

# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

# D.156

## Enmienda 2

(09/2012)

SERIE D: PRINCIPIOS GENERALES DE TARIFICACIÓN

Principios generales de tarificación – Tasación y  
contabilidad en el servicio telefónico internacional

---

Externalidades de red

**Enmienda 2: Nuevo Anexo B – Determinación  
de la prima de externalidades de red**

Recomendación UIT-T D.156 (2008) – Enmienda 2

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE D  
**PRINCIPIOS GENERALES DE TARIFICACIÓN**

TÉRMINOS Y DEFINICIONES	D.0
PRINCIPIOS GENERALES DE TARIFICACIÓN	
Arriendo de medios de telecomunicaciones de uso privado	D.1–D.9
Principios de tarificación aplicables a los servicios de comunicación de datos por redes públicas de datos especializadas	D.10–D.39
Tasación y contabilidad en el servicio público internacional de telegramas	D.40–D.44
Tasación y contabilidad en el servicio internacional de telemensajes	D.45–D.49
Principios aplicables a la infraestructura GII-Internet	D.50–D.59
Tasación y contabilidad en el servicio télex internacional	D.60–D.69
Tasación y contabilidad en el servicio internacional de facsímil	D.70–D.75
Tasación y contabilidad en el servicio videotex internacional	D.76–D.79
Tasación y contabilidad en el servicio internacional de telefotografía	D.80–D.89
Tasación y contabilidad en los servicios móviles	D.90–D.99
<b>Tasación y contabilidad en el servicio telefónico internacional</b>	<b>D.100–D.159</b>
Establecimiento e intercambio de las cuentas telefónicas y télex internacionales	D.160–D.179
Transmisiones internacionales radiofónicas y de televisión	D.180–D.184
Tasación y contabilidad en los servicios internacionales por satélite	D.185–D.189
Transmisión de información sobre cuentas mensuales internacionales de telecomunicaciones	D.190–D.191
Telecomunicaciones privilegiadas y de servicio	D.192–D.195
Liquidación de los saldos de las cuentas internacionales de telecomunicaciones	D.196–D.209
Tarificación y contabilidad en los servicios internacionales de telecomunicaciones por la RDSI	D.210–D.269
Tarificación y contabilidad en las redes de la próxima generación	D.270–D.279
Tarificación y contabilidad en las telecomunicaciones personales universales	D.280–D.284
Tarificación y contabilidad en los servicios soportados por la red inteligente	D.285–D.299
RECOMENDACIONES APLICABLES EN EL PLANO REGIONAL	
Recomendaciones aplicables en Europa y en la Cuenca Mediterránea	D.300–D.399
Recomendaciones aplicables en América Latina	D.400–D.499
Recomendaciones aplicables en Asia y Oceanía	D.500–D.599
Recomendaciones aplicables en la Región África	D.600–D.699

*Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.*

# Recomendación UIT-T D.156

## Externalidades de red

### Enmienda 2

#### Nuevo Anexo B – Determinación de la prima de externalidades de red

#### Resumen

En este anexo se presenta un método para calcular la prima de externalidades de red.

#### Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio
1.0	ITU-T D.156	2008-10-30	3
1.1	ITU-T D.156 (2008) Amd. 1	2010-05-21	3
1.2	ITU-T D.156 (2008) Amd. 2	2012-09-07	3

## PREFACIO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación. El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

## NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2012

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
B.1 Introducción.....	1
B.2 Metodología.....	1
B.3 Resultados.....	3
B.4 Conclusión.....	4



## Recomendación UIT-T D.156

### Externalidades de red

#### Enmienda 2

#### Nuevo Anexo B – Determinación de la prima de externalidades de red

(El presente anexo forma parte integrante de esta Recomendación)

