



## DISCUSIÓN SOBRE EL CONCEPTO DE SISTEMA ECONÓMICAMENTE ADAPTADO APLICADO A LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

**Gustavo Alejandro Schweickardt\* Dc y Mg & Héctor Pistonesi\*\* Lic.y Mg**

*\*Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET),*

*Instituto de Economía Energética/Fundación Bariloche, Argentina*

*\*\*Director del Instituto de Economía Energética/Fundación Bariloche, Argentina*

*gustavoschweickardt@ciudad.com.ar, hpistone@criba.edu.ar*

*Recibido para evaluación: 12 de Junio de 2007*

*Aceptación: 03 de Julio de 2007*

*Entrega de versión final: 23 de Julio de 2007*

### Resumen

La prestación del servicio de red en condiciones económicas, desde la separación entre los servicios de red y de comercialización en el ámbito de la distribución eléctrica, requiere la introducción del concepto de Sistema Económicamente Adaptado. En este trabajo se discute su significado, habida cuenta de su relación con el Paradigma Marginalista-Neoclásico adoptado como referencia en la reforma de la industria eléctrica, a principios de 1990. Se presenta el concepto de Costo Propio de Distribución como componente asociada al servicio de red en el Valor agregado de Distribución. Se establecen las bases de su estimación en condiciones económicas, adoptando el indicador de costo y el horizonte temporal pertinentes. Luego se discute la eficiencia productiva en el ámbito de los mercados de distribución. A partir de estos elementos, se introduce el concepto de Sistema de Distribución Económicamente Adaptado, conforme el marco normativo que establecen las regulaciones de distintos países latinoamericanos. Finalmente, se discuten las limitaciones metodológicas inherentes a su significado y aplicación en situaciones prácticas, las cuales tienen lugar, comúnmente, al momento de las revisiones tarifarias.

**Palabras Claves:** Sistema Económicamente Adaptado; Valor Agregado de Distribución; Costo Propio de Distribución; Eficiencia Productiva; Eficiencia Asignativa.

### Abstract

The network distribution service under economic conditions, from separation of the network and commercialisation services in the business environment of the electrical distribution systems, requires a concept of Economically Adapted System. This work discusses the meaning of such a concept, considering its relationship with the Neoclassical-Marginalist Paradigm adopted as reference in the electrical supply industry reform, in the early nineties. The concept of Own Distribution Cost, as a component associated to the network service in the Added Value of Distribution, is propose. The bases for estimate this cost under economic conditions, adopting the type of cost and the pertinent time horizon, are settle down. Then, the productive efficiency in the environment of the distribution markets, is discusses. The concept of Economically Adapted Distribution System is, then, introduced, from the regulation's framework established in different Latin-Americans countries. Finally, lacks in meaning and their methodological limitations in application on real systems, which generally takes place at moment of the tariff review, are remarked.

**Key Words:** Economically Adapted System; Added Value of Distribution; Own Distribution Cost; Productive Efficiency; Allocative Efficiency.

## 1.- INTRODUCCIÓN

El establecimiento de condiciones de disputabilidad en el segmento de distribución, requiere de criterios para estimar los costos económicos relevantes, destinados a fijar el precio de acceso a las redes. Este problema presenta un carácter más general puesto que, en última instancia, refiere el resultado de la determinación de los márgenes de distribución. Los mismos son calculados a fin de discutir los ajustes aplicables en oportunidad de las revisiones tarifarias para el mercado cautivo de las distribuidoras. Tomando por caso América Latina, conforme lo indican la mayoría de los Marcos Regulatorios Eléctricos (CREG, 1999; ENRE, 1999; CNE, 1997)<sup>1</sup>, estos márgenes son aludidos como Valor Agregado de Distribución (VAD). No obstante se adopte tal denominación para este trabajo, cabe decir que, en rigor, el término VAD refiere a los costos que deben ser recuperados por las distribuidoras de un modo conceptualmente incorrecto. Tal aseveración, se funda en que el concepto de Valor Agregado, por definición, no puede incluir ningún tipo de insumos [Valor Agregado = Valor Bruto de Producción - Valor de los Insumos Intermedios]. Esto vale tanto para una empresa en particular, como para la economía toda. Sin embargo la diferencia [(Ingresos por venta de energía y potencia) - (Precio de compra de energía y potencia + Costo de Transporte)] incluye, además de sueldos, impuestos y excedente del productor, otros insumos intermedios (Ej.: combustibles, papel, etc.). En consecuencia no se puede hablar estrictamente de "Valor Agregado". Parece más correcto hablar de "Margen Bruto" entre la compra y la venta de energía y potencia, incluyendo en la primera el costo de transporte.

No obstante esta observación, a lo largo del presente trabajo se hará referencia al término VAD. Al analizar el VAD, se enfrenta el problema de calcular los costos económicos de los procesos implicados en la distribución - comercialización de la energía eléctrica. Es decir, el Costo Propio de Distribución (CPD) y el Costo de Atención a Clientes (CAC), ambos componentes del Margen de Distribución. El comportamiento de estos costos depende, en general, de las características de cada Mercado de Distribución y de su expansión (propiedades de la Función de Producción correspondiente, especialmente en lo que se refiere al tipo de Rendimientos a Escala que la misma exhibe).

El CPD será, entonces, la componente del VAD vinculada al servicio de red, y así será referida en este trabajo. Asumiendo la separación de servicios de red y comercialización, tal componente resulta de exclusivo interés en el contexto del presente análisis.

Solidario a este concepto, se introduce la noción de *Sistema de Distribución Económicamente Adaptado*. La misma intenta reflejar una situación de mínimo costo presente y futuro del sistema, considerando el horizonte temporal definido por la regulación para la revisión tarifaria, período a lo sumo quinquenal en América Latina.

Existen dos aspectos que deben ser analizados para identificar adecuadamente el problema referido (introducir condiciones de disputabilidad en el segmento de distribución) y plantear un esquema de solución:

1. las metodologías aplicables a la estimación del VAD, aislando aquella componente vinculada al servicio de red.
2. la asignación del CPD, a los efectos de definir precios para el acceso a las redes de distribución.

