

# Modelos de Costes y Regulación en Redes y Servicios de Telecomunicación

Dr. Klaus D. Hackbarth  
Departamento de  
Ing. de Comunicaciones  
Universidad de Cantabria  
klaus@tmat.unican.es

J. Antonio Portilla  
Departamento de  
Ing. de Comunicaciones  
Universidad de Cantabria  
jantonio@tmat.unican.es

L. Rodríguez de Lope  
Departamento de  
Ing. de Comunicaciones  
Universidad de Cantabria  
laura@tmat.unican.es

D. Fiñana  
Departamento de  
Ing. de Comunicaciones  
Universidad de Cantabria  
davidfinana@hotmail.com

**Abstract**—This paper outlines the basis of the cost models applied to telecommunication networks. These models are mainly applied for three different purposes, interconnection tariffs, call terminating services and wholesale and retail service prices. Additionally a specific model, which is widely applied in traditional fixed networks like RDSI, named FL-LRIC is further explained and some applications and practical examples are exposed.

## I. INTRODUCCIÓN

En el entorno de las tecnologías de la información y las comunicaciones se tienden a considerar como prioritarios todos los aspectos relacionados con las tecnologías emergentes, tendiendo a olvidar que existen muchas áreas de investigación relacionadas con las tecnologías que se encuentran actualmente implementadas.

Esta situación es típica de las tecnologías que se encuentran en la zona de saturación del denominado ciclo de vida, que fue descrito por K. Ward en [1], y que se representa en la figura 1. Este es el caso de tecnologías como la RPT/RDSI en la red fija o el sistema GSM en redes móviles. Sin embargo es en la zona de saturación cuando aparecen nuevos problemas que requieren estudios intensivos, principalmente en el campo de la regulación de las telecomunicaciones. Estos problemas abiertos se suelen resumir principalmente en tres líneas:

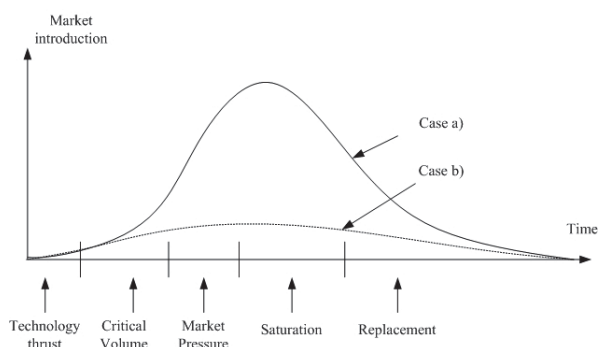


Fig. 1. Ciclo de Vida de la Red.

- *Estudio de los costes de interconexión:* El caso más típico es la comunicación entre usuarios finales pertenecientes a redes de distintos operadores, situación usual entre

operadores móviles, y desde la red fija a la red móvil. Un caso más complejo es la interconexión en tránsito en la que la llamada se realiza entre dos usuarios del mismo operador pero que ha de ser enrutada por la red troncal de otro operador. En ambos casos el primer operador debe pagar al último una cierta cantidad en concepto de utilización de su red.

- *Costes de realización de llamada y servicio universal:* Se refiere a los precios finales de los servicios, así como a la prestación del servicio universal que es impuesto por las autoridades reguladoras nacionales a los operadores con una cuota significativa de mercado, [2].
- *Servicios de valor añadido:* Esta situación se da principalmente en el bucle de abonado, donde un determinado operador puede ofrecer el acceso físico, (Telefónica Data con su acceso ADSL) mientras que otro operador puede proveer el servicio de acceso a Internet (Terra, AOL, Wanadoo). En este caso existen dos posibilidades, o el cliente paga a los dos operadores por separado, o bien el proveedor de acceso a Internet (ISP) paga un determinado precio de alquiler al proveedor del acceso físico que, evidentemente, repercute en el precio final del servicio.

Como se puede deducir, el establecimiento de las diversas tarifas constituye un elemento de confrontación entre los diversos integrantes del mercado de las telecomunicaciones, (Operadores de red, proveedores de servicios, consultorías de telecomunicación). Todo ello sin olvidarnos de las autoridades nacionales reguladoras, en España la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, que vigilan el cumplimiento del proceso de liberalización del mercado según las correspondientes directivas europeas y de la vigilancia de la competencia efectiva, ver [3].