##### B.1 Introducción

La necesidad de tener en cuenta las externalidades de red en el desarrollo de las telecomunicaciones ha sido objeto de debate por el Grupo de Estudio 3 y los grupos regionales de tarificación durante varios años. Estos debates dieron como resultado la adopción en 2008 de un anexo a la Recomendación UIT-T D.156 con el propósito de garantizar que los países desarrollados pagaban las primas de externalidades de red a los países en desarrollo para permitir el rápido desarrollo de las redes de telecomunicaciones de estos países. El objetivo principal de estas primas de externalidades es reducir la brecha digital y garantizar el acceso de todos, según lo estipulado por la Resolución 22 de la Conferencia de Plenipotenciarios (Rev. Antalya, 2006). La adopción de la Recomendación UIT-T D.156 en la AMNT estaba supeditada a la creación de dos nuevos anexos para facilitar la aplicación de la misma. El primero de ellos, relativo a las medidas prudenciales, fue adoptado en 2010 en la reunión de la Comisión de Estudio 3 en Seúl, República de Corea; el segundo, en relación con el cálculo de la prima, sobre el que se acaban de completar los trabajos, es el objeto de la presente contribución.

La presente enmienda se centra en dos puntos principales: la metodología y el análisis de los resultados.

##### B.2 Metodología

En esta Recomendación se consideran dos pasos. En primer lugar, es necesario demostrar la existencia de efectos de red mediante la modelización VAR y, luego, evaluar la prima de externalidades asociada.

##### B.2.1 Modelo VAR

El modelo se crea en dos etapas: pruebas de raíz unitaria y pruebas de Granger.

##### a) Examen de la relación entre los valores

El modelo teórico VAR (p) que se utiliza para esta operación se expresa según la siguiente forma matricial:

$$Y_t = A_0 + \sum_{i=1}^p A_i Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

siendo  $Y_t = \begin{pmatrix} Inv_t \\ Traft_t \\ Abot_t \end{pmatrix}$  el vector de las variables del análisis,  $A_i = \begin{pmatrix} a_{1i}^1 & a_{1i}^2 & a_{1i}^3 \\ a_{2i}^1 & a_{2i}^2 & a_{2i}^3 \\ a_{3i}^1 & a_{3i}^2 & a_{3i}^3 \end{pmatrix}$  la matriz de

coeficientes,  $A_0 = \begin{pmatrix} a_1^0 \\ a_2^0 \\ a_3^0 \end{pmatrix}$  el vector constancia del modelo y  $\varepsilon_t = \begin{pmatrix} \varepsilon_t^1 \\ \varepsilon_t^2 \\ \varepsilon_t^3 \end{pmatrix} \sim BB(0, \Sigma)$  el ruido blanco.

En el vector  $Y$ , es posible que se requiera transformar series en la presencia de raíces unitarias. A continuación, se define la metodología de pruebas de raíz unitaria.

### b) Prueba de raíz unitaria

Una característica fundamental de la estructura del mercado de telecomunicaciones en los países en desarrollo es la entrada en el mercado de nuevos operadores. Esta característica introduce una ruptura estructural en las series económicas utilizadas para caracterizar el sector, en particular, en la inversión, el tráfico y el número de abonados. Esta situación queda confirmada al representar gráficamente las series (figura B.1). En el caso de rupturas estructurales, las pruebas de raíz unitaria convencionales resultan inadecuadas (Dickey-Fuller (ADF) aumentada) (Perron, 1989). Por ese motivo, hemos aplicado la prueba Zivot-Andrews (1992), que presenta la ventaja de incorporar un punto de ruptura endógeno (desplazamiento estructural) y de verificar la existencia de una raíz unitaria en la serie. Al igual que la prueba ADF, esta prueba consta de tres modelos en función de si los datos responden a una ruptura en la constancia, en la tendencia o en ambas (constancia y tendencia). Hemos preferido este último modelo, es decir, nos hemos basado en la hipótesis de que las series pueden experimentar un desplazamiento en la tendencia y en la constancia. Así, el modelo básico obedece a la siguiente expresión:

$$y_t = \mu + \beta t + \delta y_{t-1} + \theta I_{t>TB} + \gamma(t - TB)I_{t>TB} + \sum_{i=1}^k \eta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t$$

siendo  $TB$  la fecha de ruptura ( $1 < TB < T$ ) e  $I$  es la función indicatriz.