El punto 1 es el de relevancia en la presente discusión requiriéndose, en primer lugar, la interpretación pertinente del concepto de costo económico y de su adecuada valoración. Luego

1. Esto no significa que tal referencia de cálculo constituya una prerrogativa de los países de Latinoamérica que se encuentran bajo el régimen de la mencionada reforma, sino, más bien, se está haciendo referencia al concepto de Valor Agregado de Distribución, que aparece literalmente en las citadas regulaciones.

debe abordarse la consideración del tipo de costo económico relevante y el horizonte de aplicación pertinente para el mismo. En alguna medida, a través de las conclusiones que de este análisis se extraigan, comenzará a cuestionarse el Paradigma Marginalista (o de Referencia), como generador de soluciones "superiores".

La introducción del concepto de sistema económicamente adaptado, responderá a la necesidad de establecer cuquier apartamiento en que incurra el sistema respecto del equilibrio sustentado en la eficiencia productiva.

## **2. CÁLCULO DE COSTOS ECONÓMICOS: METODOLOGÍA E INCONVENIENTES**

### **2.1. El Costo Económico Total. Su Adecuada Valoración**

El Costo Económico Total de un bien puede definirse como el agregado del valor de todos los recursos indispensables para su producción, evaluados en función de su Costo Social de Oportunidad.

Esta definición exhibe dos dificultades básicas para su instrumentación práctica:

1. La forma de determinar cuáles son los recursos indispensables para un determinado nivel de producción, resaltando aspectos ligados a la eficiencia productiva.
2. La posibilidad de establecer el Costo Social de Oportunidad<sup>2</sup> de tales recursos, resaltando aspectos vinculados a la eficiencia asignativa.

Tal cuestión se relaciona estrechamente con el conocimiento de una Función Social de Bienestar,

---

2. En términos simples, un costo de oportunidad refiere "el costo de la mejor alternativa no aprovechada". El principio de escasez que rige a la economía (desde el enfoque neoclásico), impone que los recursos destinados a cierto tipo de producción, no pueden serlo a otro. De este modo se "desaprovecha una oportunidad" al preferir una alternativa sobre otras. En la alternativa de producción elegida, el costo de los recursos escasos debe reflejar esta situación, evaluando el valor de los mismos como si se destinases a la mejor alternativa dejada de lado.

y con la dotación del conjunto de recursos requeridos para la producción, supuesta cierta tecnología. Todos estos elementos constituyen condiciones 'dadas' para la Optimalidad Paretiana en el seno del Paradigma Marginalista.

La primer dificultad planteada, intenta resolverse apelando a la consideración de patrones estándar para el uso de los recursos, en función de una técnica de producción admitida como eficiente.

En cambio, la segunda dificultad presenta un carácter mucho más complejo, al cual no resulta posible brindarle una solución completamente satisfactoria en la práctica. La razón de mayor peso imputable a tal inconveniente, es el apartamiento que la realidad demuestra respecto de las hipótesis indicadas como paretianas para lograr la eficiencia asignativa.

Al abandonarse, forzados por tal realidad, los supuestos teóricos que permiten equiparar los Costos de Oportunidad Microeconómicos con los correspondientes a un modelo de Equilibrio General, no pueden utilizarse válidamente los primeros como una adecuada indicación de los segundos.

De esta forma, las señales que supuestamente inducen a una asignación óptima de recursos, originadas en los costos de oportunidad microeconómicos o de equilibrio parcial, no pueden, lícitamente, ser trasladadas a un sistema de costos aplicable en una situación de equilibrio general. Se distorsiona, entonces, la eficiencia en términos de cómo los recursos resultan asignados en todos los mercados de bienes y factores solidarios al mercado en estudio.

Puede concluirse en que, para sortear esta dificultad, se requiere la adhesión a ciertas hipótesis embebidas en el Paradigma Económico Marginalista.

### **2.2. Análisis del Tipo de Costos Económicos Pertinentes: Medios ó Marginales?**

En el seno del Paradigma de Referencia, la eficiencia asignativa de los recursos requiere que en todas las actividades productivas se igualen los

costos marginales con los precios. Esta condición equivale a exigir la existencia de Competencia Perfecta en los mercados de bienes y factores o, alternativamente, un comportamiento igual al de un competidor atomizado en aquellos casos donde la misma no se verifique.

Conforme las características de funcionamiento de los mercados en economías concretas van apartándose de modo significativo de este modelo ideal, comienza a resultar muy difícil sostener, válidamente, la superioridad del costo marginal para orientar la eficiente asignación de los recursos. No obstante, aún aceptando la perspectiva rigurosa de la que se deriva, la preponderancia del costo marginal como indicador pertinente del costo económico parece haber sido adoptada sin cuestiones previas en la cadena productiva de la electricidad. Es frecuente en tal ámbito recurrir a modelos de equilibrio parcial, traducidos bajo la forma de modelos de optimización.

Cuando los mismos adoptan las técnicas de Programación Lineal (con algunas variantes) ya sea para la Operación (Ej.: Despacho Económico de Cargas) y/o para la Expansión del Sistema (Ej.: Plan de Equipamiento), proporcionan precios de cuenta asociados a las soluciones óptimas obtenidas.

Estos precios de cuenta pueden ser interpretados como costos marginales de corto (Optimización de la Operación) o de largo (Optimización de la Expansión) plazo. Sus niveles habrán de depender a) de la naturaleza de la Función Objetivo utilizada, b) de la forma de establecer las restricciones del problema y c) de los parámetros de contorno que son considerados datos, como por ejemplo, los precios de los recursos utilizados en el proceso que se pretende optimizar.

Pero, independientemente de la modalidad y consideraciones adoptadas en el planteo de la Función Objetivo, y qué restricciones puedan ser evidenciadas en la aplicación de ese tipo de modelos, el carácter parcial de los mismos es lo cuestionable.

