

RECOMENDACIÓN UIT-R F.1330-2*

Límites de calidad de funcionamiento para la puesta en servicio de las partes de trayectos y secciones internacionales de transmisión de jerarquía digital plesiócrona y síncrona implementados por sistemas inalámbricos fijos digitales

(Cuestión UIT-R 161/9)

(1997-1999-2006)

Cometido

La presente Recomendación contiene los límites de calidad de funcionamiento para la puesta en servicio (BIS) de los trayectos y las secciones internacionales de transmisión de jerarquía digital plesiócrona (PDH) y síncrona implementados por sistemas inalámbricos fijos (FWS). Si bien este criterio se adapta al criterio del UIT-T respecto de la BIS, también se incorporan ciertos aspectos específicos a los medios FWS. En el Anexo se describe con detalle la aplicación de los límites de calidad de funcionamiento para la BIS.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que se están diseñando sistemas inalámbricos fijos (FWS) digitales para su utilización en trayectos digitales a velocidad binaria constante o superior a la velocidad primaria en la parte internacional de un trayecto ficticio de referencia de 27 500 km;
- b) que es necesario especificar los límites de calidad de funcionamiento de la BIS en el caso de los sistemas inalámbricos fijos digitales;
- c) que los límites y procedimientos de calidad de funcionamiento aplicables a las actividades de mantenimiento de los sistemas inalámbricos fijos digitales se han definido en la Recomendación UIT-R F.1668;
- d) que el UIT-T ha preparado límites de calidad de funcionamiento de la BIS y el mantenimiento de los trayectos y conexiones de transmisión de jerarquía digital plesiócrona (PDH, *plesiochronous digital hierarchy*) internacionales de operadores múltiples consignados en la Recomendación UIT-T M.2100, así como de los trayectos de jerarquía digital síncrona (SDH, *synchronous digital hierarchy* (JDS en los textos del BR)) internacionales y las secciones de multiplexión SDH internacionales de operadores múltiples que figuran en la Recomendación UIT-T M.2101, basados en las Recomendaciones UIT-T G.826 y G.728 respectivamente;
- e) que en la Recomendación UIT-T M.2110 se estipulan procedimientos para la BIS de secciones, trayectos y sistemas de transmisión digitales internacionales de operadores múltiples sin y con supervisión en funcionamiento (ISM, *in-service monitoring*);

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de las Comisiones de Estudio 3 y 4 de Radiocomunicaciones, así como a la de las Comisiones de Estudio 4 y 13 de Normalización de las Telecomunicaciones.

- f) que el UIT-R aprobó la Recomendación UIT-R F.1668, relativa a los objetivos de característica de error para enlaces inalámbricos fijos digitales reales utilizados en conexiones y trayectos ficticios de referencia de 27 500 km;
- g) que las condiciones de propagación pueden afectar adversamente los procedimientos de BIS de los sistemas inalámbricos fijos digitales;
- h) que la influencia de las condiciones de propagación en los procedimientos de la BIS de los sistemas inalámbricos fijos digitales se encuentra actualmente en estudio en la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones;
- j) que deben definirse los límites y procedimientos de calidad de funcionamiento para la BIS de trayectos y secciones PDH y SDH a velocidad binaria constante, basados en sistemas inalámbricos fijos digitales;
- k) que en los objetivos de calidad de funcionamiento de la BIS (BISPO, *bringing into service performance objectives*) debe tomarse en consideración un margen adecuado para reducir a un mínimo las ulteriores intervenciones de mantenimiento;
- l) que habría que tener en cuenta debidamente las condiciones de propagación al emprender mediciones de la BIS;

observando

que a los efectos de asignar objetivos de calidad de funcionamiento para la porción internacional de un trayecto a velocidad binaria constante o superior a la velocidad primaria, utilizando sistemas inalámbricos fijos digitales, se divida un trayecto digital internacional en partes geográficas, porciones que se han denominado elementos núcleo de trayecto (PCE, *path core elements*). Por los motivos que se presentan a continuación, se utilizarían dos tipos de PCE internacionales:

- un elemento núcleo de trayecto internacional (IPCE, *international path core element*) entre una central de cabecera internacional y una estación fronteriza de un país de terminación, o entre estaciones fronterizas de un país de tránsito (véase la Nota 1);
- un elemento núcleo de trayecto entre países (ICPCE, *inter-country path core element*) entre las estaciones fronterizas adyacentes de los dos países de que se trate. El ICPCE corresponde al trayecto digital de orden superior transportado en un sistema de transmisiones digitales que enlaza a esos dos países,

recomienda

1 que los límites de BIS se basen en los objetivos de calidad de funcionamiento de referencia (RPO, *reference performance objectives*) de extremo a extremo indicados en los Cuadros 1a y 1b, así como en las asignaciones que pueden verse en el Cuadro 2.