La hipótesis nula para esta prueba es  $H_0: \delta = 1$ . Cuando el valor estadístico calculado  $t$  es menor que el umbral tabulado, la hipótesis nula se rechaza.

### B.2.2 Construcción de la regla

Examinemos las relaciones conocidas entre la inversión de los países del Sur y la inversión en los países de la OCDE. Utilizando los datos para estos países, supondremos una evolución lineal (tasa de crecimiento constante para el coeficiente). De esta manera, el horizonte de igualdad puede determinarse a partir de la ecuación:

$$T = \frac{\ln\left(\frac{r_T}{r_0}\right)}{\ln(1 + \alpha)}$$

siendo  $\alpha$  la tasa de crecimiento que se supone constante,  $r_T$  la relación de inversión entre los países del Sur y los de la OCDE. Esta expresión nos permite determinar, para plazos de tiempo determinados, la tasa de crecimiento de la relación  $r$ .

Finalmente, si la relación es igual a 1, la tasa de crecimiento se obtiene de la siguiente manera:

$$\alpha = \exp\left(\frac{\ln\left(\frac{1}{r_0}\right)}{T}\right) - 1$$

Una vez obtenidas las diferentes relaciones, se comparan con las relaciones reales y, a continuación, se estima la inversión adicional necesaria para eliminar la diferencia. Sea  $r^*$  la relación deseada y  $r_p$  la prevista (previsión). La inversión adicional se determina mediante la ecuación:

$$I_t^* = I_{ocde} \times r^* - I_{sud}$$

La prima se estima, por tanto, como la proporción entre la inversión adicional y el tráfico previsto; el supuesto implícito es que la inversión adicional sólo puede financiarse aumentando los precios.

$$\Delta P = \frac{I_t^*}{\text{Trafic}_t}$$

### B.3 Resultados

Los resultados se presentan en dos apartados: por un lado, se demuestra la existencia de efectos de red y, por otro, se intenta determinar la prima.

#### B.3.1 Existencia de efectos de red

Los resultados de la prueba de raíz unitaria, que se presentan en el cuadro B.1, muestran que las series de inversión y de tráfico registraron una ruptura estructural en enero de 2007 (figura B.2). En el umbral del 1% no puede aceptarse la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria. Sin embargo, para el número de abonados a la red, se admite la existencia de una raíz unitaria en los umbrales del 1%, 5% y el 10% (no puede rechazarse la hipótesis nula).

**Cuadro B.1 – Prueba de raíz unitaria**

	Inversión		Tráfico		Abonados	
	Tendencia	Sin tendencia	Tendencia	Sin tendencia	Tendencia	Sin tendencia
<b>ADF (sin punto de ruptura)</b>						
Nivel	-2,171	1,787	-3,523	2,808	-2,300	9,334
Primera dif.	-8,858	-12,200	-11,155	-12,417	-8,107	-7,161
<b>Zivot-Andrews</b>						
	t-min	Fecha (ruptura)	t-min	Fecha (ruptura)	t-min	Fecha (ruptura)
	-8,397*	Enero 07	-6,809*	Enero 07	-3,387	Enero 06

\* Nivel significativo 1%.

En el análisis final, las series de la inversión y el tráfico son estacionarias, teniendo en cuenta sus rupturas estructurales, y la serie de abonados (número de abonados) es integrada de orden 1 (prueba de primera diferencia ADF).

Por lo que para determinar el vector Y del modelo VAR se han tenido que efectuar las transformaciones apropiadas. El vector Y, por lo tanto, no está compuesto por las variables iniciales, sino por las variables transformadas.

