₀₇ - facturación operacional directa de agua exportada, F₁₀ - gastos de personal propio, F₁₁ - gastos de productos químicos, F₁₃ - gastos de energía eléctrica, F₁₄ - gastos en servicios de terceros, F₁₅ - gastos de explotación, F₁₆ - gastos de intereses de las deudas, F₁₇ - gastos de explotación más gastos en servicios y depreciación, F₂₂ - gastos fiscales o tributarios no computados en los gastos de explotación, F₂₆ - cantidad total de empleados propios, F₃₄ - gastos de amortización de las deudas, G₀₆ - población urbana del municipio, G_{06a} - población urbana del municipio atendida con servicio de agua, y G_{06b} - población urbana del municipio atendida con servicio de alcantarillado.