El equilibrio solidario al óptimo, no garantiza en modo alguno que tales precios de cuenta (costos marginales) se constituyan en una solución superior, en términos de la eficiencia asignativa. La razón en la que esta aseveración se sustenta, es que las condiciones de contorno asumidas para la modelación, no necesariamente (o, más bien, excepcionalmente) se componen de precios que puedan ser calificados como "de eficiencia".

Dicho de una manera más simple: de nada sirve asumir condiciones de competitividad perfecta en un modelo de optimización parcial si, fuera del contorno donde el mismo será aplicado, esas condiciones no se verifican. En tal caso, la extrapolación de sus resultados hacia un modelo de equilibrio general carecería de sentido.

Por otra parte, ante situaciones donde predominan Rendimientos Crecientes a Escala, situación que muy posiblemente pueda presentarse en aquellos mercados de distribución donde es preponderante un crecimiento vertical de la demanda, el criterio del costo marginal no asegura la viabilidad financiera de las unidades productivas. En efecto, al situarse dicho costo debajo del costo medio correspondiente, no permite la recuperación de todos los componentes de costos en los que incurre la actividad que exhiba tal predominancia de rendimientos. Conceptualmente, al mercado de distribución se le confiere el carácter de monopolio natural, por tanto, no disputable. La condición suficiente para ello, es la presencia de Rendimientos Crecientes a Escala. No obstante, el intento de segmentación por economías de densidad (Filippini M., 1996), más adelante detallado, identifica áreas para el servicio de red (urbana, suburbana, rural, por caso), en la que tales rendimientos no resultan necesariamente crecientes. Aún así, estos segmentos preservan su condición monopólica, puesto que se satisface la condición necesaria, ya que la función de costos resulta en cada uno de ellos subaditiva.

El enfoque neoclásico sugiere la aplicación de la Teoría del "Segundo Mejor", en la que intentan

deducirse apartamientos óptimos respecto del costo marginal. Sus soluciones, además de adoptar formas extremadamente complejas, suponen problemas metodológicos vinculados con cierta circularidad en el planteo (Schweickardt, 2003). Como resultado, la consideración de los costos marginales, requiere la definición de ajustes destinados a garantizar la viabilidad financiera de las empresas que se desenvuelvan en una industria caracterizada por tales rendimientos<sup>3</sup>. Esto genera, adicionalmente, cuestionamientos sobre el carácter regresivo que tales soluciones exhiben en términos de la responsabilidad de los costos a transferir por el vector de precios resultante.

Si en situaciones de Rendimientos Crecientes a Escala fuesen considerados los costos medios, tal inconveniente quedaría resuelto. Más aún, la evaluación sobre este indicador resultaría independiente de los Rendimientos a Escala predominantes. Adicionalmente, el costo medio presenta la ventaja de reflejar el nivel costo incurrido en el abastecimiento, de forma tal que participen todos los componentes del costo total y no solamente aquellos imputables a las variaciones "en el margen".

De cualquier manera, las expresiones matemáticas propuestas para estimar el costo marginal en la práctica, constituyen una suerte de híbrido que fusiona las nociones de costo medio y costo marginal.

Como conclusión:

- los procedimientos a emplear en el cálculo de los costos económicos, deben responder a criterios teórico-metodológicos razonablemente sustentables en términos de los elementos que definen el contexto del problema, más que a la adhesión a cierto Paradigma.

---

3. En el plano teórico este es uno de los problemas más simples de la aplicación de la Teoría del "Segundo Mejor" que da lugar, en condiciones muy simplificadas, a la conocida Regla de la Inversa del Valor Absoluto de la

### **2.3. El Horizonte Temporal Pertinente: el Corto ó el Largo Plazo?**

Otro aspecto que debe necesariamente contemplarse, y que sin duda impacta en la determinación de tales criterios, está relacionado con el horizonte temporal relevante en los costos económicos identificados como pertinentes; esto es: la elección entre nociones de costo de corto o de largo plazo.

Si, nuevamente, se adoptase una perspectiva conforme el Paradigma Marginalista, el indicador pertinente asociado a la misma resultará ser el costo marginal de corto plazo (CMgCP).

A los fines de validar esta afirmación, considérense algunas situaciones hipotéticas en términos del abastecimiento de energía eléctrica:

- Existe una capacidad instalada ocupada a pleno, de modo que sea posible asociarla con un equilibrio de largo plazo. En tal situación, el Costo Marginal de Largo Plazo (CMgLP), sin duda proporciona una "señal adecuada" como indicador de eficiencia, pero su nivel resultará coincidente con el que resulte del Costo Marginal de Corto Plazo.
- Si se plantean situaciones que se correspondan con un exceso o faltante de capacidad, es decir, asociadas a un desequilibrio, resultaría más congruente con la racionalidad del máximo bienestar que el indicador de costo reflejase el Costo de Oportunidad de proveer una unidad adicional de capacidad. En tal caso, el indicador relevante resulta ser también el Costo Marginal de Corto Plazo.
  - En efecto, para una situación de sobrecapacidad, el CMgCP resulta menor que el CMgLP, indicando que el Costo de Oportunidad de proveer una unidad adicional de capacidad, se define mediante el incremento en los Costos Variables de Producción (ya que los costos imputables a la capacidad fija, presentan el carácter de inevitables).

- Si existiese faltante de capacidad, el CMgCP resultaría mayor que el CMgLP, tornándose en oportuno indicador para un nivel de precio de racionamiento.

Es posible validar estas afirmaciones a través de un desarrollo gráfico (Figuras 1 y 2) - analítico, para lo cual, primeramente, se formularán los costos que participarán en el mismo.

Considérese, entonces, la siguiente expresión correspondiente al Costo Total de Largo Plazo (CTLP)<sup>4</sup>:

(1)

en la que  $c$ , indica el costo unitario de operación, constante,  $X$ , es la capacidad y ( $X$ ) es una función derivable, que denota los costos unitarios de capacidad, que se suponen variables con la misma.