CUADRO 1a (Véase la Nota 2)

RPO

PDH	Velocidad primaria (Nota 4)	Velocidad secundaria	Velocidad terciaria	Velocidad cuaternaria	
SDH (Mbit/s)	1,5 a 5	> 5 a 15	> 15 a 55	> 55 a 160	> 160 a 3 500
Parámetro	RPO de extremo a extremo				
Tasa de segundos con error (ESR) para trayectos designados de conformidad con la Recomendación UIT-T G.826	0,02	0,025	0,0375	0,08	NA
Tasa de segundos con error (ESR) para trayectos designados de conformidad con la Recomendación UIT-T G.828	0,005	0,005	0,01	0,02	NA
Tasa de bloques de errores de fondo (BBER) para trayectos SDH designados de conformidad con la Recomendación UIT-T G.828	$2,5 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-5}$	5×10^{-5}	5×10^{-5}
Tasa de segundos con muchos errores (SESR)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

NA: No applicable

CUADRO 1b

RPO para secciones múltiplex SDH internacionales de extremo a extremo

Velocidad/tasas	MTS-0	MTS-1	MTS-4
Bloques/segundo	64 000	192 000	768 000
ESR (según la Recomendación UIT-T G.826)	0,0375	0,08	NA
ESR (según la Recomendación UIT-T G.828)	0,01	0,02	NA
SESR	0,001	0,001	0,001
BBER (según la Recomendación UIT-T G.826)	NA	NA	NA
BBER (según la Recomendación UIT-T G.828)	$2,5 \times 10^{-5}$	5×10^{-5}	5×10^{-5}

CUADRO 2
Asignación, a_n

Clasificación PCE (véase la Nota 3)	Asignación (% de los RPO de extremo a extremo)
<i>IPCE</i>	
Redes nacionales de terminación/tránsito:	
$d \leq 100$ km	1,2
$100 \text{ km} < d \leq 200$ km	1,4
$200 \text{ km} < d \leq 300$ km	1,6
$300 \text{ km} < d \leq 400$ km	1,8
$400 \text{ km} < d \leq 500$ km	2,0
$500 \text{ km} < d \leq 1\ 000$ km	3,0
$1\ 000 \text{ km} < d \leq 2\ 500$ km	4,0
$2\ 500 \text{ km} < d \leq 5\ 000$ km	6,0
$5\ 000 \text{ km} < d \leq 7\ 500$ km	8,0
$d > 7\ 500$ km	10,0
<i>ICPCE</i>	
$d \leq 300$ km	0,3
Sección múltiplex internacional	0,2

2 que el objetivo de calidad de funcionamiento asignado (APO, *allocated performance objective*) y el BISPO para la puesta en servicio del trayecto y la sección múltiplex se calculen como sigue:

para un trayecto

$$APO_{es} = A\% \times RPO_{es} \times TP \div 100 \text{ (convierte } A\% \text{ en una relación)}$$

$$APO_{ses} = A\% \times RPO_{ses} \times TP \div 100 \text{ (convierte } A\% \text{ en una relación)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 2\ 000 \div 100 \text{ (convierte } A\% \text{ en una relación – VC-1 y 2)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 8\ 000 \div 100 \text{ (convierte } A\% \text{ en una relación – VC-3 y 4 y VC-4-Xc)}$$

para una sección múltiplex

$$APO_{es} = A\% \times RPO_{es} \times TP \div 100 \text{ (convierte } A\% \text{ en una relación)}$$

$$APO_{ses} = A\% \times RPO_{ses} \times TP \div 100 \text{ (convierte } A\% \text{ en una relación)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 64\ 000 \div 100 \text{ (convierte } A\% \text{ en una relación – STM-0)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 192\ 000 \div 100 \text{ (convierte } A\% \text{ en una relación – STM-1)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 768\ 000 \div 100 \text{ (convierte } A\% \text{ en una relación – STM-4)}$$

donde:

$$A\% = \sum_1^N a_n\% \text{ para un trayecto}$$

$$\text{por ejemplo, } A\% = a_1\% + a_2\% + \dots + a_N\%$$

a_n : asignación para cada IPCE e ICPCE que forman parte del trayecto

$A\% = a\%$ para una sección múltiplex

TP : periodo de prueba(s)

$$BISPO = APO/Fm$$

donde Fm es el margen de mantenimiento;