La resolución de estos conflictos implica el establecimiento de precios y tarifas orientadas a costes, es decir, que el precio de un determinado servicio sea fiel reflejo del coste de su realización, con los correspondientes márgenes de beneficios. Los métodos y modelos para establecer estos costes son los mecanismos que disponen los diversos integrantes del mercado para poder justificar sus precios y sus decisiones, siempre en su propio beneficio.

De lo anterior se deduce la obligatoria necesidad de disponer de modelos de costes efectivos para poder realizar la toma de decisiones estratégicas acertadas que conduzcan a un mercado eficiente y, por lo tanto, al progreso del sector.

## II. MODELOS DE COSTE APLICADOS A SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN.

La evolución en el conocimiento de las redes de telecomunicación y los procedimientos de contabilización han producido diversos modelos de costes. Aquí se ofrece una breve reseña de los principales [4], [5].

- *Fully Allocated Costs*, (FAC). Utilizado principalmente en mercados de monopolio. Se basa en el estudio de la contabilidad financiera del operador de telecomunicación y, por lo tanto, considera los costes históricos <sup>1</sup> de la red. Asigna los costes totales a los servicios y tiene un alto grado de arbitrariedad.
- *Activity Based Costs* (ABC). Es una modificación del FAC que toma en cuenta las actividades de la empresa, y por lo tanto reduce su arbitrariedad.
- *Current Cost Accounting* CCA. Estima el coste de reemplazar la infraestructura de red existente por la tecnología actual con los precios de mercado, considerando costes corrientes en vez de históricos. Su desventaja es que no establece directivas para el proceso de asignación de los costes.
- *Short-Long Run Marginal Accounting* (SRMA y LRMA): Considera el coste de proveer la siguiente *unidad* del servicio. Aplicable principalmente a los servicios que dependen de la capacidad de la red. El modelo *Short Run*, o corto plazo, no considera variaciones en la inversión, por lo que se debe aplicar a servicios que varían en cortos plazos temporales (días, meses). El modelo *Long Run* si considera variaciones de la inversión en elementos de red.
- *Long Run Incremental Cost* (LRIC). El modelo de costes incrementales a largo plazo no se dirige a la siguiente unidad del servicio como el LRMA sino que considera los incrementos del servicio con el fin de amortiguar picos de coste por la adquisición de nuevos equipos y aprovechar las economías de escala. Tiene dos vertientes, Total Element LRIC (TELRIC), basado en los elementos de red y que fue desarrollado por la FCC de Estados Unidos, y el Total Service LRIC que considera cada servicio en su conjunto como el factor de incremento.

Esta última metodología, LRIC, ha sido recomendada por la Comisión Europea para determinar los costes de los operadores dominantes, obligados a orientar a costes sus precios de interconexión [7]. Sin embargo dentro de estas metodologías se aprecian dos perspectivas distintas, que se orientan a

<sup>1</sup>En el estándar de costes históricos se imputa a cada elemento de red el coste en el momento de su adquisición por lo que se realiza una valoración a la alza de los mismos en el momento actual. Los costes corrientes, por el contrario, estudian la evolución del activo a lo largo del tiempo, [6].

asegurar que los precios o tarifas se encuentran orientados a los costes.

- *Top-Down*. Se parte de la información financiera contable de la empresa. En primer lugar se contabiliza el conjunto de la red y en segundo lugar se asignan los costes a los correspondientes elementos de red. Esta metodología se muestra en la figura 2

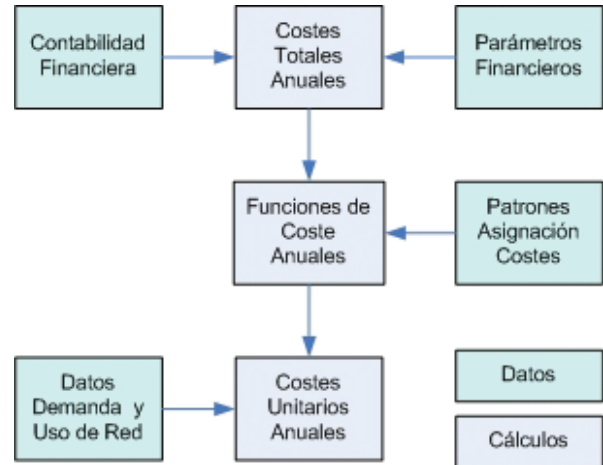


Fig. 2. Modelo de cálculo Top-Down.