A partir de tal expresión, pueden ser deducidas las siguientes para el *Costo Marginal* y el *Costo Medio de Largo Plazo* (CMgLP y CMeLP, respectivamente):

(2)

(3)

Una vez que la capacidad es establecida (capacidad de equilibrio en las Figuras 1 y 2), supóngase en el valor  $X = X_0$ , tienen vigencia las condiciones de corto plazo. La expresión correspondiente al Costo Total de Corto Plazo (CTCP), a partir de (1), se obtiene considerando parámetro:  $F = \beta(X_0) \times X_0$ .

De este modo:

(4)

Se tiene, consecuentemente, la siguiente expresión para el *Costo Medio de Corto Plazo* (CMeCP):

(5)

A partir de tal situación, el *Costo Marginal de Corto Plazo* (CMgCP) se transforma en el indicador relevante para adoptar de decisiones "en el margen". Su expresión, se establece en términos de la siguiente *función condicional*:

$$\begin{cases} CMgCP = c; \forall X < X_0 \\ CMgCP = p^r; \forall X \geq X_0 \end{cases} \quad (6)$$

$p^r$  recibe el nombre de precio de exclusión marginal (que "despeja el mercado"). En las Figuras 1 y 2,  $D_0 - D'_0$  representa la demanda de equilibrio ( $X_0$ ); en la Figura 1,  $D_1 - D'_1$  representa la demanda de sobre-capacidad ( $X_1$ ) y  $D_2 - D'_2$ , de sub-capacidad ( $X_2$ ).

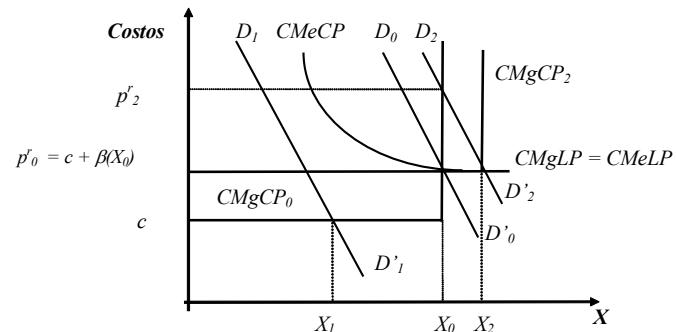


Figura 1. Situaciones Hipotéticas respecto del Equilibrio de Capacidad bajo Rendimientos Constantes a Escala.

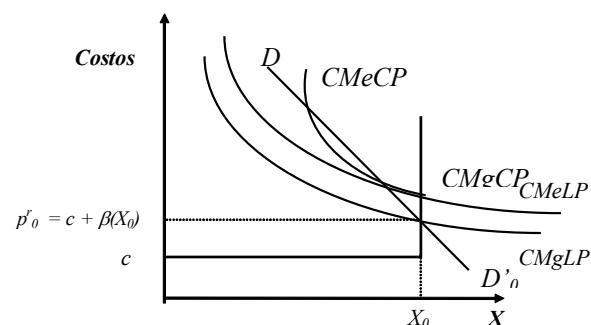


Figura 2. Situación Hipotética de Equilibrio de Capacidad bajo Rendimientos Crecientes a Escala.

4. La capacidad y, en consecuencia, sus inversiones asociadas, son consideradas para este planteo perfectamente divisibles. En consecuencia, la capacidad de las instalaciones está perfectamente correlacionada con la demanda que la origina.

Caben tres observaciones en el contexto metodológico propuesto:

1ra) El concepto relevante para establecer el precio desde una perspectiva que maximice el beneficio del empresario, es, sin duda, el CMgCP, tal como se enunció más arriba. Esto lo convierte en el indicador pertinente de los costos económicos. El CMgLP sólo reviste similar importancia, en cuanto a las señales que es capaz de producir, en la medida que coincide con el CMgCP. Como consecuencia, abogar para establecer precios recurriendo al CMgLP, implícitamente requiere asumir que la capacidad presenta siempre un tamaño óptimo, refiriendo una situación de equilibrio de largo plazo en todo instante.

2da) El establecimiento de precios aplicando el CMgLP, puede fracasar en cuanto a la recuperación de los costos incurridos pero, en presencia de exceso de capacidad, tiende a mantener las pérdidas financieras en un nivel más bajo del que correspondería a la aplicación del CMgCP.

En cambio, si se considerasen Rendimientos Crecientes a Escala, aún en una situación óptima en cuanto a la capacidad requerida, la fijación de precios al CMgLP incurrirá en pérdidas financieras (Figura 2).

3ra) Bajo Rendimientos No Decrecientes a Escala, en situaciones de excedente de capacidad, la adecuada recuperación de los costos implica definir precios a partir del CMeCP, ya que la curva de CMeLP es la de más baja pendiente de la familia de curvas correspondientes. Sólo en el equilibrio se incluye el uso de CMeLP como caso especial. A partir de este análisis se desprende que no existe razón alguna para abogar sobre el CMgLP, como el indicador buscado. Se ha visto que si la maximización del beneficio es la principal cuestión procurada, los precios deberían establecerse mediante la consideración del CMgCP. Por otra parte, si el objetivo pasa a ser brindar seguridad a los productores de que no sufrirán pérdidas financieras, entonces el indicador buscado para establecer precios será el CMeCP, ya que el

CMeLP será inferior al mismo, excepto que no existan Economías de Escala y que la capacidad instalada sea óptima. Pero, por otra parte, no obstante lo dicho, es clara la defensa a favor del empleo del CMgLP como indicador pertinente (Munasinghe, 1990). La defensa del criterio del CMgLP está fundada, esencialmente, en el hecho de que permite evitar las marcadas oscilaciones que suele presentar el CMgCP. De este modo proporciona a los consumidores una señal más estable en un horizonte de mediano y largo plazo, lo que contribuiría a disminuir el riesgo en las decisiones adoptadas (elección de fuentes e inversiones de equipamiento) (Munasinghe, Schramm, 1987). Desde la perspectiva de la finalidad planteada en este desarrollo (proveer indicadores de costo económico que sirvan a la función de orientación y coordinación de las decisiones de inversión) este último argumento reviste particular importancia.