Antes de proceder a la estimación del modelo VAR, primero debemos encontrar el orden de rezagos óptimos (p) en el modelo postulado. Esto se hace sobre la base de los criterios de información (AIC, SC, HQ), la relación de probabilidad (LR) y el error de predicción (FPE). De acuerdo con los resultados (cuadro B.4), podemos estimar el modelo considerando  $p = 15$ . Los resultados de la prueba de Granger (cuadro B.5) y las primeras estimaciones del modelo muestran que podemos considerar la variable "tasa de crecimiento de abonados" como una variable exógena, lo que reduce nuestro modelo a dos variables endógenas.

Las estimaciones del modelo VAR muestran que un aumento de la inversión tiene un efecto positivo sobre el tráfico (con un rezago mínimo de dos meses). Ahora bien, cuando el tráfico en la red aumenta se tiende a reducir el volumen de inversión (crecimiento negativo de las inversiones en los primeros 14 meses). En el mes decimocuarto, se produce una reacción positiva de inversión como consecuencia del tráfico generado al principio (14 meses antes). La tasa de crecimiento sostenida y positiva del número de abonados tiene el efecto de reducir el volumen de tráfico y la inversión. De hecho, el crecimiento de abonados en la red debería provocar un aumento en el número de llamadas. Sin embargo, como las dimensiones de la red son limitadas, no todas las

llamadas pueden alcanzar su destino. Esto significa que la reducción derivada del crecimiento de los abonados es, de hecho, una pérdida del tráfico que podría haberse obtenido si la red hubiera sido lo suficientemente grande como para absorber todo el tráfico.

En el análisis de perturbaciones se observa que una perturbación unitaria en el tráfico tiene el efecto de reducir la inversión durante los primeros dos meses posteriores al mismo, pero incrementa la inversión total. El efecto de la perturbación remite alrededor de 11 meses después.

En el caso de una perturbación en la inversión, el tráfico experimenta una reactivación sólo con un mes de rezago. El efecto de la perturbación remite seis meses después de esta. Sin embargo, el efecto no desaparece del todo, ya que sigue siendo positivo a partir del 13<sup>o</sup> mes.

### B.3.2 Determinación de la prima de externalidades

Las tasas de crecimiento se calculan para periodos de cinco a 15 años (cuadro B.2).

**Cuadro B.2 – Tasa de crecimiento por periodo de tiempo**

Periodo de tiempo	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tasa de crecimiento	1,5590	1,1881	0,9565	0,7991	0,6854	0,5997	0,5328	0,4792	0,4353	0,3987	0,3678

Dado que se conocen las tasas de crecimiento de la relación, se debe proceder a realizar previsiones de inversión de estos dos grupos de países para periodos de tiempo de 7 a 15 años. Un periodo de tiempo de cinco o seis años no es realista, ya que requeriría tasas de crecimiento anuales de 118 a 156%.

Se puede, por tanto, determinar la inversión prevista adicional (de apoyo) necesaria para alcanzar la tasa de crecimiento deseada.

En el resumen (cuadro B.3) de los cálculos se observa que el aumento de las tarifas depende del periodo de tiempo. El incremento de precios disminuye desde el 16,85% (a siete años) hasta el 4,9% (15 años). También se muestran las repercusiones sobre los precios.

**Cuadro B.3 – Posibles precios en función del periodo de tiempo**

Periodo de tiempo (años)	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tasa (%)	16,85	13,66	11,35	9,61	8,25	7,16	6,27	5,53	4,90
Precio promedio inicial (€)	0,1446	0,1446	0,1446	0,1446	0,1446	0,1446	0,1446	0,1446	0,1446
Nuevo precio medio (€)	0,1690	0,1644	0,1610	0,1585	0,1565	0,1550	0,1537	0,1526	0,1517

### B.4 Conclusión

En este trabajo hemos estimado la prima en las tarifas que permite tener en cuenta las externalidades de red para desarrollar infraestructuras de telecomunicaciones en los países en desarrollo. Para ello hemos desarrollado un método basado en la teoría económica y en los instrumentos estadísticos y econométricos.