3 que para la definición del BISPO se especifique el siguiente margen de mantenimiento, Fm :

CUADRO 3

Márgenes de mantenimiento, Fm

	Margen de mantenimiento, Fm	
	Para condiciones normales de propagación (véase la Nota 5)	Para condiciones adversas de propagación (véanse las Notas 5 y 6)
Trayectos y secciones PDH Trayectos SDH	2	0,5
Sistemas de transmisión PDH Secciones de multiplexión SDH	10	0,5

- 4 que los TP para la BIS de sistemas de inalámbricos fijos digitales se diseñen como sigue:
- en el caso de todos los trayectos y secciones del radioenlace, debe efectuarse un periodo de prueba BIS de 24 h y la calidad de funcionamiento debe satisfacer los límites S_{24} calculados para cada parámetro de característica de error (véase el Anexo 1);
 - en el caso de trayectos y secciones del radioenlace con calidad de funcionamiento comprendida entre los límites de calidad de funcionamiento S_1 y S_2 , durante el periodo de prueba de 24 h y que se supervisen continuamente durante el funcionamiento (con ISM), debe establecerse un periodo de prueba BIS ampliado de 7 días);
 - en el caso de trayectos y secciones del radioenlace con calidad de funcionamiento comprendida entre los límites de calidad de funcionamiento S_1 y S_2 , durante el periodo de prueba de 24 h y que se supervisen durante el funcionamiento (sin ISM), habrá que efectuar una aceptación provisional o realizar una vez más la prueba BIS, si así lo acuerdan las partes;
 - en el caso de nuevos trayectos y secciones en rutas en que no estén presentes trayectos o secciones del radioenlace y durante periodos en condiciones adversas de propagación, habrá que establecer un periodo de prueba BIS ampliado de 7 días, y la calidad de funcionamiento debe satisfacer el BISPO calculado para cada parámetro, SE y SME;
- 5 que el Anexo 1 contenga orientación y detalles adicionales sobre los límites BIS, los procedimientos de prueba y la metodología para calcular el BISPO y sus límites.

NOTA 1 – En la Recomendación UIT-T M.2101 puede verse la definición de estación de cabecera de línea internacional y de estación fronteriza.

NOTA 2 – Incumbe a cada país diseñar su red de tal modo que sea conforme con su asignación nacional para el trayecto internacional.

NOTA 3 – Las longitudes d que se indican en el Cuadro 2 son longitudes de rutas reales o distancias de rutas aéreas multiplicadas por un factor de encaminamiento adecuado, Rf , si estas últimas distancias son más reducidas; tratándose de las secciones de multiplexión, la longitud, d , representa únicamente la distancia real (véase la Recomendación UIT-T M.2100):

CUADRO 4

Comparación de la longitud de círculo máximo de un PCE con el factor de encaminamiento

Longitud de círculo máximo de un PCE	Factor de encaminamiento (Rf)	Longitud calculada de un PCE
$d < 1\ 000$ km	1,5	$1,5 \times d$ km
$1\ 000$ km $\leq d < 1\ 200$ km	$1\ 500/d$	1 500 km
$d \geq 1\ 200$ km	1,25	$1,25 \times d$ km

NOTA 4 – Para las conexiones internacionales de operadores múltiples que utilizan equipos diseñados de conformidad con la Recomendación UIT-T G.826 revisada podrían utilizarse RPO para velocidades primarias PDH.

NOTA 5 – Los periodos de condiciones de propagación normales y adversas pueden variar de un país a otro y, en consecuencia, incumbe a las partes interesadas llegar a un acuerdo sobre el particular.

NOTA 6 – Si se define que el procedimiento BIS debe realizarse durante X meses (el valor de X es de hasta 3 meses y está sujeto a acuerdo mutuo entre las partes interesadas) antes o después del periodo con condiciones de propagación adversas, las partes interesadas pueden utilizar por mutuo acuerdo el valor $Fm = 1$.

Anexo 1

Límites y metodología de calidad de funcionamiento para la BIS

1 Procedimientos de prueba BIS

Los procedimientos de prueba BIS para la puesta en servicio de trayectos, secciones y sistemas de transmisión PDH, así como de trayectos y secciones SDH internacionales, incluida la forma de afrontar cualquier periodo de indisponibilidad durante la prueba, se definen en la Recomendación UIT-T M.2110 y pueden aplicarse a los trayectos, secciones y sistemas de transmisión inalámbricos fijos digitales durante los periodos de propagación normal.

No obstante, para tener debidamente en cuenta los efectos de la propagación y los periodos de condiciones adversas de propagación que pueden ejercer influencia en la calidad de funcionamiento de los sistemas inalámbricos fijos, deben aplicarse los siguientes procedimientos y etapas de prueba BIS. Los procedimientos de prueba se dividen en dos etapas discretas, a saber:

- un periodo de prueba inicial (15 min), para obtener una prueba inicial de la calidad de funcionamiento del sistema de inalámbricos fijos que se examine;
- la prueba BIS para el periodo de prueba considerado en su totalidad, si así lo hace necesario el sistema de inalámbricos fijos objeto de prueba (véase el *recomienda* 4).

1.1 Procedimiento de prueba inicial (Etapa 1)

Las mediciones iniciales deben efectuarse durante un periodo de 15 min, utilizando un instrumento de medición con una secuencia pseudoaleatoria de bits (PRBS, *pseudo-random bit sequence*) con trama.

Durante este periodo de 15 min no deben producirse errores o eventos de indisponibilidad. Si se observa un error o evento de indisponibilidad, la prueba debe suspenderse y repetirse. La prueba inicial puede repetirse dos veces. En caso de que, durante la tercera (y última) prueba, se detecte un error o un evento de indisponibilidad, debe suspenderse la prueba del sistema de radioenlaces y localizar y corregir la avería.

Se recomienda efectuar pruebas iniciales (15 min) durante el periodo del día en que existan condiciones de propagación con cielo despejado y la probabilidad de que existan condiciones de propagación adversas sea mínima (normalmente, este periodo está comprendido entre las 10.00 y las 14.00 h en tiempo local).

1.2 Procedimiento principal de prueba (Etapa 2)

Una vez superada con éxito la Etapa 1 (procedimiento de prueba inicial), se efectuará una prueba durante un periodo de 24 h. Podría cursarse tráfico real si la ISM está disponible. En caso contrario, la prueba se efectúa en las mismas condiciones que la prueba inicial (esto es, utilizando un instrumento de medición).

Al término del periodo de 24 h, se compararán los resultados de las mediciones con los límites $S1$ y $S2$ de la BIS (véanse los § 2 y 3).

En caso de que se produzca un evento de indisponibilidad en cualquier momento durante la prueba BIS, se investigará la causa y se programará una nueva prueba BIS. Si ocurre otro evento de indisponibilidad en la segunda prueba BIS, se suspenderá esta prueba hasta que se haya aclarado la causa del evento de indisponibilidad.

Los resultados de las pruebas BIS deben registrarse con propósitos de referencia en el futuro.

2 Metodología de cálculo de los límites de la calidad de funcionamiento de la BIS

Habrá que seguir los siguientes pasos para obtener límites de calidad de funcionamiento del trayecto:

- Identificar la velocidad binaria del trayecto.
- Consultar en los Cuadros 1a y 1b los RPO correspondientes a la velocidad binaria apropiada para cada parámetro de característica de error (ESR, SESR y BBER).
- Identificar todos los PCE para el trayecto considerado en su totalidad, y establecer N = el número total de PCE.
- Identificar la longitud, d , de cada PCE. n ($n = 1$ a N). La longitud, d , es la longitud real del trayecto o puede estimarse mediante la longitud según el círculo máximo entre los puntos extremos del trayecto, multiplicada por el factor idóneo de encaminamiento R_f (véase la Nota 3).
- Tomar del Cuadro 2 la asignación, $a_n\%$, (como porcentaje del RPO de extremo a extremo) para los PCE. n ($n = 1$ a N). Hay que señalar que las asignaciones del Cuadro 2 son valores máximos y que pueden utilizarse valores más estrictos mediante acuerdo bilateral o multilateral.

- Calcular la asignación de trayecto, $A\%$, donde:

$$A\% = \sum_1^N a_n\%$$

- Determinar el TP requerido, de conformidad con el *recomienda* 5 (24 h o 7 días).
Expresar TP en segundos, por ejemplo, $TP = 86\,400$ s para un TP de 24 h y $TP = 604\,800$ s para un TP de 7 días.
- Calcular los APO para los SE y los SME requeridos a partir de la información ya obtenida:

$$APO = A\% \times RPO\% \times TP \div 100 \text{ (convierte } A\% \text{ en una relación)}$$

- Calcular BISPO para el trayecto:

$$BISPO = APO/Fm$$

donde Fm es el margen de mantenimiento (véase el *recomienda* 3).

- Para $TP = 24$ h, calcular los valores $S1$ y $S2$ en el caso de cada parámetro de característica de error:

$$S1 = BISPO - 2 \times \sqrt{BISPO}$$

$$S2 = BISPO + 2 \times \sqrt{BISPO}$$

redondear todos los valores $S1$ y $S2$ al valor entero más próximo.

En algunos casos, los límites de BBE S no son cero, mientras que los límites de ES son cero o no válidos (es decir, no proporcionan un 95% de confianza en que el BISPO se cumpla a largo plazo). Normalmente se sugiere realizar una prueba más larga cuando los límites de ES no son válidos. En cualquier caso, la prueba de BBE no puede aceptarse si existe más de 1 ES.

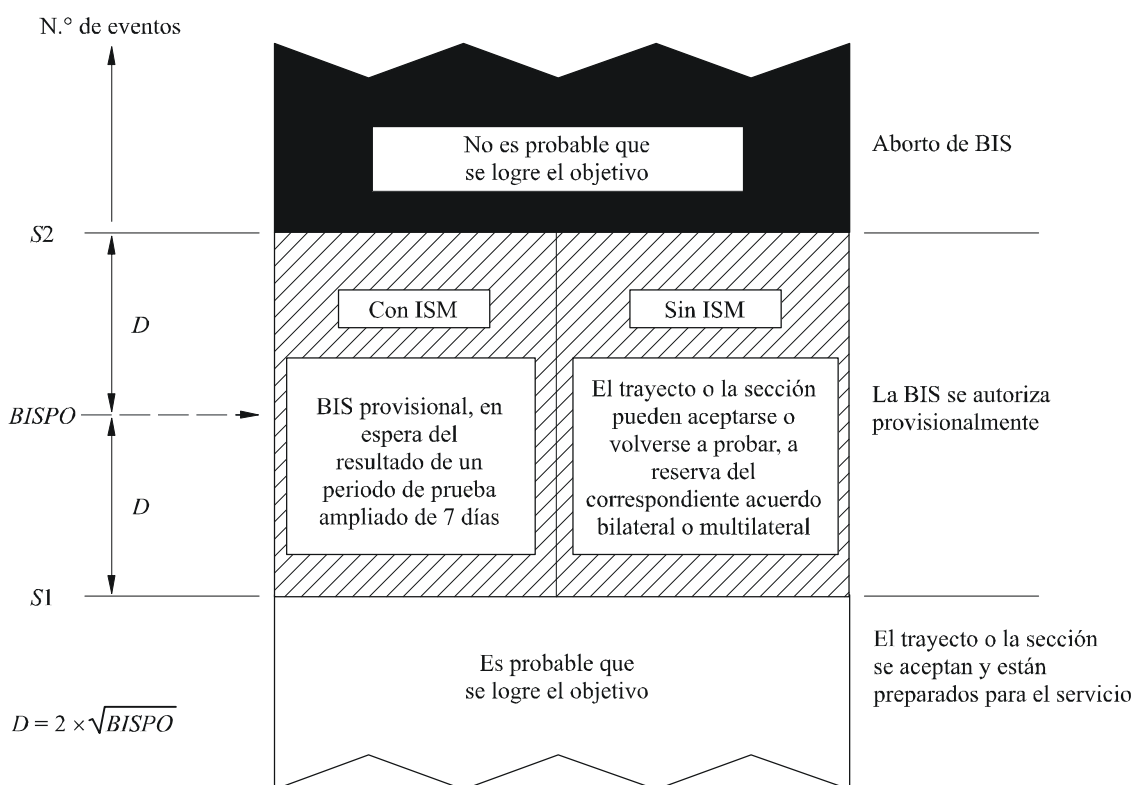
Hay que señalar que si se modifica alguno de los PCE dentro de un trayecto, habrá que repetir todos los cálculos, ya que los valores $S1$ y $S2$ no son lineales.

Si bien cabe aplicar un procedimiento similar para los sistemas de transmisión PDH y las secciones de multiplexión SDH, el Fm debería adoptarse de conformidad con el *recomienda* 3.

3 Límites y condiciones de la BIS

La evaluación de los resultados de la prueba BIS, utilizando los límites de calidad de funcionamiento $S1$ y $S2$ que se calcularon aplicando la metodología consignada en el § 2, se detalla a continuación en los § 3.1, 3.2 y 3.3, así como en la Fig. 1.

FIGURA 1



1330-01

3.1 BIS de trayectos y secciones radioeléctricos no supervisados durante el funcionamiento (sin ISM)

Las dos etapas del procedimiento de prueba BIS antes descritas deben efectuarse utilizando un instrumento de medición. Al término de la Etapa 2 de prueba, pueden plantearse los siguientes escenarios:

- si todos los parámetros de característica de error son inferiores o iguales a sus respectivos valores $S1$, el trayecto o sección radioeléctricos se aceptan y pasan a estar preparados para el servicio;
- si cualquier parámetro de característica de error (o todos) es mayor o igual a su respectivo valor $S2$, el trayecto o sección radioeléctricos se rechazan, y se inician los correspondientes procedimientos de localización de averías;
- si cualquier parámetro de característica de error (o todos) es superior a su respectivo valor $S1$, pero todos son inferiores a sus respectivos valores $S2$, el trayecto o la sección radioeléctricos pueden aceptarse provisionalmente, o volverse a probar, a reserva del acuerdo bilateral o multilateral del caso.

3.2 BIS de trayectos y secciones del radioenlace supervisados continuamente durante el funcionamiento (con ISM)

Deben efectuarse las dos etapas del procedimiento de prueba BIS descritas en los § 1.1 y 1.2. Al término de la Etapa 2, pueden plantearse los siguientes escenarios:

- si todos los parámetros de característica de error son inferiores o iguales a sus respectivos valores $S1$, el trayecto o sección del radioenlace se aceptan y pasan a estar preparados para el servicio;

- si cualquier parámetro de característica de error (o todos) es superior o igual a su respectivo valor S_2 , el trayecto o sección del radioenlace se rechazan y se inician los correspondientes procedimientos de localización de averías;
- si cualquier parámetro de característica de error (o todos) es superior a su respectivo valor S_1 , pero todos son inferiores a sus respectivos valores S_2 , puede aceptarse provisionalmente el trayecto o la sección del radioenlace, en espera de los resultados de un periodo de prueba BIS ampliado de 7 días.

3.3 Descripción del periodo de prueba BIS ampliado de 7 días

El periodo de prueba BIS ampliado de 7 días puede aplicarse a los trayectos o secciones del radioenlace:

- que funcionan en condiciones de propagación normales, con funciones de supervisión en funcionamiento disponibles y que hayan presentado una calidad de funcionamiento marginal en la prueba de 24 h, esto es, que cualquier parámetro de característica de error (o todos) sea superior a su respectivo valor S_1 , pero todos sean inferiores a sus respectivos valores S_2 ;
- a lo largo de nuevas rutas en que no estén presentes trayectos o secciones del radioenlace y durante periodos caracterizados por condiciones de propagación adversas.

Al efectuar una prueba BIS ampliada de 7 días, debe incluirse el primer periodo de 24 h (Etapa 2) en el periodo de prueba de 7 días. En el caso de condiciones de propagación adversas, debe establecerse un periodo de prueba ampliado de 7 días en relación con todos los trayectos radioeléctricos sometidos a la prueba BIS.

Al término de este periodo de prueba, la medición no debe exceder el BISPO de 7 días, según hayan quedado determinados mediante el método de cálculo del § 2. Pueden plantearse dos escenarios:

- si todos los parámetros de característica de error son inferiores o iguales a su respectivo BISPO de 7 días, el trayecto radioeléctrico se acepta y pasa a estar preparado para el servicio;
- si durante el periodo de prueba de 7 días cualquier parámetro de característica de error (o todos) es excedido durante las condiciones de propagación normales, el trayecto radioeléctrico no está listo para el servicio y se inicia al correspondiente procedimiento de investigación y/o localización de averías.

Si no se detectan condiciones anormales, se rechaza el trayecto.

NOTA 1 – Si durante el periodo de prueba de 7 días cualquier parámetro de característica de error (o todos) es excedido, pero no más de dos veces durante el periodo con condiciones de propagación adversas, las partes interesadas pueden utilizar, por acuerdo mutuo, el siguiente periodo de prueba de 7 días para determinar si el trayecto o la sección están listos para el servicio.