Como conclusión:

- de estas breves consideraciones, se observa la imposibilidad de postular que una noción de costo (Medio o Marginal), en cierto horizonte temporal (corto o largo plazo), posee una clara superioridad sobre la otra como indicador de costo económico, dirigido a la orientación y coordinación que debe realizar la autoridad pública, conforme la normativa regulatoria.

## **2.4. Impacto de las Indivisibilidades sobre las Funciones de Costo**

Las indivisibilidades resultan propias de todo proceso de expansión de capacidad en cualquier actividad productiva. Esto es particularmente cierto en las redes de distribución de energía eléctrica. De modo que la modelación de tales procesos, supone discontinuidades.

Dependiendo de las tecnologías disponibles y de la magnitud de las variaciones relativas de la demanda, tales indivisibilidades resultarán más o menos pronunciadas. En cualquier caso, bajo situaciones concretas, estas discontinuidades impactan sobre las funciones de costo, de modo

que las mismas abandonarán las formas estilizadas con que la teoría las exhibe en sus desarrollos. Los mismos, al fundarse en un análisis de tipo estático, que posibilita la consideración de funciones de costo continuas y diferenciables en un intervalo dado, pierden, así, sustento.

En consecuencia, cuando dejan de sostenerse las hipótesis metodológicamente consignadas al análisis de corto plazo, introduciéndose consideraciones temporales que permiten cambios tecnológicos y/o en la capacidad instalada, se producen dos efectos:

- El cálculo de las nociones teóricas de costo sólo puede realizarse de un modo aproximado.
- Se desvanece la superioridad del CMgCP como indicador pertinente del costo económico.

A su vez, al adoptar consideraciones temporales (análisis dinámico), los problemas de aproximación a la noción de Costo Marginal de Largo Plazo, como alternativa, resultan aún más complejos. En efecto, además de los problemas de discontinuidad ya planteados, es necesario definir el horizonte temporal sobre el que se debe desarrollar su cálculo, precisar los incrementos de costos a considerar con relación a las variaciones en la capacidad y determinar la forma de reflejar los costos de capital, entre otros aspectos. Es por todo esto que no existe dentro de la literatura económica un consenso sobre el procedimiento más adecuado para aproximar el concepto de CMgLP, aún cuando sostenga que el costo marginal constituye el mejor indicador de costo económico.

## 2.5. Riesgo e Incertidumbres

Si el concepto de riesgo propiciado por el enfoque neoclásico, es analizado desde la perspectiva de una estructura de incertidumbres, inherentes a la previsión de requerimientos, tecnologías disponibles, precios, etc., el análisis marginal colapsa. La inclusión de incertidumbres de carácter estocástico que propone el Paradigma Marginalista, "desvanece" la idea de equilibrio en la que se sustenta el óptimo en la eficiencia asignativa. Cualquier apartamiento de las condiciones de contorno determinísticas en las que tal óptimo

reposa, puede también apartar la solución del mismo, alejándola de la eficiencia buscada.

## 3. CRITERIOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA COMPONENTE CPD DEL VAD

Los criterios más utilizados en la práctica para estimar los costos económicos de largo plazo correspondientes al servicio de redes (componente CPD del VAD) son el Costo Incremental Promedio de Largo Plazo (CIPLPM0) y el Valor a Nuevo de Reemplazo (VNR).

- El criterio del VNR equivale a adoptar un punto sobre la curva de costo medio de largo plazo (CMeLP) y suponer a la ordenada resultante, constante para todo el horizonte de análisis considerado, el cual se corresponderá con el período tarifario. Tal punto se corresponde, a su vez, con el comienzo de este período.
- En cambio, el criterio del CIPLPM0, consiste en calcular un valor promedio de los incrementos discretos de costo, expresados en términos unitarios, sobre el horizonte de planificación considerado, como se observa en la siguiente expresión:

(7)

donde:

- $I_t$ : Inversiones en nueva Capacidad en el año  $t$  [\$/año].  
 $COyM_t$ : Costos Variables de Operación y Mantenimiento en el año  $t$  [\$/año].  
 $n$ : Horizonte de Planificación.  
 $X$ : Capacidad [kW].  
 $t_d$ : tasa de descuento.

$$FRC_{n_{vu}I} = \frac{t_d}{\left[ 1 - (1 + t_d)^{-[n_{vu}I]} \right]} \text{ es el Factor de Recuperación del capital; } n_{vu}I, \text{ indica la vida útil (años) imputable a la inversión (equipamiento) } I.$$

En el caso en que existan Rendimientos Constantes a Escala el  $CIPLPM_0$  es equivalente al  $CMgLP$ . Solamente en el caso en que, además de Rendimientos Constantes a Escala, el sistema se encuentra permanentemente en equilibrio, el  $CIPLPM_0$  es equivalente al  $CMgCP$ . En cualquier otro caso, el  $CIPLPM_0$  es una combinación de Costos Medios y Marginales de Largo Plazo. El indicador  $CIPLPM_0$  es referido, por simplicidad, como  $CIPLP$ .

#### 4. TIPO DE RENDIMIENTOS Y EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EXPANSIÓN DE LOS MERCADOS DE DISTRIBUCIÓN

Cualquiera sea el enfoque metodológico a utilizar para la estimación de los costos económicos en el ámbito de la distribución, debe tomar en cuenta el tipo de Rendimientos de largo plazo que presentan las funciones de costo correspondientes a cada proceso productivo (Servicio de Redes y Comercialización). Para ello es necesario considerar las características previsibles de la expansión de los correspondientes mercados. En ese plano, los rendimientos afectan tanto a los requerimientos de inversión como a los recursos relacionados con la operación de las redes y su mantenimiento. La elección de los conceptos de costo utilizados para estimar el Costo Propio de Distribución (CPD), tendrá impactos claramente diferenciales sobre los actores involucrados (empresa concesionaria, clientes), según sea el tipo de rendimientos predominantes en el mercado de distribución considerado.