En el análisis se muestra que la prima de externalidades de red podría aumentar alrededor del 5%, lo que permitiría lograr el equilibrio en cuanto a desarrollo de infraestructuras en un periodo de tiempo de 15 años. Para un periodo de tiempo más corto (siete años), las tarifas del tráfico internacional de entrada de los países desarrollados tendrían que aumentar un 16,85% con el fin de alcanzar la madurez de la red al final de dicho periodo.

**Cuadro B.4 – Selección de p**

Rezago	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	179,7652	–	4,50e-07	–6,100553	–5,662590*	–5,931189
1	191,1988	19,95687	4,14e-07	–6,189049	–5,422612	–5,892661
2	196,0177	7,885434	4,85e-07	–6,037008	–4,942099	–5,613598
3	206,7972	16,46321	4,62e-07	–6,101716	–4,678334	–5,551283
4	215,1918	11,90515	4,84e-07	–6,079704	–4,327849	–5,402247
5	218,0988	3,805509	6,27e-07	–5,858139	–3,777812	–5,053660
6	221,7929	4,432884	8,01e-07	–5,665197	–3,256397	–4,733694
7	225,0618	3,566016	1,06e-06	–5,456791	–2,719519	–4,398266
8	234,4310	9,198867	1,16e-06	–5,470217	–2,404472	–4,284669
9	242,7634	7,271919	1,35e-06	–5,445941	–2,051723	–4,133369
10	251,3796	6,579693	1,64e-06	–5,431987	–1,709296	–3,992392
11	266,9492	10,19099	1,63e-06	–5,670881	–1,619717	–4,104263
12	276,8385	5,394141	2,17e-06	–5,703217	–1,323581	–4,009577
13	326,2651	21,56796*	7,69e-07	–7,173275	–2,465166	–5,352611
14	371,0779	14,66604	3,91e-07*	–8,475562	–3,438980	–6,527875
15	398,7258	6,032271	5,28e-07	–9,153667*	–3,788613	–7,078957*

\* Indica el orden de rezago seleccionado por el criterio.

LR: Estadística de prueba LR modificada secuencial (cada prueba al nivel de 5%)