- *Bottom-Up*. Se basa en la demanda de tráfico, en el diseño de red y en los costes unitarios. Partiendo de un diseño de red, se realiza la asignación de coste a cada elemento individual. La figura 3 muestra un esquema de aplicación de este método

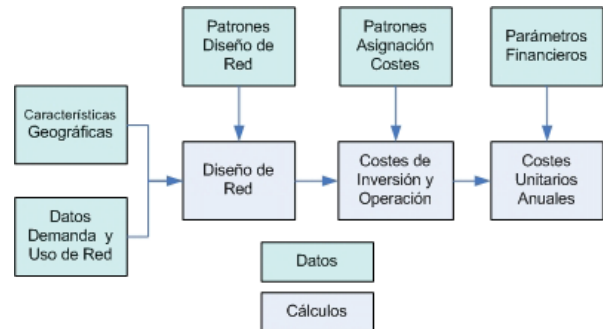


Fig. 3. Modelo de cálculo Bottom-Up.

La información financiera contable se basa en los costes históricos, por lo que las aproximaciones Top-Down no reflejan completamente la situación actual, con lo que apenas se puede establecer una referencia objetiva para estudiar los precios y tarifas de los servicios de telecomunicación <sup>2</sup>. La mejor alternativa es por lo tanto utilizar la aproximación *Bottom Up*.

<sup>2</sup>Por la misma razón los métodos ABC y FAC tampoco sirven para establecer una referencia básica

### III. MODELO LRIC BOTTOM UP Y EL DISEÑO DE REDES DE TELECOMUNICACIÓN

Una de las principales actividades reguladoras donde se aplica el modelo LRIC es el cálculo de las tarifas de los servicios de interconexión. Los nuevos operadores de redes de telecomunicación se encuentran sometidos a la importante barrera de entrada que supone el despliegue de la red. En este sentido deben tomar la decisión *Build or Buy*, es decir, si despliegan la red por completo o si compran o alquilan capacidad al operador dominante<sup>3</sup>. El *alquiler* es, de una forma genérica, el precio de interconexión.

El precio  $p$  que debe pagar el operador entrante por la utilización de cada elemento de red del operador establecido, se encuentra entre el coste unitario del elemento de red por el uso del operador dominante,  $C(E_B)$ , y el coste incremental por el uso adicional,  $IC(E)$ .

$$IC(E) \leq p \leq C(E_B) \quad (1)$$

Donde el coste  $IC(E)$  se calcula como el coste del elemento de red por el uso de la demanda conjunta de los dos operadores, entrante  $A$  y establecido  $B$ , menos el coste propio del elemento de red por el uso de la demanda del operador establecido.

$$IC(E) = C(E_A + E_B) - C(E_B) \quad (2)$$

El cálculo de la tarifa de interconexión debe considerar el uso de todos los elementos de la red del operador establecido que usa el servicio sobre el que se realiza la interconexión. La confrontación surge debido a que el operador dominante pretende, en la mayoría de los casos, utilizar costes históricos para el cálculo del precio de interconexión, lo que resulta en la práctica una desviación de las normas de la competencia.

Desde esta perspectiva, el LRIC son los costes en los que incurriría un nuevo operador hipotético si proporcionase los mismos servicios sobre la misma extensión geográfica y con la misma penetración que el operador establecido sobre el que se realiza el estudio. Esto implica por una parte que este nuevo operador hipotético debe utilizar la mejor tecnología posible y realizar el diseño óptimo de la red, y por otra parte debe realizar una previsión de la demanda futura, tanto para los servicios que ya se proporcionan como para nuevos servicios<sup>4</sup>.

Como se puede observar en la figura 3 el diseño de red requiere el estudio del área geográfica, datos sobre la utilización de la red y sobre la demanda, y considerar una larga serie de reglas específicas de diseño, que dependen claramente del tipo de red de telecomunicaciones (RPT/RDSI/IP/GSM/UMTS). Es en este punto donde la interrelación entre los modelos económicos y las telecomunicaciones se muestra de manera más clara y rotunda.

<sup>3</sup>En general son decisiones mixtas dependiendo de la zona geográfica

<sup>4</sup>Los modelos LRIC que aplican esta última consideración se suelen denominar *Forward Looking LRIC*, o en su forma abreviada FL-LRIC

El Grupo de Ingeniería Telemática de la Universidad de Cantabria, GIT, se encuentra colaborando desde 1996 con el Instituto Científico para los Servicios de Comunicación WIK en el desarrollo de modelos FL-LRIC. El trabajo del GIT se encuentra principalmente orientado al desarrollo de métodos, modelos y algoritmos orientados al diseño estratégico de redes de telecomunicación, que se traducen en la creación de herramientas software para la planificación de redes en entornos nacionales. A continuación se realiza una breve descripción de algunos de los trabajos desarrollados.

- *Estudio de costes de terminación de llamada en redes telefónicas, PSTN*. En este trabajo el G.I.T desarrolló la herramienta TAROCA-CS *Traffic and Routing Cost Analysis - Circuit Switched*. Esta herramienta trabaja principalmente en la capa lógica de la red, estableciendo la matriz de tráfico y el enrutamiento de la demanda de conmutación de circuitos de una red nacional. En la figura 4 se muestra una configuración de red para el caso de España. Fruto de este trabajo es el documento *Analytical Cost Model for the National Core Network* realizado para el Regulador Alemán RegTP, [8].

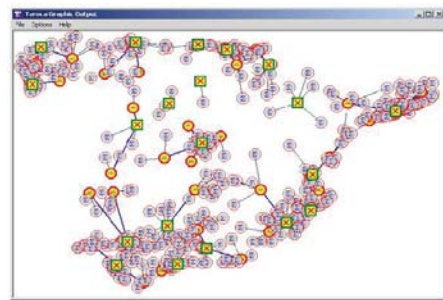


Fig. 4. Ejemplo de Cálculo de una red nacional con TAROCA.

- *Estudio de costes de circuitos alquilados*. Este trabajo desarrolla el estudio de las tarifas de alquiler de líneas en redes PSTN con objeto de apoyar las decisiones de *Build or Buy* de los operadores. Enfocado a este trabajo se desarrolló la herramienta TOGOCA.
- *Estudio de los costes de interconexión en redes de conmutación de circuitos*. Como corolario y fruto de los anteriores estudios se desarrolló el proyecto INEDAC, [9], [10] que englobaba las herramientas anteriores conjuntamente con un programa informático adicional, denominado *SHELL*. En la figura 5 se muestra el esquema conjunto del proyecto. Estas herramientas han sido utilizadas en la realización de estudios para diversas autoridades reguladoras nacionales, entre las que destacan las de los siguientes países: Alemania, Grecia, Austria, Suiza, Croacia y Grecia.
- *Economics on IP Networks*. Este estudio, realizado para la Comisión Europea, se ha apoyado en la herramienta TAROCA-IP, que consiste en la evolución natural de la herramienta TAROCA-CS para conmutación de circuitos. Este estudio está publicado por la Comisión en [11]

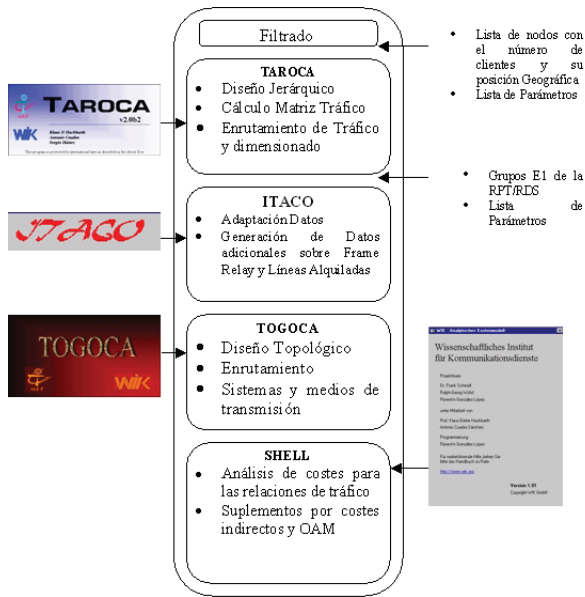


Fig. 5. Estructura del proyecto INEDAC para costes de interconexión.

- *Estudios de regulación en redes móviles GSM & UMTS.* La regulación de las comunicaciones móviles es un tema de gran actualidad. El WIK junto con el GIT ha presentado ofertas en algunos países para realizar estudios de regulación basadas en modelos FL-LRIC. Estos estudios estarían basados en las herramientas GSM-CONNECT y DIDERO 3G, [12], de las que se muestra un ejemplo en la figura 6



Fig. 6. Pantallas de las herramientas DIDERO y GSM CONNECT.

#### IV. CONCLUSIONES

Este artículo expone de manera clara algunos de los problemas de mayor actualidad en el campo de la regulación del mercado de las telecomunicaciones, como son las tarifas de los servicios o los precios de interconexión. Las disputas que surgen entre los operadores y las autoridades reguladoras deben ser resueltas mediante los correspondientes estudios tecneco-nómicos basados en los modelos de costes aplicados a las telecomunicaciones. El artículo también hace un resumen de

estos modelos, centrándose principalmente en el modelo FL-LRIC bottom up. Se ha expuesto claramente como este modelo se basa en el diseño de red para establecer la asignación de costes, y como, para obtener el diseño de red, se deben utilizar herramientas de planificación como las mencionadas en el artículo. Finalmente se ha demostrado la amplia difusión e utilización de las herramientas en proyectos de regulación.

Como conclusión de este artículo se debe resaltar que estos estudios y proyectos de regulación conducen, en la práctica, al mantenimiento de las normas de la competencia en el mercado de las telecomunicaciones. Considerando que el incremento de la competencia supone siempre el desarrollo e innovación de nuevos elementos de red y de productos y servicios más eficientes para conseguir obtener mayor beneficio, se concluye que el trabajo en estos proyectos no sólo es crítico para el mantenimiento del mercado sino también fundamental para el progreso de las telecomunicaciones.

#### V. AGRADECIMIENTOS

Los trabajos expuestos en este artículo han sido desarrollados en colaboración con el Instituto Científico para los Servicios de Comunicaciones, WIK. En el campo de las redes IP y de las redes móviles, los últimos desarrollos se realizan dentro de la Red de Excelencia Euro-NGI del VI Programa Marco de la Unión Europea, IST-50/7613.



#### REFERENCES

- [1] K. Ward, *Network life cycles*, Proceedings of the centennial scientific days of PKI. Budapest, 1991.
- [2] *Amena, operador dominante en el mercado de la interconexión, según la CMT*. Redestelecom.com, 12 de Septiembre de 2003.
- [3] Comisión Europea, *Directivas 90/388/CEE y 96/2/CE*, [www.europa.eu.int](http://www.europa.eu.int)
- [4] C. Courcoubetis, R. Weber, *Pricing Communication Networks : Economics, Technology and Modelling*, Wiley & Sons, Marzo 2003.
- [5] M. Taschdjian, *Pricing and Tariffing of Telecommunication services in Indonesia: Principles and Practice*, Agenica para el desarrollo internacional, [www.pegasus.or.id/Reports](http://www.pegasus.or.id/Reports)
- [6] G. Paramés, G. Carrión, M. Ramirez, *Análisis de Costes de Red*, Revista de Telefónica I+D, Num 22, pp.105-122, Sept. 2001.
- [7] Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, *Informe Anual 2000*, Cap IV, pp. 348-360 [www.cmt.es](http://www.cmt.es)
- [8] Schmidt and K. Hackbarth, *An analitical cost model for the National Core Network*, Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, 1999.
- [9] K. Hackbarth, J.A. Portilla, A. E. García, R. Wöhr, F. González, *INEDAC project: A tool to calculate interconnection tariff based on a bottom-up method*, Proceedings of 1<sup>ST</sup> IEEE European Conference on Universal Multiservice Networks, Colmar, Francia, Octubre 2000.
- [10] K. Hackbarth, L. Rodríguez de Lope, F. González and G. Kulenkampf, *Cost and Network models and their application in telecommunication regulatory issues*, Proceedings of ITS -2002, Madrid, Septiembre 2002.
- [11] D. Elixman, et all, *The Economics of IP Networks, Market, Technical and Public Policy Issues Relating to Internet Traffic Exchange*, Estudio para la Comisión Europea, BAD-HONNEF, Mayo 2002,
- [12] K. Hackbarth, J.A. Portilla, *DIDERO 3G A Strategic Network Planning Tool for 3G Mobile Networks*, International Journal of Information Technology and Decision Making (IJITDM), Diciembre 2003.