En la Figura 3, se representa la situación donde predominan los Rendimientos Crecientes a Escala y se consideran dos niveles de demanda asociados a las abscisas  $t$  y  $(t + n)^5$  respectivamente. Tal como puede apreciarse, en este caso, el uso del criterio del  $VNR$ , que conduce a la ordenada  $A$  en  $t$ , implicaría otorgar a la empresa concesionaria un excedente unitario creciente a lo largo del horizonte considerado.

5. Las curvas del  $CMeLP$  y del  $CMgLP$  se representan considerando la perfecta divisibilidad de las inversiones.

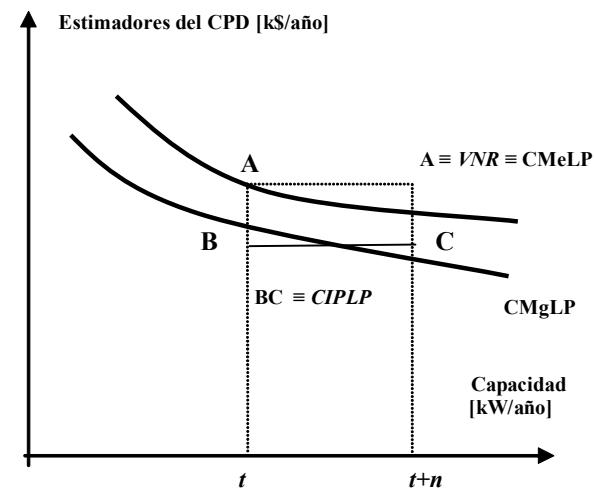


Figura 3. Criterios  $CIPLP$  y  $VNR$  en mercados donde predominan *Rendimientos Crecientes a Escala*.

Obsérvese, por el contrario, que la utilización del criterio del  $CIPLP$ , en presencia de Rendimientos Crecientes, implica para la concesionaria déficits financieros unitarios equivalentes a las diferencias entre las ordenadas de la curva del  $CMeLP$  en el intervalo  $[t, t + n]$  y las correspondientes al segmento  $BC$ .

Es decir que el uso de este último criterio requeriría un ajuste atendiendo a la necesidad de lograr la viabilidad financiera de la empresa concesionaria. Análogamente, en el caso de Rendimientos Decrecientes a Escala, representado en la Figura IV, el uso del criterio del  $VNR$  daría lugar a déficits financieros crecientes para la empresa, mientras que el empleo del  $CIPLP$  conduciría a excedentes supernormales para la misma.

Si los Rendimientos a Escala fuesen aproximadamente Constantes, los dos criterios deberían conducir a resultados cercanos o equivalentes<sup>6</sup>.

6. Esta cuestión debería probarse empíricamente, puesto que, dadas las estructuras matemáticas de ambas expresiones y los supuestos que en ella se realizan (particularmente en el caso del  $VNR$ ) parece no existir un mecanismo formal que permita establecer una correspondencia matemática entre ambos conceptos.

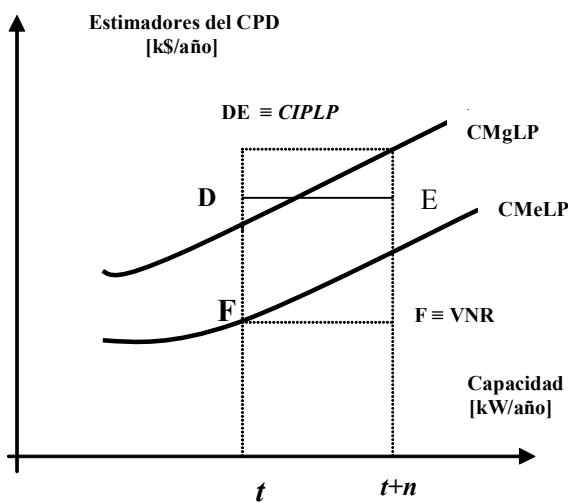


Figura 4. Criterios CIPLP y VNR en mercados donde predominan *Rendimientos Decrecientes a Escala*.

Como se observa, en la aplicación del criterio VNR se adopta sobre la curva de CMeLP un punto "convenientemente" seleccionado. Esta conveniencia sirve a las definiciones relativas a los sistemas económicamente adaptados, como teoría normativa propiciada por las regulaciones referidas, puesto que, intrínsecamente, el Costo Medio se supone constante y, por ello, coincidente con el Marginal. Los Rendimientos resultan Constantes a Escala, hipótesis improbable al segmentar el mercado de distribución, y puede emplearse el Costo Medio (único calculable sin inconvenientes) pero con todas las bondades de la teoría marginalista (ya que resulta igual al Costo Marginal). Es interesante analizar esta concepción, según algunas referencias (Recordon E., Rudnick H., 2002). En la regulación chilena, se determinan áreas de distribución típicas (ADT) en las que (se afirma) no se evidencian economías de densidad o de red. El término economías de densidad, es presentado en (Filippini M., 1996) y refiere a las existencias de economías de escala, conforme la densidad de consumo vaya en aumento. De modo que las economías de densidad, responden, rigurosamente, al concepto de economías de escala. En cada ADT, se supone que no existen diferencias marcadas

de densidad y, en consecuencia, los rendimientos a escala resultan constantes. Así, el Costo Marginal y el Medio son coincidentes y, teóricamente, pueden ser representados por un segmento de recta (constantes) para la totalidad del período tarifario. De manera que resultaría perfectamente lícito, adoptar el punto de la curva de CMeLP coincidente con el inicio de tal período, al aplicar el criterio VNR, siempre que se determinen tantos VNR como ADT se definan (la regulación de Chile, establece cinco ADT). El punto cuestionable, reside en cómo estos rendimientos constantes han sido validados: se suponen empresas de diferentes tamaños (en cuanto a capacidad instalada) sirviendo en la misma ADT. Luego se confirma, por una análisis de regresión, que la función de costo es aproximable, sin gran error, a una recta.