FPE: Error de predicción final

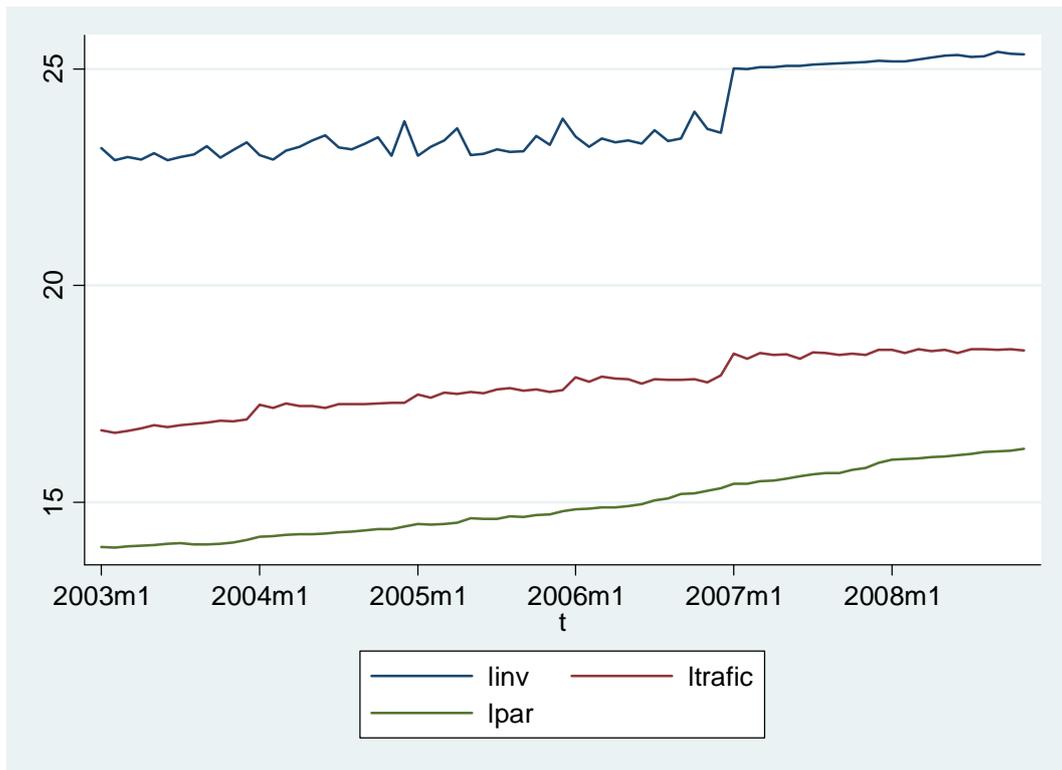
AIC: Criterio de información Akaike

SC: Criterio de información Schwarz

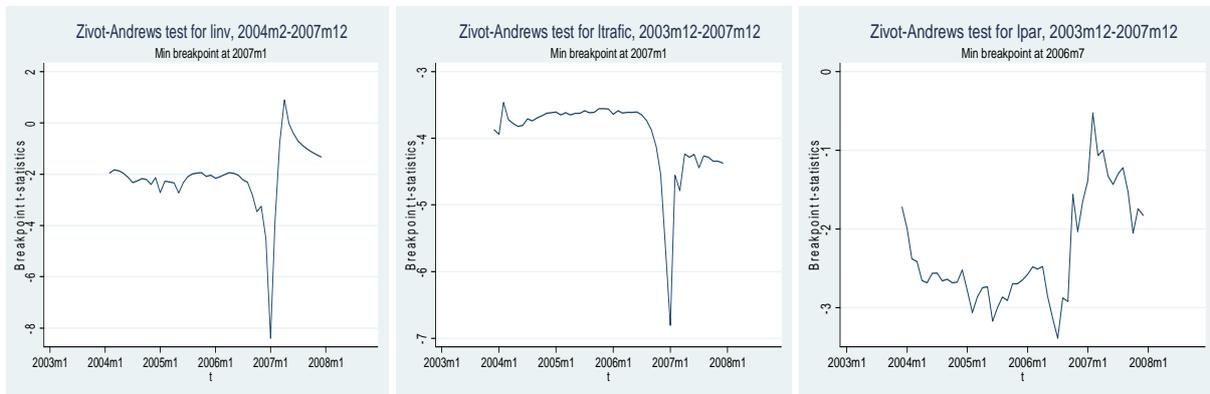
HQ: Criterio de información Hannan-Quinn