En el caso de la regulación chilena, la adopción de esta hipótesis (rendimientos constantes a escala en una misma ADT) le es funcional al sistema de Análisis Comparativo (Yardstick Competition) (Recordon E., Rudnick H., 2002) a los fines de identificar una empresa modelo (eficiente o de referencia) por cada ADT.

Pero la pregunta es, qué ocurre para una misma empresa, si tal análisis se hace en términos de sus propios incrementos de capacidad, consecuencia de la evolución de su mercado? Puede lícitamente afirmarse, que la función de costos resulta, aún en una misma ADT, aproximable a una recta?. La definición de rendimientos a escala se refiere a la función de producción de una única unidad productiva, y no a la de un conjunto de unidades produciendo en escalas diferentes en el mismo instante. En este sentido, la referencia (Filippini M., 1996) en relación con empresas de distribución eléctricas en Suiza, concluye que existen rendimientos a escala, tanto para empresas pequeñas, medianas como de gran tamaño. El estudio fue realizado sobre 39 municipios en un período que va desde 1988 a 1991.

## 5. LA ESTIMACIÓN DEL VAD Y EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN "ECONÓMICAMENTE ADAPTADO". INTRODUCCIÓN FORMAL Y CRÍTICA AL CONCEPTO

La necesidad de basar el cálculo del CPD (VAD, en las referencias citadas) en condiciones de eficiencia productiva supone, en la actualidad, la aplicación solidaria de otro concepto: Red Adaptada (CNE, 1997; Rudnick et. al., 1996) o Sistema de Distribución Económicamente Adaptado<sup>7</sup>, refiriéndose al sistema de redes.

Este concepto, constituye una suerte de teoría normativa propiciada desde la regulación de prácticamente todos los países de Latinoamérica, y, con el mismo sentido, de España y Portugal. En esencia, refiere una condición de equilibrio entre la capacidad de las redes y la demanda abastecida (adaptación de las redes a la demanda) que se sostiene en el corto y el largo plazo. Esto es: no sólo la capacidad de referencia está en equilibrio, sino que el mismo se sostiene ante cambios en la capacidad. Así se habla de VAD del Sistema Económicamente Adaptado.

El concepto no guarda congruencia teórico/metodológica con lo que desde la teoría general de sistemas, resulta en la denominada adaptación estructural, la cual será económica, en la medida que los atributos que lo definen puedan tener valoración homónima. Por caso, la calidad eléctrico-ambiental se constituye en variables solidarias a los atributos "nivel de calidad" eléctrica y ambiental, respectivamente, de muy difícil valoración, en tanto se procure reflejar un costo social de oportunidad (Schweickardt, 2003). La adaptación estructural dinámica, por otra parte, supone desadaptaciones que conducen al sistema a nuevos estados transitorios de equilibrio, cuestión que no se compadece con el pretendido equilibrio presente y futuro (mínimo costo), propugnado desde la noción que se critica.

El desarrollo precedente sobre los indicadores de costo y sus horizontes temporales pertinentes, asociado al tipo de rendimientos que exhibe la función de producción (servicio de redes) en distribución, coloca al concepto en una frágil e inaplausible condición operativa. En efecto, las hipótesis que requiere la adaptación referida, implican un Costo Medio y Marginal coincidentes (*economías de densidad* inexistentes por creación de suficientes ADT), lográndose el pretendido equilibrio en el corto y largo plazo. Aceptando tales hipótesis (muy "fuertes"), se requiere, adicionalmente, *un marco de certidumbre absoluta*. De modo que tal condición de equilibrio, resultará imposible de sostener, aún forzando a la estructura del mercado para que exhiba *Rendimientos Constantes a Escala*, habida cuenta de que la certeza en la evolución temporal, constituye un reduccionismo improcedente para la *teoría general de sistemas*.

El concepto plantea, entonces, serias dificultades para su instrumentación. Esto se debe, en parte, a la naturaleza evolutiva del Sistema que conforman las Redes de Distribución, cuyas decisiones de expansión sucesiva debieron y deben enfrentar, necesariamente, *condiciones de incertidumbre* en cuanto a la *evolución del mercado* y de su *estructura espacial*. Adicionalmente, los problemas para definir aceptablemente una *Red Adaptada como red de referencia*, resultan de la necesidad de tomar simultáneamente en consideración, aspectos de carácter *físico* y *económico*: a) en el *plano económico*, la *indivisibilidad de las inversiones* y las *economías de escala* que suelen caracterizar al equipamiento, hacen necesario tomar en cuenta horizontes de tiempo que pueden exceder el período considerado para el análisis o la estimación de los costos; b) en lo que se refiere a los *aspectos físicos*, resulta ineludible la referencia a las condiciones de calidad de servicio y a otras cuestiones técnicas vinculadas, fundamentalmente, a la topología de las redes de distribución.

<sup>7</sup> En (Rudnick et. al., 1996) se hace expresa referencia a que el novedoso concepto de Sistema Adaptado fue acuñado por las Regulaciones Eléctricas de Chile y Perú.

Respecto de la aplicación del criterio **VNR** (adoptando un punto de la curva de **CMeLP**), las

dificultades que se presentan para discernir el *grado de adaptación* que corresponda al equipamiento existente al momento de la revisión tarifaria, son mucho mayores. En efecto, la adaptación implica que la red cuyas instalaciones son valorizadas a nuevo, *excepcionalmente coincidirá con la red existente*. A partir de estos inconvenientes, surge un cuestionamiento que se extiende también al criterio **CIPLP**, en términos de sus hipótesis de concepción sobre un Plan “Óptimo” de Expansión del Sistema.

La introducción del concepto de Sistema Económicamente Adaptado, se debe a Boiteux (Boiteux M., 1949), quien, adicionalmente a las actividades productivas, *reconoce actividades de decisión para el planificador*. De modo que el *vínculo entre la adaptación económica y la eficiencia productiva*, debe ser *cuidadosamente* formulado, puesto que en toda decisión, existen incertidumbres y para un sistema, cierta dinámica intrínseca. Corresponde, entonces, realizar un análisis en un contexto más próximo a la realidad, del significado que adopta el término ‘Óptimo’ en un Sistema Evolutivo cuyo desarrollo es *básicamente incierto*. Cualquier definición de adaptación del sistema en condiciones económicas, que integre los aspectos hasta aquí referidos, no debe vincularse, exclusivamente, con la *eficiencia productiva* en términos *estáticos* y *determinísticos*. Cabe destacar que la *Eficiencia Productiva*, relativa al ámbito de una empresa, es definida *como aquella situación en la que se obtiene un máximo nivel de producción a partir de un conjunto de recursos dados o bien el mínimo costo asociado a un cierto nivel de producción*. El concepto refiere, de este modo, la relación recursos-producto, en una situación puntual (de corto plazo) donde la capacidad productiva (con las técnicas de producción correspondientes) está “dada” («*ceteris - paribus*»). Cuando en términos dinámicos se plantean diferentes alternativas de inversión (secuencias de expansión de equipamiento) la elección entre las mismas supone necesariamente la consideración de los precios de equipamientos (de diferentes tamaños) y de la tasa

de descuento. De modo tal que el problema, *no puede ser examinado sólo relacionando, en términos físicos, la Demanda con el Equipamiento en un determinado instante en el tiempo*. Existen aspectos Económico-Financieros, que necesariamente impactan en la idea de “Adaptación” para tal Sistema.

En consecuencia, el concepto de “Equipamiento Adaptado” no necesariamente (o sólo excepcionalmente) coincidirá con una situación de mínimo costo de abastecimiento. Y lo que es más importante de destacar: tal mínimo no podrá ser garantizado, como se explicó, postulando una noción de costo condicionada a las *bondades* del Paradigma Marginalista, forzando, por segmentación del mercado, a la inexistencia de economías de densidad (rendimientos a escala), dominio en el cual el Costo Medio y Marginal resultan *convenientemente iguales*.

## 6. CONCLUSIONES

En el presente artículo, se han expuesto los elementos teóricos para criticar, finalmente, la *definición normativa* de los sistemas de distribución económicamente adaptados. La misma es propiciada por la regulación de Latinoamérica, y de varios países de Europa. Adicionalmente a las expuestas a lo largo del desarrollo precedente, se agregan las siguientes reflexiones:

- 1- La necesidad de estimar los costos vinculados al servicio de red en distribución en condiciones económicas, requiere de una *Adaptación Económica* en el sistema.
- 2- El estado del arte y la normativa regulatoria vigente en Latinoamérica, en particular, sustentan la aplicación de tal concepto sólo en la *eficiencia productiva* (Expansión/Operación a mínimo costo presente y futuro).
- 3- A partir de lo discutido en este trabajo, ello implica una clara adhesión al *Paradigma Marginalista*, no considerándose cuestiones tales como: las incertidumbres inherentes a toda actividad de decisión y la evolución histórica-

temporal del sistema de redes; cuestiones que, según de estableció, atentarían contra el equilibrio que supone el *Óptimo Paretiano* y con ello, contra la *eficiencia asignativa* que requiere un estimador de costo económico, y que el paradigma en cuestión propugna a través del *criterio del Costo Marginal*.

4- Las **ADT** y su ausencia de *Rendimientos a Escala*, permiten, por una parte, emplear una noción de costo basada en el *Costo Medio*, lo cual, como ha sido señalado, evita los inconvenientes de estimación relativos al *Costo Marginal*. Por la otra, garantiza todas sus *bondades*, ya que los niveles de ambos resultan, en tal situación, coincidentes. Como se dijo, la ausencia de *Rendimientos a Escala* no puede sustentarse, metodológicamente, agrupando distintas empresas con similar nivel de producción, puesto que el análisis resulta de carácter estático y sólo una excepción permitiría: a) *que el sistema de red “adaptado” pueda coincidir con la red real de partida, para una empresa distribuidora en particular* y b) *que la red ideal, una vez construida, sostenga su condición en términos dinámicos*.

5- La búsqueda de un significado operativo para este concepto, requiere abordar múltiples aspectos; entre ellos la *eficiencia productiva*. Se mencionan, además:

a) Evolución temporal del sistema de distribución; b) Carácter no determinístico de las variables del problema, muchas de las cuales no exhiben un comportamiento estocástico; c) Valoración de todos los atributos considerados en el proceso de optimización, según el costo social de oportunidad que, como autoridad de aplicación, el regulador reconozca (entre ellos la Calidad Eléctrica y la Calidad Ambiental).

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Boiteux M., 1949, La Tarificación de la Demanda en Punta: Aplicación de la Teoría de la Venta al Costo Marginal. *Revue Generale de Electricité*, 58, pp. 321-340.

Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE), 1999, Ley 24065. Marco Regulatorio Eléctrico, República Argentina.

Filippini M., 1996, *Economies of Scale and Utilization in the Swiss Electric Power Distribution Industry*, Applied Economics, Nro. 28, pp 543-550.

Ministerio de Minas y Energía, Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), 1999, Marco Regulatorio de Electricidad – Distribución, República de Colombia.

Ministerio de Minería, Comisión Nacional de Energía (CNE), 1997, Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos, República de Chile.

Munasinghe M. y Schramm G., 1987, *Energy Economics, Demand Management and Conservation Policy*. Editorial Van Nostrand Reinhold Company

Munasinghe M., 1990, *Electric Power Economics*. Editorial Butterworths.

Recordon E. y Rudnick H., 2002, *Distribution Access Pricing: application of the OFTEL Rule to a Yardstick Competition Scheme*, IEEE Transactions on Power Systems, Volume 17, Issue 4, Nov., pp. 1001 – 1007.

Rudnick H. , Palma R., Cura E. y Silva C., 1996, *Economically Adapted Transmission System in Open Access Schemes. Application of Genetic Algorithms*, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 11, N°3, August, pp. 1427-1440.

Schweickardt G., 2003, *Metodología para la Asignación de Costos en la Función Técnica de Transporte sobre el Mercado de Distribución*. Editorial Fundación Universidad Nacional de San Juan, Argentina.