**Cuadro B.5 – Prueba de exogeneidad**

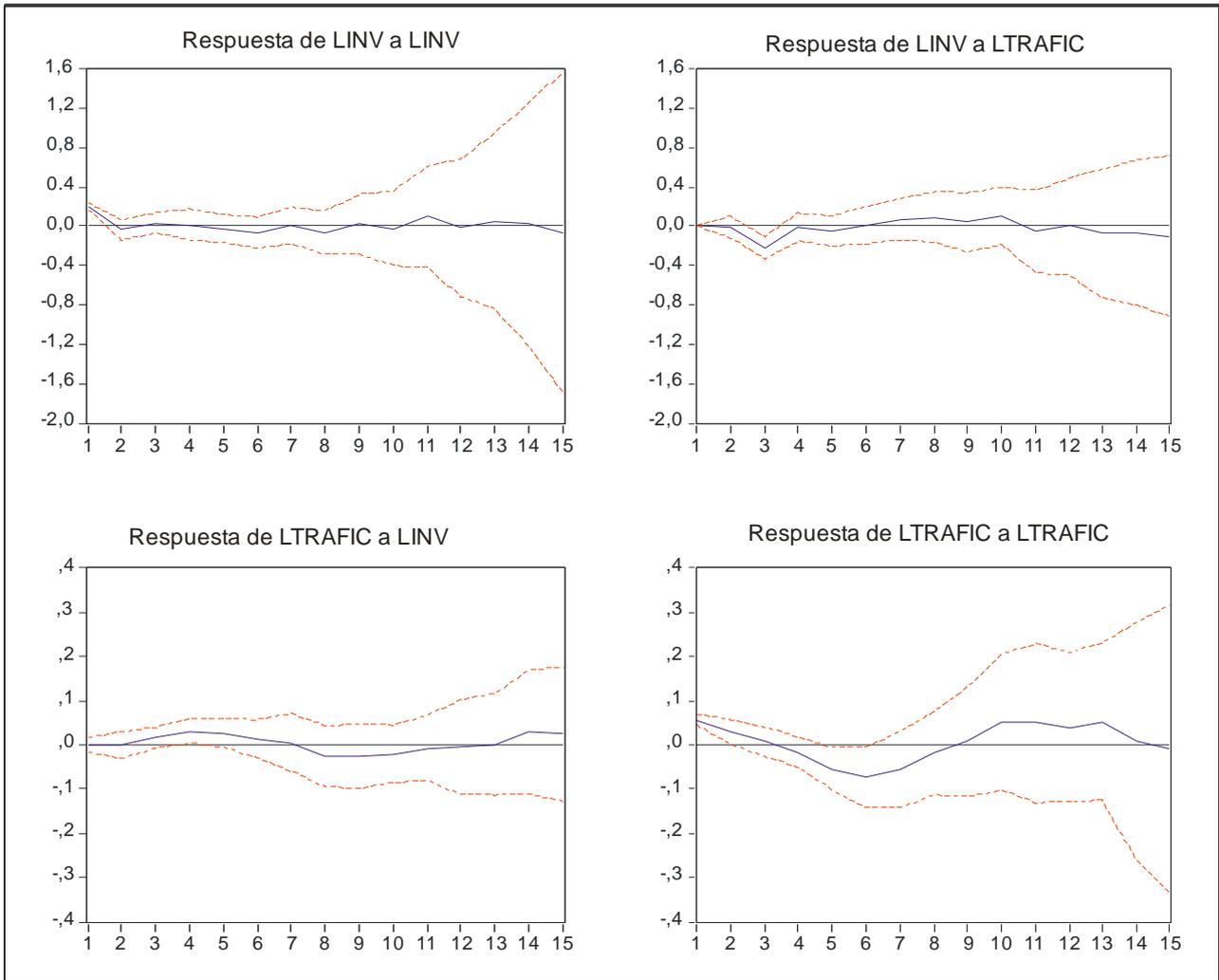
Variable dependiente: LINV				Variable dependiente: LTRAFIC				Variable dependiente: DAB			
Excluido	Chi-sq.	df	Prob.	Excluido	Chi-sq.	df	Prob.	Excluido	Chi-sq.	df	Prob.
LTRAFIC	35,73	15	0,002	LINV	29,30	15	0,015	LINV	15,34	15	0,427
DAB	27,92	15	0,022	DAB	18,33	15	0,246	LTRAFIC	23,98	15	0,065
Todo	75,51	30	0,000	Todo	50,57	30	0,011	Todo	45,73	30	0,033



**Figura B.1 – Serie temporal de valores analizados**



**Figura B.2 – Prueba de Zivot-Andrews**



**Figura B.3 – Análisis de perturbaciones**





## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
<b>Serie D</b>	<b>Principios generales de tarificación</b>
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Terminales y métodos de evaluación subjetivos y objetivos
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación