

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



**ESTUDIO Y SIMULACIÓN, EN DISTINTOS
ENTORNOS INTERFERENTES, DEL MECANISMO
POWER BACK-OFF EN SISTEMAS VDSL2**

Ingeniería de Telecomunicación

Carlos Vázquez López

Octubre 2011

**ESTUDIO Y SIMULACIÓN, EN
DISTINTOS ENTORNOS
INTERFERENTES, DEL MECANISMO
POWER BACK-OFF EN SISTEMAS VDSL2**

AUTOR: Carlos Vázquez López
TUTOR: Carles Blanes Guardiola
PONENTE: Sergio López-Buedo

Dpto. de Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid
Septiembre 2011

Resumen y Palabras Clave

Resumen

En este proyecto se realizan una serie de simulaciones, con el objetivo de ver y comprender los mecanismos de minimización de interferencias, Power Back-Off, entre pares adyacentes con tecnología VDSL2 (Very high bit-rate Digital Subscriber Line 2), línea digital de abonado de muy alta tasa de transferencia.

Por lo tanto se definen varios escenarios con distinta utilización de pares dentro de una unidad básica y se prueban diversos parámetros del mecanismo a estudiar, obteniendo gráficas de estos en función de la distancia del CPE (Customer Premises Equipment), o Equipo Local del Cliente, a la central telefónica.

Para ello contamos con un simulador de bucle local al que introducimos la distancia entre CPE y DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), o Multiplexor de acceso a la línea digital de abonado, y unos inyectores de ruido en ambos extremos con los que simulamos los distintos contextos de ruido.

Por último se realiza un estudio con una base de clientes de Jazztel [1] con servicio VDSL2, de los que tomamos parámetros de su conexión, pudiendo comparar los resultados de campo con los teóricos para ver similitudes y diferencias.

Palabras Clave

VDSL2, Power Back-OFF, UPBO, DPBO, FEXT, NEXT, k10, PSD Mask

Abstract

In this project, it is carried out a series of simulations with the objective of showing and acknowledging the mechanisms of crosstalk minimization, Power Back-off, between adjacent pairs with VDSL2 technology.

Therefore, several scenarios with different use of pairs inside a basic unit are defined testing different parameters of the mechanism under study, obtaining graphics and figures of relation with distance from CPE (Customer Premises Equipment) to CO (Central Office).

For this task, there is a local loop simulator where it is inserted the distance between CPE and DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), as well as multi-output noise simulator with noise injector in both ends (CO and CPE side) to simulate different scenarios.

Finally, it is performed a study with a data base of Jazztel clients with VDSL2 service, from where parameters of their connections are taken to compare them with the results obtained from simulations.

Key words

VDSL2, Power Back-OFF, UPBO, DPBO, FEXT, NEXT, k10, PSD Mask

Agradecimientos

En primer lugar quería dar las gracias a mi tutor, Carles, y a los compañeros del grupo de Ingeniería de Acceso de Jazztel: Helena, Ángela, Estela y en especial a Seba y Antonio, ya que sin su inestimable y desinteresada ayuda no habría sido posible la realización de este PFC.

También quiero dar las gracias a mi ponente Sergio, desde el primer momento facilitándome la labor y ofreciéndose a ayudarme en lo que fuera necesario.

Gracias a vosotros *Jugones*, colegas de pupitres y laboratorios pero también de discotecas, de pachangas y de *FIFAS* y *PROS*. Juan, Javi, Alberto, Antonio, Chemary... gracias por haber completado esta aventura juntos, sólo por vosotros mereció la pena iniciarla.

Agradecer también a los amigos de la infancia: Pablo, Floren, Fran, Juanki, Alberto, Abel... siempre apoyando desde la distancia.

A ti Elena, no mentiría si digo que gran parte de mis logros son tus logros. Gracias por hacerme mejor.

Y para finalizar, quería dar las gracias a mi familia, apoyo indispensable. Gracias a abuelos, tíos y primos, siempre animándome y preocupándose por mi carrera, gracias a todos y cada uno de ellos, os quiero.

En especial gracias a mis tíos Anabel y Luis, que me acogieron en su casa durante los años universitarios tratándome como a un hijo, cuidando hasta el mínimo detalle para que me sintiera a gusto en su casa y preparándome una habitación que ni la suite del Palace. Os estoy infinitamente agradecido.

A mi abuela, la que más se alegraba con mis aprobados, y a mi Yeyo, que bromeaba sobre la fiesta que íbamos a hacer cuando acabase. Nada me hubiese gustado más que recibir vuestro beso y sonrisa de felicitación hoy. Lo estaréis disfrutando desde allí.

Gracias Titi, como buena hermana mayor, todo un modelo a seguir.

Y sobre todo, a mi Padre y a mi Madre, siempre me habéis apoyado en todo lo que me proponía, dándome el último empujoncito cuando era necesario y haciendo un esfuerzo si se trataba de mi formación. Gracias Mamá por, aún con tus predicciones acerca del móvil – “Ese invento no va a funcionar, ¿Quién va a querer estar siempre disponible?”, guiarme hacia *Teleco* conociendo mis gustos y habilidades, nunca me he arrepentido menos de una cosa.

A mi abuela

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. MOTIVACIÓN.....	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA	2
2. ESTADO DEL ARTE.....	3
2.1. INTRODUCCIÓN	3
2.2. EMPRESAS QUE OFERTAN VDSL2	4
2.3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	4
2.3.1. VDSL2.....	4
2.3.1.1. Plan de bandas	5
2.3.1.2. Perfiles	6
2.3.1.3. PSD (Densidad Espectral de Potencia).....	7
2.3.2. UPBO.....	8
2.3.2.1. Mecanismo de la reducción de potencia por adaptación	9
2.3.2.2. Máscara de la PSD para la reducción de potencia.....	9
2.3.3. DPBO.....	11
2.3.3.1. Utilidad del mecanismo DPBO	11
2.3.3.2. Modificación automática de la PSD.....	13
2.3.3.3. Ejemplo de simulación	14
3. EL SIMULADOR Y LOS EQUIPOS.....	17
3.1. INTRODUCCIÓN	17
3.2. EL SIMULADOR DE BUCLE LOCAL	17
3.3. EL SIMULADOR DE RUIDO Y LOS INYECTORES.....	21
3.4. DSLAM VDSL2	26
3.5. CPE VDSL2.....	27
3.6. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA PARA LAS SIMULACIONES.....	28
4. ESCENARIOS DE SIMULACIÓN	31
4.1. INTRODUCCIÓN	31

4.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS.....	34
4.3.	ESCENARIO INICIAL.....	35
4.4.	ESCENARIO 1.....	42
4.5.	ESCENARIO 2.....	47
4.6.	ESCENARIO 3.....	52
4.7.	ESCENARIO 4.....	55
4.8.	ESCENARIO 5.....	57
4.9.	ESCENARIO 6.....	59
4.10.	COMPARACIÓN DE PERFILES EN SU ENTORNO INTERFERENTE	63
4.11.	CONCLUSIONES DE LA SIMULACIÓN	65
4.12.	COMPROBACIÓN DEL MECANISMO UPBO.....	66
4.13.	UPBO ECUALIZADO.....	68
5.	MONITORIZACIÓN DE CLIENTES VDSL2	71
5.1.	INTRODUCCIÓN	71
5.2.	SCRIPT	71
5.3.	ESTUDIO DE K _{L0}	71
6.	TRABAJO FUTURO.....	77
6.1.	VECTORING.....	77
	BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA	79
	A. CONFIGURACIÓN DE PERFILES	81
	B. SCRIPT DE MONITORIZACIÓN DE CLIENTES VDSL2	89
	C. VALORES DE LA MONITORIZACIÓN DE CLIENTES VDSL2.....	97
	D. PRESUPUESTO	109
	E. PLIEGO DE CONDICIONES	111

Índice de Figuras

FIGURA 1: PLAN DE BANDAS VDSL2 GENERAL	5
FIGURA 2: PLAN DE BANDAS 997 Y 998 VDSL2 (VARIANTE MÁS USADA)	6
FIGURA 3: SIMULACIÓN UPBO, PSD PARA DISTINTAS DISTANCIAS.....	8
FIGURA 4: DIAGRAMA ESQUEMÁTICA DE INTERFERENCIA UPSTREAM	9
FIGURA 5: CURVAS DE KL Y KL_0	10
FIGURA 6: DESPLIEGUE DESDE CENTRAL O ARMARIO SIN COMPARTIR CABLE	12
FIGURA 7: DESPLIEGUE DESDE ARMARIO COMPARTIENDO CABLE CON SEÑALES XDSL DESDE CENTRAL	12
FIGURA 8: PSD DE SEÑAL ADSL2+ A 2000M DE CENTRAL	14
FIGURA 9: PSD DE SEÑAL ADSL2+ A 2000M DE CENTRAL Y VDSL2 CONFORMADA (DPBO)	15
FIGURA 10: SIMULADOR DE BUCLE LOCAL 458 DE TELEBYTE	17
FIGURA 11: VISTA FRONTAL DEL SIMULADOR DE BUCLE LOCAL 458 DE TELEBYTE	18
FIGURA 12: CONTROLES DEL KEYPAD DEL SIMULADOR DE BUCLE LOCAL 458 TELEBYTE	18
FIGURA 13: VISTA TRASERA DEL SIMULADOR DE BUCLE LOCAL 458 DE TELEBYTE.....	19
FIGURA 14: MÓDULO 458-LM-E1-30-04 DE TELEBYTE.....	19
FIGURA 15: CONFIGURACIÓN BÁSICA DEL SIMULADOR DE BUCLE.....	19
FIGURA 16: GUI DEL SIMULADOR DE BUCLE	20
FIGURA 17: SIMULADOR E INYECTORES DE RUIDO	21
FIGURA 18: SIMULADOR DE RUIDO, VISTA FRONTAL Y TRASERA.....	21
FIGURA 19: INYECTORES DE RUIDO 4901-D1, CONEXIONES FRONTALES	22
FIGURA 20: INYECTORES DE RUIDO 4901-D1, CONEXIONES TRASERAS	22
FIGURA 21: GUI DEL SIMULADOR DE RUIDO	23
FIGURA 22: BARRA DE MENÚ DE LA GUI DEL SIMULADOR DE RUIDO.....	23
FIGURA 23: SELECCIÓN DEL TIPO DE RUIDO EN LA GUI DEL SIMULADOR	24
FIGURA 24: CONFIGURACIÓN DE LAS INTERFERENCIAS PERSONALIZADAS	24
FIGURA 25: MENÚ AVANZADO DE LAS INTERFERENCIAS	25
FIGURA 26: EDITOR Y CONFIGURADOR DEL BUCLE	25
FIGURA 27: SECCIÓN GRÁFICA DE LA PSD	26
FIGURA 28: MA5600T	27
FIGURA 29: CPE VDSL2 COMTREND VR-3025-UN.....	28
FIGURA 30: CONFIGURACIÓN GLOBAL DEL SISTEMA.....	29
FIGURA 31: EJEMPLO DE NODO REMOTO	33
FIGURA 32: ESCENARIO INICIAL, VELOCIDAD DOWNSTREAM.....	37
FIGURA 33: ESCENARIO INICIAL, VELOCIDAD UPSTREAM.....	38
FIGURA 34: ESCENARIO INICIAL, POTENCIA RECIBIDA	39
FIGURA 35: ESCENARIO INICIAL, SNR DOWNSTREAM	39
FIGURA 36: ESCENARIO INICIAL, SNR UPSTREAM	40
FIGURA 37: ESCENARIO INICIAL, INTERLEAVE DOWNSTREAM	40
FIGURA 38: ESCENARIO INICIAL, INTERLEAVE UPSTREAM	41
FIGURA 39: ESCENARIO INICIAL, INP DOWNSTREAM	41
FIGURA 40: ESCENARIO INICIAL, INP UPSTREAM	42
FIGURA 41: ESQUEMA DE ESCENARIO 1	42
FIGURA 42: CONFIGURACIÓN DE SIMULADOR DE RUIDO, ESCENARIO 1.....	43
FIGURA 43: ESCENARIO 1, VELOCIDAD DOWNSTREAM	44
FIGURA 44: ESCENARIO 1, VELOCIDAD UPSTREAM	45
FIGURA 45: ESCENARIO 1, POTENCIA RECIBIDA	45
FIGURA 46: ESCENARIO 1, BIT ALLOCATION JAZZTEL.....	46

FIGURA 47: ESCENARIO 1, BIT ALLOCATION TELEFÓNICA	46
FIGURA 48: ESQUEMA DE ESCENARIO 2	47
FIGURA 49: CONFIGURACIÓN DE SIMULADOR DE RUIDO, ESCENARIO 2.....	48
FIGURA 50: ESCENARIO 2, VELOCIDAD DOWNSTREAM	49
FIGURA 51: ESCENARIO 2, VELOCIDAD UPSTREAM	50
FIGURA 52: ESCENARIO 2, POTENCIA RECIBIDA	50
FIGURA 53: ESCENARIO 2, BIT ALLOCATION JAZZTEL.....	51
FIGURA 54: ESCENARIO 2, BIT ALLOCATION TELEFÓNICA.....	51
FIGURA 55: ESQUEMA DE ESCENARIO 3	52
FIGURA 56: CONFIGURACIÓN DE SIMULADOR DE RUIDO, ESCENARIO 3.....	52
FIGURA 57: ESCENARIO 3, VELOCIDAD DOWNSTREAM	54
FIGURA 58: ESCENARIO 3, VELOCIDAD UPSTREAM	54
FIGURA 59: ESCENARIO 3, POTENCIA RECIBIDA	55
FIGURA 60: ESQUEMA DE ESCENARIO 4	55
FIGURA 61: CONFIGURACIÓN DE SIMULADOR DE RUIDO, ESCENARIO 4.....	56
FIGURA 62: ESQUEMA DE ESCENARIO 5	57
FIGURA 63: CONFIGURACIÓN DE SIMULADOR DE RUIDO, ESCENARIO 5.....	57
FIGURA 64: ESCENARIO 5, VELOCIDAD DOWNSTREAM	58
FIGURA 65: ESCENARIO 5, VELOCIDAD UPSTREAM	59
FIGURA 66: ESCENARIO 5, POTENCIA RECIBIDA	59
FIGURA 67: ESQUEMA DE ESCENARIO 6	60
FIGURA 68: CONFIGURACIÓN DEL SIMULADOR DE RUIDO, ESCENARIO 6	60
FIGURA 69: ESCENARIO 6, VELOCIDAD DOWNSTREAM	61
FIGURA 70: ESCENARIO 6, VELOCIDAD UPSTREAM	62
FIGURA 71: ESCENARIO 6, POTENCIA RECIBIDA	62
FIGURA 72: COMPARACIÓN DE PERFILES CON ENTORNO, VELOCIDAD DOWNSTREAM	64
FIGURA 73: COMPARACIÓN DE PERFILES CON ENTORNO, VELOCIDAD UPSTREAM.....	64
FIGURA 74: COMPARACIÓN DE PERFILES CON ENTORNO, POTENCIA RECIBIDA	65
FIGURA 75: UPSD JAZZTEL A DISTINTAS DISTANCIAS	66
FIGURA 76: UPSD TELEFÓNICA A DISTINTAS DISTANCIAS	67
FIGURA 77: UPSD NOISE F	69
FIGURA 78: UPSD NOISE F, EQUALIZED UPBO.....	69
FIGURA 79: SIMULACIÓN KL_0 EN FUNCIÓN DE LA DISTANCIA	73
FIGURA 80: KL_0 EN FUNCIÓN DE LA DISTANCIA EN LA BASE DE CLIENTES.....	74
FIGURA 81: KL_0 EN FUNCIÓN DE LA ATENUACIÓN EN LA BASE DE CLIENTES.....	74
FIGURA 82: SIMULACIÓN KL_0 EN FUNCIÓN DE LA ATENUACIÓN	75
FIGURA 83: RENDIMIENTO VDSL2	77

Índice de Tablas

TABLA 1: PLANES DE BANDAS 997 Y 998.....	5
TABLA 2: PERFILES VDSL2.....	6
TABLA 3: OPCIONES EUROPEAS PARA LA MÁSCARA DE PSD LÍMITE DEL PLAN DE BANDAS 998	7
TABLA 4: PARÁMETROS DPBO	13
TABLA 5: VALORES A Y B UTILIZADOS EN LAS SIMULACIONES.....	32
TABLA 6: ESCENARIO INICIAL, UPBO TELEFÓNICA	35
TABLA 7: ESCENARIO INICIAL, UPBO JAZZTEL	35
TABLA 8: ESCENARIO INICIAL, UPBO NOISE F.....	36
TABLA 9: ESCENARIO INICIAL, UPBO CONSENSUADO	36
TABLA 10: ESCENARIO 1, UPBO TELEFÓNICA.....	43
TABLA 11: ESCENARIO 1, UPBO JAZZTEL	44
TABLA 12: ESCENARIO 2, UPBO TELEFÓNICA.....	48
TABLA 13: ESCENARIO 2, UPBO JAZZTEL	49
TABLA 14: ESCENARIO 3, UPBO TELEFÓNICA.....	53
TABLA 15: ESCENARIO 3, UPBO JAZZTEL	53
TABLA 16: ESCENARIO 5, UPBO NOISE F.....	58
TABLA 17: ESCENARIO 6, UPBO VALORES CONSENSUADOS	61
TABLA 18: UPBO TELEFÓNICA EN SU ENTORNO INTERFERENTE	63
TABLA 19: UPBO JAZZTEL EN SU ENTORNO INTERFERENTE	63
TABLA 20: LÍMITE DE POTENCIA MÁSCARA PSD B8-4 PARA US1	67
TABLA 21: SIMULACIÓN PERFIL 30M/3.5M - JAZZTEL	72

Capítulo 1:

1. Introducción

El rápido desarrollo de Internet y las tecnologías asociadas nos abre un gran abanico de posibilidades y servicios. En relación con la comunicación cada día se establecen nuevos sistemas y se crean nuevas herramientas que facilitan la comunicación entre los usuarios de internet. Vivimos en una era de comunicaciones mundiales fáciles, de acceso instantáneo a la información y de capacidad de almacenar, buscar, y manipular grandes cantidades de información.

Necesitamos mover cada vez mayor número de datos en la red (video de alta definición, contenidos en streaming, videoconferencia, VoIP, búsquedas instantáneas...) y las rápidas tecnologías de conexión y redes de acceso son indispensables para hacer una utilización eficiente del creciente número de aplicaciones en oferta que usan una gran amplitud de banda y que dependen de transacciones de datos intensivas.

La sustitución parcial de segmentos de cobre con la fibra óptica en combinación con la última tecnología DSL (VDSL2) es una estrategia de crecimiento obvia para los operadores tradicionales y dominantes en cada país, operadoras establecidas que poseen un sistema de líneas telefónicas (que se ha desarrollado de forma orgánica con el tiempo). Pudiendo ofrecer velocidades que cubren las necesidades de ancho de banda previsibles a medio plazo, aun asumiendo el uso intensivo de IPTV y HDTV [2].

1.1.Motivación

El estándar VDSL2 (a diferencia del estándar VDSL1), no define los valores de determinados parámetros para aplicar los mecanismos Power Back-Off de reducción de interferencia por diafonía de los distintos pares. Ya que tanto en la Recomendación *ITU-T G.933.2* y su *Corrección 1* [3], como en la Technical Specification TS 101 271 del ETSI [4], no figura ningún valor para los parámetros a y b utilizados en el cálculo de densidades espectrales de potencia de referencia, siendo su especificación considerada "for further study".

En España, donde varios operadores pueden desplegar VDSL2 de forma simultánea en la misma unidad básica, cobra mayor importancia la definición de dichos parámetros con el fin de minimizar interferencias entre ellos y que ninguno se vea favorecido o perjudicado por la elección de dichos parámetros.

1.2. Objetivos

Por lo tanto nuestro objetivo es, mediante simulaciones de distintos escenarios, entender y estudiar los mecanismos para minimización de interferencias en VDSL2, los mecanismos Power Back-Off, así como la influencia de los distintos parámetros que entran en juego sobre las interferencias, diafonías y prestaciones de la conexión.

Además se hará una prueba de campo con usuarios VDSL2 de Jazztel donde tomaremos los valores reales de las conexiones para poder comparar con los resultados teóricos de la simulación.

1.3. Organización de la memoria

En el primer capítulo, se presenta el proyecto y se exponen la motivación y los objetivos del mismo.

En el segundo capítulo se hace un estudio del arte de los campos asociados a este proyecto con un repaso teórico a las tecnologías implicadas y un vistazo a las empresas que comercializan VDSL2.

En el tercer capítulo se hace una descripción del simulador de bucle, de ruido y sus componentes así como de las configuraciones empleadas en este proyecto. Se habla también sobre el DSLAM presente en la red de Jazztel para ofrecer VDSL2.

En el cuarto capítulo se presentan los distintos escenarios de simulación, su configuración en el simulador de ruido y las tablas de resultado junto con sus gráficas más importantes, apuntando finalmente las conclusiones sacadas.

En el quinto capítulo analizaremos los resultados obtenidos de la monitorización de parámetros de una base de clientes de Jazztel, comparándolos con los resultados de simulación y teóricos.

Capítulo 2:

2. Estado del Arte

2.1.Introducción

La tecnología VDSL2 (Very-High-Bit-Rate Digital Subscriber Line 2) cuyo protocolo fue definido en la Recomendación de la ITU-T G.933.2 [5] en Febrero de 2006 es el estándar DSL más reciente y avanzado. Aprovecha la infraestructura telefónica ya desplegada de pares de cobre permitiendo la transmisión simétrica o asimétrica de datos con velocidades teóricas de hasta 200 Mbit/s dependiendo de la distancia a la central [6].

El crecimiento del número de accesos para servicios DSL es mucho más rápido que el crecimiento del número de pares desplegados, por lo que la tasa de penetración de estos servicios es cada vez mayor. Esta tasa de penetración es un factor que limita el alcance y el régimen binario en un acceso DSL debido a la interferencia por diafonía [7].

Para reducir la interferencia por diafonía se aplican mecanismos de reducción de potencia (Power Back-Off) tanto en Downstream, DPBO (Downstream Power Back-Off), descrito en ITU-T G997.1 [8], como en Upstream, UPBO (Upstream Power Back-Off) ya descrito anteriormente en la ITU-T G.993.1 [9].

El UPBO consiste en la reducción de la potencia en el sentido ascendente para atenuar el efecto de diafonía de extremo distante (FEXT, far-end crosstalk) causado por la transmisión sobre bucles de longitud diferentes en sentido ascendente. Mientras que el DPBO consiste en la reducción de la potencia en el sentido descendente en nodos remotos para atenuar el efecto de diafonía del extremo cercano (NEXT, near-end crosstalk).

En la actualidad los operadores Españoles están iniciando despliegues y ya ofertan servicios de VDSL2.

La desagregación del bucle local (Local Loop Unbundling, LLU) permite a múltiples operadores de telecomunicaciones la prestación de servicios por medio del uso de las

conexiones que enlazan la central telefónica con las instalaciones de los clientes. La Oferta del Bucle de Abonado (OBA) es el texto de referencia que pueden utilizar los operadores de comunicaciones electrónicas fijas, sin peso significativo, para utilizar el bucle de abonado propiedad de aquellos operadores que por tener Peso Significativo en el Mercado (PSM) fueron obligados a efectuarla. En España la OBA regula las negociaciones entre Telefónica de España y los operadores autorizados para conseguir el acceso al bucle de abonado. Es por ello que en España distintos operadores pueden tener pares dentro de una misma unidad básica. La primera OBA se publicó en 2001 [10].

2.2. Empresas que ofertan VDSL2

En España, Jazztel comercializa VDSL2 desde finales de 2010, en su modalidad de hasta 30 megas (30Mb de bajada y 3,5Mb de subida). A parte, sólo Movistar (Telefónica) ha hecho tímidas pruebas con esta tecnología. En 2008 instaló DSLAMs VDSL2 en 1024 centrales repartidas por 50 provincias dentro de una primera fase de pruebas piloto con VDSL2. En la segunda fase, iniciada el 22 de diciembre de 2008, se instalaron nodos remotos de DSLAMs VDSL2, que permiten acortar la longitud del bucle y por tanto ofrecer más velocidad. Pero los resultados comerciales de estas pruebas no fueron los esperados y abandonó su comercialización. Desde 2010 Movistar (Telefónica) comercializa y despliega FTTH en modalidades hasta 30 y 50 megas.

En Europa hay multitud de países donde el VDSL2 está presente: Reino Unido, Suecia, Alemania, Finlandia, Polonia, Noruega...

2.3. Fundamentos teóricos

2.3.1. VDSL2

La estandarización del VDSL2 en base a la Recomendación ITU G.993.2 fue publicada en febrero de 2006, es la tecnología xDSL más reciente y permite transmisiones simétricas o asimétricas consiguiendo velocidades netas bidireccionales (suma de downstream y upstream) de hasta 200 Mbps con un ancho de banda máximo de 30 MHz.

Al igual que en ADSL y VDSL, VDSL2 utiliza FDD (Frequency-Division Duplexing) para separar el sentido descendente del ascendente, no permitiendo el solape de bandas.

Para la modulación se utiliza QAM (Quadrature amplitude modulation) / CAP (Carrierless Amplitude/Phase) y DMT (Discrete Multitone Modulation).

2.3.1.1. Plan de bandas

Se asignan diferentes planes de bandas dependiendo de la región: Región A, América del Norte; Región B, Europa y Región C, Japón. Nos centraremos en la Región B, Europa por ser las que nos atañe.

El esquema general de las bandas se muestra en la siguiente figura.

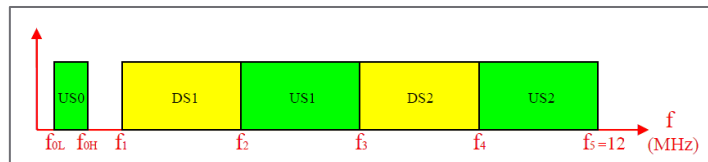


Figura 1: Plan de bandas VDSL2 general

Donde las bandas de color verde son las de subida, uplink, y las amarillas son las de bajada, downlink. Indicar que tanto USO como la banda de guarda entre USO y DS1 son opcionales y podemos comprobar que varían de un plan a otro. Se omite en la figura 1 el plan de bandas por encima de los 12 MHz donde la norma especifica como mínimo una banda adicional en sentido ascendente o descendente. Los valores f_{OL} , f_{OH} , f_1 , f_2 , f_3 y f_4 son los dependientes de la región.

Para Europa están definidos varios planes de bandas, de los que destacamos dos de ellos por ser los más extendidos, los cuales están basados en los planes de banda A y B de la recomendación ITU-T G.993.1 [9] identificadas como Plan 998 y Plan 997 respectivamente. Para el plan 997 se definen dos variantes y cuatro para el plan 998, para incluir servicios subyacentes, POTS (Plain Old Telephone Service) y RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), y diferentes anchuras de banda USO.

Tabla 1: Planes de bandas 997 y 998

Plan de bandas	Frecuencias en los extremos de la banda						
	f_{OL} kHz	f_{OH} kHz	f_1 kHz	f_2 kHz	f_3 kHz	f_4 kHz	f_5 kHz
997	25	138	138	3000	5100	7050	12000
	25	276	276				
998	25	138	138	3750	5200	8500	1200
	25	276	276				
	120	276	276				
	N/A	N/A	138				

NOTA - N/A en las f_{OL} y f_{OH} designa una variante del plan de bandas que no utiliza USO.

En el documento de *Corrección 1* [3] se definen planes de banda extendidos a 17 y 30 MHz. Los planes 997E17 y 998E17 que son los planes 997 y 998 vistos antes, extendidos a $f_{max}=17.664$ MHz y los planes 997E30 y 998E30, planes 997 y 998 extendidos a $f_{max}=30$ MHz.

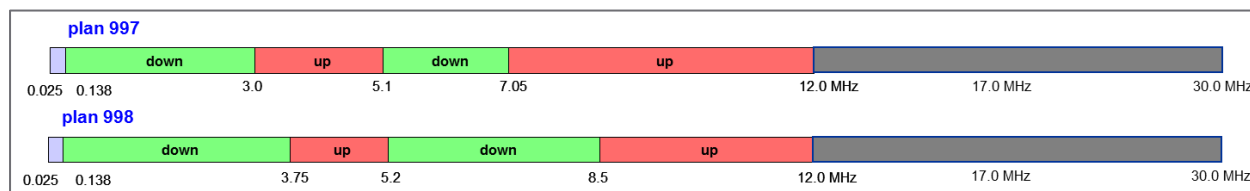


Figura 2: Plan de bandas 997 y 998 VDSL2 (variante más usada)

El plan de banda elegido en España (tanto por Movistar como por Jazztel) es el **998** con un mayor peso del canal downstream frente al upstream.

2.3.1.2. Perfiles

Se definen múltiples perfiles en función de los distintos parámetros que permiten a los proveedores realizar implementaciones menos complejas y adaptadas a las condiciones específicas del servicio ya que soportaran un subconjunto de los valores permitidos, al menos un perfil. Se crean ocho perfiles VDSL2 (8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 17a y 30a de los que detallamos algunos valores.

Tabla 2: Perfiles VDSL2

Parámetros		Valor del parámetro en cada perfil							
		8a	8b	8c	8d	12a	12b	17a	30a
Max. aggr. downstream Tx power [dBm]		17.5	20.5	11.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
Max. aggr. upstream Tx power [dBm]		14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
Requiere soporte US0		S	S	S	S	S	N	N	N
998	Frecuencia superior en downstream [MHz]	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	17.66	30
	Frecuencia superior en upstream [MHz]	5.2	5.2	5.2	5.2	12	12	14	24.89
997	Frecuencia superior en downstream [MHz]	7.05	7.05	7.05	7.05	7.05	7.05	14	27
	Frecuencia superior en upstream [MHz]	8.83	8.83	5.1	8.83	12	12	17.66	30

En España se utiliza el perfil **8b** para despliegues realizados desde central, y el **17a** para despliegues realizados desde nodos remotos (Jazztel actualmente no dispone de nodos remotos).

2.3.1.3. PSD (Densidad Espectral de Potencia)

En un módem VDSL2, la PSD de la señal de transmisión tiene que estar dentro de la máscara de PSD. Para cada frecuencia, la máscara de la PSD de transmisión será la máscara de la PSD Límite especificada para cada región o la máscara de la PSD en la MIB (Base e Información de Gestión), en su caso, especificada por el proveedor del servicio y que se comunica al módem a través de la MIB (la que sea más baja).

En la siguiente tabla vemos las distintas opciones de la máscara PSD para el plan 998 expuestas en la recomendación.

Tabla 3: Opciones europeas para la máscara de PSD límite del plan de bandas 998

Nombre corto	Máscara Límite PSD (Nombre largo)	Frecuencia	
		Tipo de USO A/B/M (véase nota)	Frecuencia más elevada utilizada en el sentido ascendente o descendente (kHz)
B8-1	998-M1x-A	A	12000
B8-2	998-M1x-B	B	12000
B8-3	998-M1x-NUS0	N/A	12000
B8-4	998-M2x-A	A	12000
B8-5	998-M2x-M	M	12000
B8-6	998-M2x-B	B	12000
B8-7	998-M2x-NUS0	N/A	12000
B8-8	998E17-M2x-NUS0	N/A	17664
B8-9	998E17-M2X-NUS0-M	N/A	17664
B8-10	998ADE17-M2x-NUS0-M	N/A	17664
B8-11	998ADE17-M2x-A	A	17664
B8-12	998ADE17-M2x-B	B	17664
B8-13	998E30-M2x-NUS0	N/A	30000
B8-14	998E30-M2x-NUS0-M	N/A	30000
B8-15	998ADE30-M2x-NUS0-M	N/A	30000
B8-16	998ADE30-M2x-NUS0-A	N/A	30000

NOTA - Los tipos de USO son:

- USO tipo A corresponde al anexo A/G.992.5.
- USO tipo B corresponde al anexo B/G.992.5.
- USO tipo M corresponde al anexo M/G.992.3/G.992.5.
- USO tipo N/A designa una variante del plan de bandas que no utiliza USO

De éstas, las seleccionadas por Movistar y Jazztel para los dos tipos de despliegue son la **B8-4**, **B8-10** y **B8-11**. La B8-4 limita un ancho de banda de 8MHz, utilizada para despliegue desde central y permite el uso de una potencia máxima agregada en el canal descendente de

20.5 dBm. Las opciones B8-10 y B8-11 limitan un ancho de banda de 17 MHz, utilizada para despliegues desde nodos remotos y permite un mayor aprovechamiento espectral de las altas frecuencias al tratarse de despliegues sobre bucles cortos en nodos instalados cerca del cliente.

En la recomendación se pueden ver las tablas de Máscaras de PSD límite en sentido ascendente y descendente para los planes 997 y 998.

2.3.2. UPBO

El mecanismo UPBO es el método más importante para optimizar el rendimiento upstream, no es más que una reducción de la potencia en el sentido ascendente (Upstream Power Back-Off). La VTU-R (VDSL2 Transceiver Unit en el extremo distante) reducirá la potencia en sentido ascendente para conseguir mayor compatibilidad espectral entre sistemas VDSL2 de bucles de distinta longitud del mismo alcance. El mecanismo UPBO no se aplica durante la fase de toma de contacto G994.1 [11].

En la figura 4 se ilustra la interferencia que produce un bucle corto a otro de mayor longitud. El mecanismo UPBO consistiría a grandes rasgos en reducir la potencia (PSD) de subida (módem VDSL2 – DSLAM) del bucle corto para reducir de esta forma la interferencia.

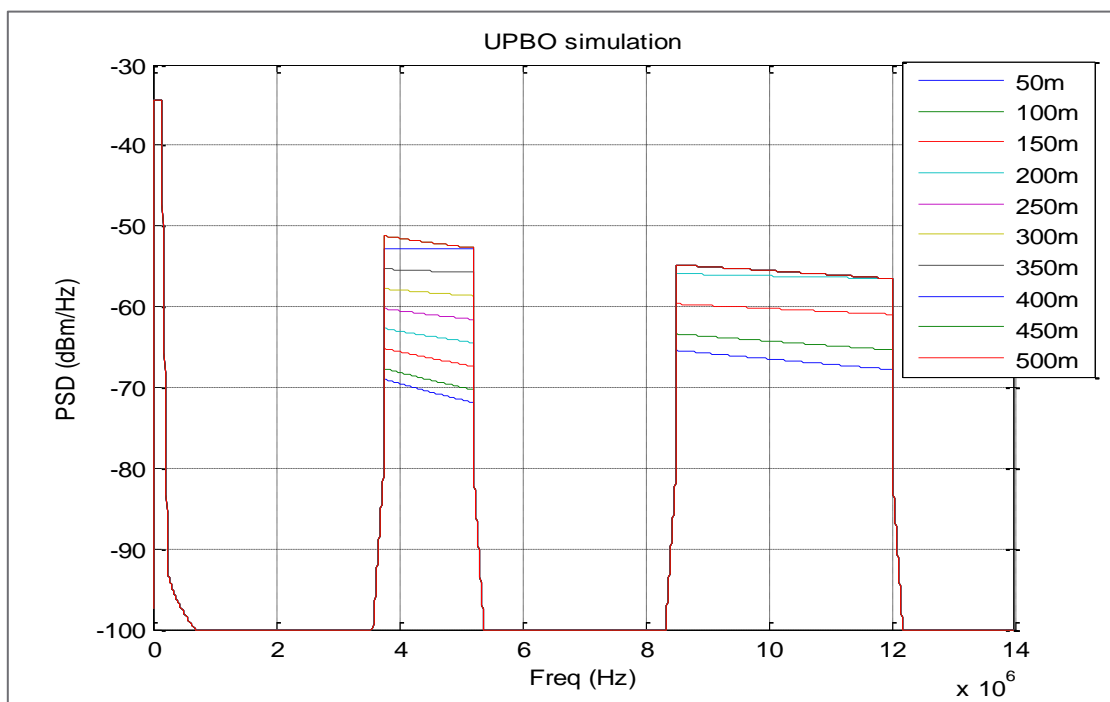


Figura 3: Simulación UPBO, PSD para distintas distancias

En la figura anterior podemos ver simulaciones de PSD en función de la distancia CPE – DSLAM y se observa como la PSD aumenta a medida que esta distancia aumenta.

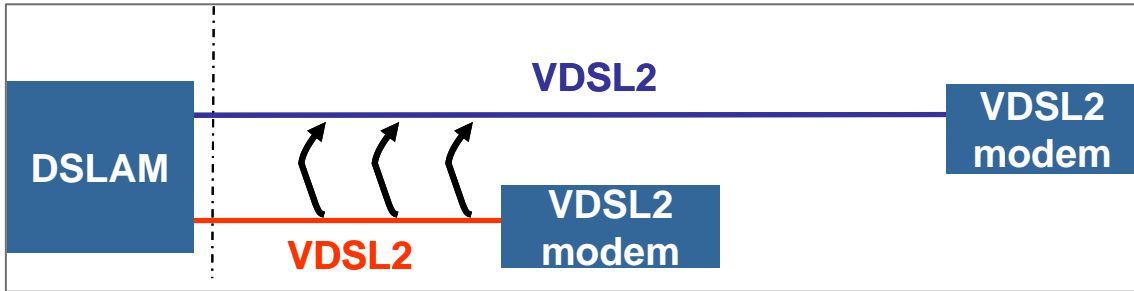


Figura 4: Diagrama esquemática de interferencia upstream

2.3.2.1. Mecanismo de la reducción de potencia por adaptación

La PSD de transmisión de la VTU-R se reducirá mediante un mecanismo determinado por la frecuencia y aplicando el procedimiento siguiente:

- La máscara de la PSD de transmisión, (PSDMASK_{us}, máscara de transmisión en sentido ascendente), para la VTU-R la calculará la VTU-O (VDSL2 Transceiver Unit en la ONU o extremo del operador de bucle) de conformidad con el sistema de gestión de la red definido en el punto 2.3.1.3. La VTU-R es informada de la PSDMASK_{us} al principio de la inicialización.
- La VTU-R realizará el proceso UPBO, que describiremos a continuación en el punto 2.3.2.2, de forma autónoma, es decir, sin enviar ninguna información significativa a la VTU-O hasta que se aplique el procedimiento UPBO.
- Después de aplicar el procedimiento UPBO, la VTU-O podrá ajustar la PSD de transmisión seleccionada por la VTU-R.

2.3.2.2. Máscara de la PSD para la reducción de potencia

La VTR-R evaluará explícitamente la longitud eléctrica de su bucle, kl_0 , y utilizará este valor para calcular la máscara de la PSD para el mecanismo UPBO (UPBOMASK) al principio de la inicialización. Entonces la VTU-R adaptará la señal de transmisión ajustándose estrictamente a la máscara $UPBOMASK(kl_0, f)$ durante la inicialización y el periodo de actividad, siempre por debajo del límite PSDMASK_{us} determinado por la VTU-O y observando el límite que impone el valor máximo de PSD en sentido ascendente de la recomendación.

Para el cálculo de UPBOMASK:

$$UPBOMASK(kl_0, f) = UPBOPSD(f) + LOSS(kl_0, f) + 3.5 \text{ [dBm/Hz]}$$

donde

$$LOSS(kl_0, f) = kl_0 \sqrt{f} \text{ [dB]}$$

$$UPBOPSD(f) = -a - b\sqrt{f} \text{ [dB/Hz]}$$

expresándose f en MHz.

Podemos analizar como $UPBOPSD(f)$ es función de la frecuencia pero independiente de la longitud y el tipo de bucle, que entra en juego en las pérdidas.

Para estimar kl_0 puede utilizarse la fórmula $\min[loss(f)/\sqrt{f}]$. El mínimo es para toda la banda de frecuencias VDSL2 por encima de 1MHz. La función $loss$ es la pérdida del bucle por inserción en dB, a una frecuencia f . Es una definición abstracta que implica una matriz de frecuencias infinitamente fina. En la siguiente figura podemos ver la gráfica $kl = loss(f)/\sqrt{f}$ y $kl_0 = \min[loss(f)/\sqrt{f}]$ en un cable de 0.4mm.

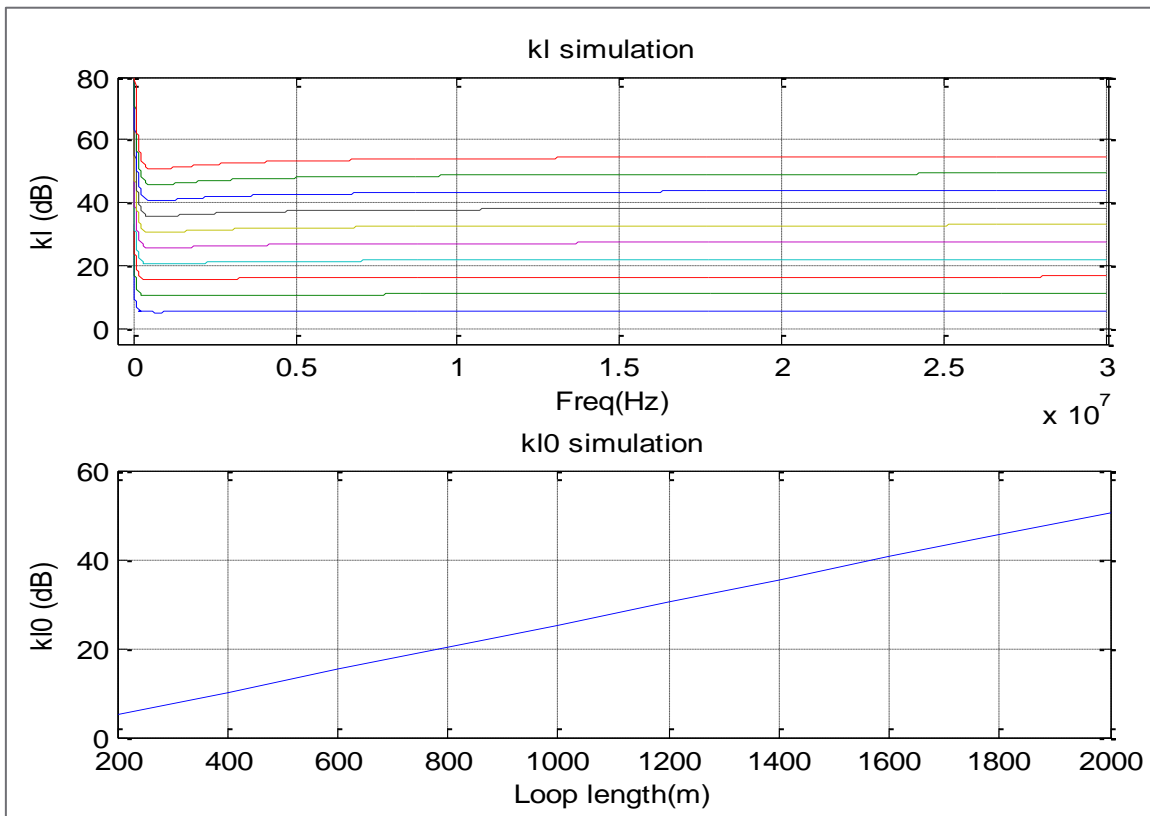


Figura 5: Curvas de kl y kl_0

Podemos observar como el mínimo de kl está alrededor de 1MHz, es por esto que en el protocolo se dice que se tome el mínimo sobre la banda de frecuencia VDSL2 por encima de

1 MHz. En la solución de Broadcom, presente en los CPEs de la red de Jazztel, kl_0 toma el valor de la atenuación de línea a 1 MHz.

Debido a las características del acoplamiento entre bucles de un enlace de cable, el valor FEXT disminuye rápidamente con la longitud del bucle. Cuando la longitud eléctrica del bucle se reduce a menos de 1.8, ya no es necesario reducir la potencia, si el valor de kl_0 es inferior a 1.8, el módem podrá reducir la potencia por adaptación como si kl_0 fuera 1.8.

Se definen distintos parámetros a y b para las distintas bandas de subida del perfil: US1 a, US1 b, US2 a, US2 b, US3 a y US3 b. El parámetro a se define como un valor desde 40 dBm/Hz (codificado como 0) hasta 80.95 dBm/Hz (codificado como 4095) con saltos de 0.01 dBm/Hz mientras que el parámetro b se define como un valor desde 0 (codificado como 0) hasta 40.95 dBm/Hz (codificado como 4095) con saltos de 0.01 dBm/Hz.

2.3.3. DPBO

El objetivo del método es reducir la potencia en sentido descendente inyectada por el transmisor en un punto de flexibilidad (nodo distante, caja de conexión) hasta el mismo nivel esperado en el mismo punto del cable si la señal fuera inyectada en la central.

En la recomendación G.997.1 se definen dos procedimientos para modificar la PSD del canal descendente:

- Un método manual, por el que se dispone de hasta 32 puntos de corte constituidos cada uno por una pareja de valores, siendo el primero de ellos el índice de sub-portadora ($n \times 4,3125$) y el segundo el valor de la PSD expresado en dBm/Hz.
- Un método automático, por el que, a partir de unos parámetros de configuración, se aplica un procedimiento para generar la máscara de transmisión modificada, DPBO, en el que nos centramos.

2.3.3.1. Utilidad del mecanismo DPBO

Para comprender la funcionalidad del mecanismo veamos dos casos de despliegues desde central o armario.

En un despliegue desde central o armario si compartir cable:

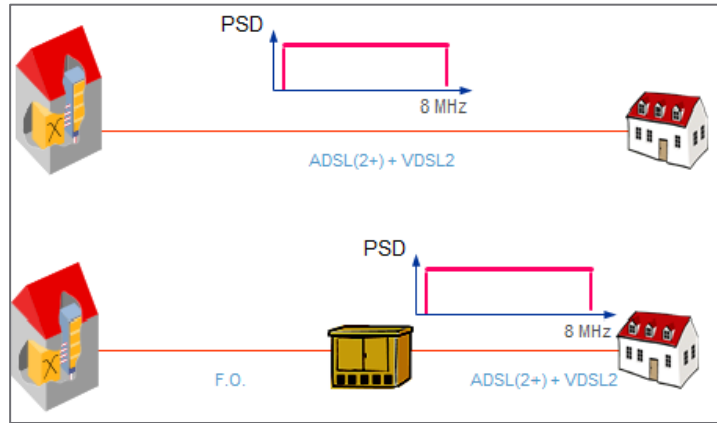


Figura 6: Despliegue desde central o armario sin compartir cable

El uso del espectro completo es siempre posible en los dos casos:

- En el caso de despliegue desde central, porque todas las señales se despliegan desde el mismo punto.
- En el caso de despliegue desde armario, cuando se utilice el cable en exclusiva desde el armario.

Sin embargo no ocurre lo mismo en un despliegue desde armario, compartiendo cable con señales xDSL desde central como vemos en la siguiente figura:

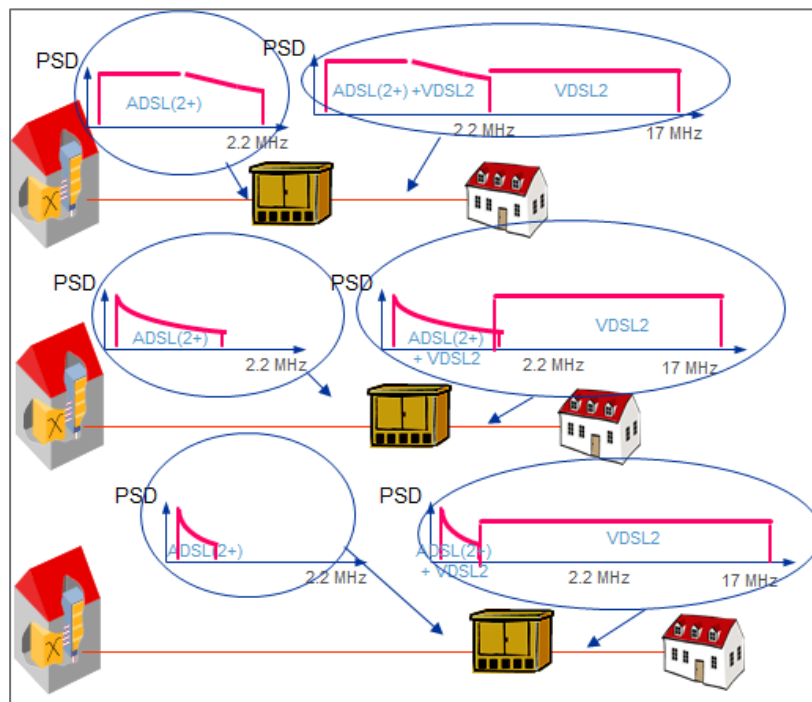


Figura 7: Despliegue desde armario compartiendo cable con señales xDSL desde central

Cuando se despliega VDSL2 desde armario remoto compartiendo cable con señales xDSL desde central, es necesario garantizar la compatibilidad espectral de VDSL2 con dichas señales. La forma de hacerlo es modelar el espectro de la señal VDSL2 hasta 2.2 MHz, de acuerdo a la distancia central-armario, para no interferir las señales xDSL que comparten cable. De esta forma se maximizan las prestaciones del VDSL2 y se iguala el impacto de interferencias a las de otras señales.

2.3.3.2. Modificación automática de la PSD

La G.997.1 define los parámetros de configuración a determinar. Se diferencian dos tipos de parámetros, los que vienen fijados propiamente por las características de la señal ADSL(2+) según se recoge en su propio estándar (máscara de densidad espectral de potencia de salida, frecuencias inferior y superior...) y los que determinan las características del cable existente entre la central y el nodo remoto, o punto de inserción de las señales VDSL2. Estos parámetros se determinan en el proceso de instalación, mediante la realización de medidas eléctricas de atenuación extremo a extremo del tramo real de cable.

Tabla 4: Parámetros DPBO

Parámetro	Significado
DPBOEPSD	La máscara de la densidad espectral de potencia de la señal ADSL(2+) en central.
DPBOESEL	Longitud eléctrica del cable que conecta la central de conmutación con el nodo remoto.
DPBOESCMA	Parámetro A del modelo de cable de la red.
DPBOESCMB	Parámetro B del modelo de cable de la red.
DPBOESCMC	Parámetro C del modelo de cable de la red.
DPBOMUS	Mínima densidad espectral de potencia útil en el nodo remoto.
DPBOFMIN	Frecuencia mínima a partir de la cual se aplicará el DPBO.
DPBOFMAX	Frecuencia máxima hasta la cual se aplicará el DPBO.

El procedimiento aplicado es como sigue:

El primer paso consiste en generar la densidad espectral de potencia de la señal en el nodo remoto $PEPSD(f)$, mediante la fórmula:

$$PEPSD(f) = DPBOEPSD(f) - (DPBOESCMA + DPBOESCMB\sqrt{f} + DPBOESCMC \cdot f) \cdot DPBOESEL$$

Se define la máxima frecuencia útil (MUF) como la frecuencia más alta para la cual la PEPDS es superior que el nivel de DPBOMUS.

Se define la máscara mínima de densidad espectral de potencia, DPBOMPSD(f) entre las frecuencias DPBOFMIN y $F_1 = \min(DPBOFMAX, MUF)$ de la siguiente manera:

$$DPBOMPSD(f) = \begin{cases} -91.5 \frac{dBm}{Hz} & , \text{para } f \leq F_1 - 175kHz \\ \frac{11.5}{17.5}(f - F_1) - 80 \frac{dBm}{Hz} & , \text{para } F_1 - 175kHz < f < F_1 \end{cases}$$

Finalmente, la máscara real que el equipo debe aplicar al nodo remoto debe en cualquier caso, no superar la RESULTMASKds.

$$RESULTMASKds(f) = \begin{cases} \max[\min(PSDMASKds(f), PEPDS(f)), DPBOMPSD(f)] & , \text{para } DPBOFMIN \leq f \leq F_1 \\ PSDMASKds(f) & , \text{en otro caso} \end{cases}$$

2.3.3.3. Ejemplo de simulación

En la siguiente figura podemos ver la densidad espectral de potencia de una señal ADSL2+ a 2000 metros de la central (punto de inserción del nodo remoto), en un entorno interferente de 9 señales ADSL2+ adicionales.

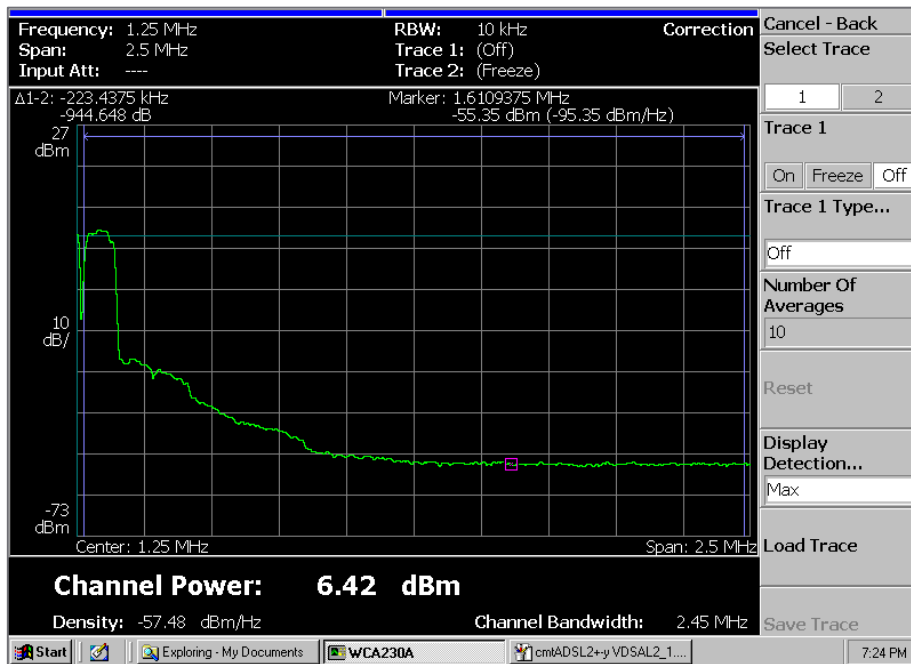


Figura 8: PSD de señal ADSL2+ a 2000m de central

Y la siguiente figura se superpone la de VDSL2 con conformado espectral.



Figura 9: PSD de señal ADSL2+ a 2000m de central y VDSL2 conformada (DPBO)

Como ya dijimos, Jazztel no cuenta con nodos remotos, por lo que el mecanismo DPBO no se verá en profundidad en este proyecto.

Capítulo 3:

3. El simulador y los equipos

3.1.Introducción

Este proyecto se basa en la utilización de un simulador de bucle local, un simulador de ruido multi-output con dos inyectores de ruido, uno para cada lado del circuito, y su correspondiente software de configuración.

En este capítulo presentaremos los equipos pertenecientes al grupo de Ingeniería de Acceso de Jazztel que se han utilizado para la realización del proyecto y se expondrán las configuraciones de estos utilizadas durante el desarrollo de las simulaciones y pruebas.

Se ha aprendido a utilizar estos equipos, configurarlos y montar los distintos escenarios, creando perfiles y especificando conexiones en el DSLAM.

3.2.El simulador de bucle local

El simulador de bucle utilizado es el modelo 458-3SL de Telebyte [12].



Figura 10: Simulador de bucle local 458 de Telebyte

Se trata de una unidad compacta y versátil que acepta hasta 3 módulos para controlar de 1 a 24 canales, ideal para hacer test de modem DSL. Se conecta al PC por RS-232, IEEE-488 o Ethernet para su utilización y configuración con la herramienta software correspondiente. Dispone de una pantalla LCD donde se muestra la longitud simulada de la línea así como opciones de configuración.



Figura 11: Vista frontal del simulador de bucle local 458 de Telebyte

En el panel frontal se encuentra el Keypad de control para aumentar la distancia de línea sin necesidad de acudir al PC.

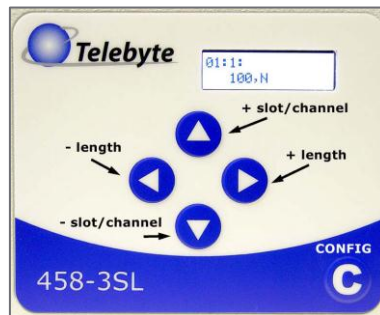


Figura 12: Controles del keypad del simulador de bucle local 458 Telebyte

- La flecha hacia arriba: incrementa el número de ranura/canal.
- La flecha hacia abajo: decrementa el número de ranura/canal.
- La flecha hacia la izquierda: decrementa la longitud.
- La flecha hacia la derecha: incrementa la longitud.
- C: accede al menú secundario para la configuración: RS232, GPIB, etc.

Notar que tanto la parte trasera como la delantera diferirán en función de los módulos de línea instalados en las ranuras.

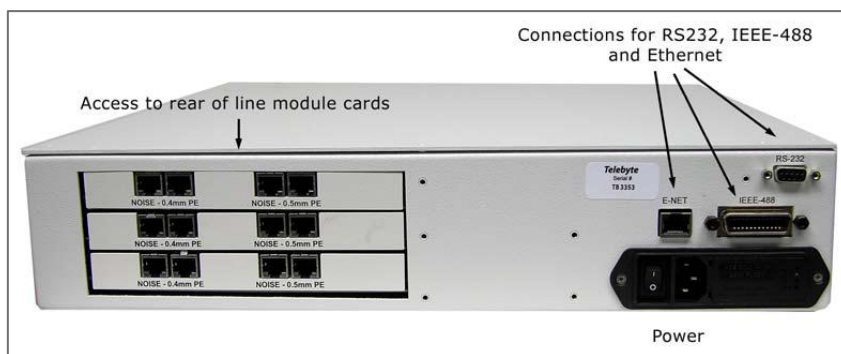


Figura 13: Vista trasera del simulador de bucle local 458 de Telebyte

En el chasis se pueden colocar un máximo de 3 módulos de línea, cada uno de ellos se puede configurar individualmente con el módulo de control. Telebyte proporciona un software GUI de utilización sencilla e intuitiva para el usuario. Los módulos instalados en nuestro caso eran los modelos 458-LM-E1-30-04 que simula cables de 0.4mm tal como se especifica en el documento de especificación técnica ETSI TS 101 288.



Figura 14: Módulo 458-LM-E1-30-04 de Telebyte

La longitud del bucle es programable de 0 a 9000 metros en incrementos de 10 metros. La configuración normal es conectar el CPE al RJ-45 derecho del frontal y el DSLAM al RJ-45 izquierdo del frontal, posteriormente veremos dónde irán los inyectores de ruido ya que este modelo de módulo no incluye un generador de ruido blanco y Gaussiano.



Figura 15: Configuración básica del simulador de bucle

Veamos a continuación una captura de la GUI del simulador.

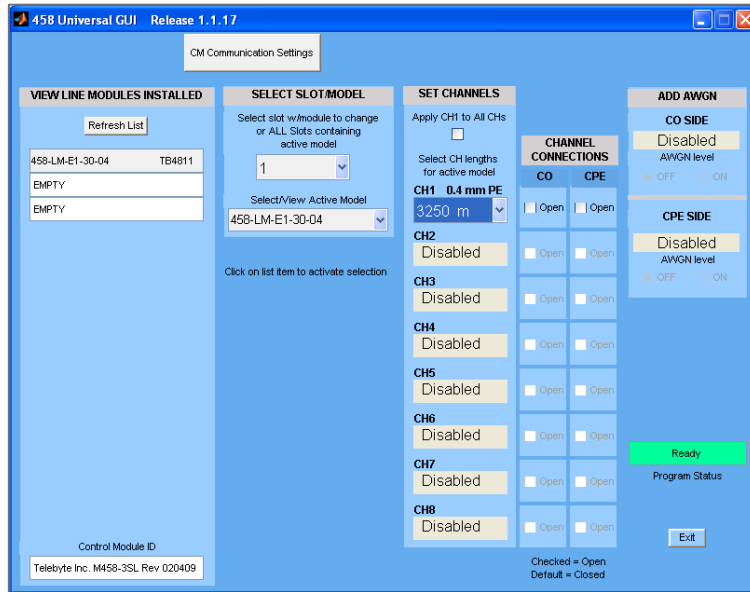


Figura 16: GUI del simulador de bucle

En la parte izquierda en *VIEW LINE MODULES INSTALLED* se ven los módulos instalados en las ranuras, nosotros tenemos únicamente la primera ranura ocupada con el módulo ya descrito 458-LM-E1-30-04.

En el menú *SELECT SLOT/MODEL* seleccionamos el slot que queremos configurar y veremos el módulo activo.

Dentro de *SET CHANNELS* introducimos la longitud del bucle para cada canal del módulo que queramos, pudiendo poner la misma para todos ellos. En nuestro caso el módulo instalado solo tiene un canal.

En *CHANNEL CONNECTIONS* podemos elegir si algún lado del circuito, CO o CPE, estará abierto para la simulación, en nuestras pruebas nunca ocurrirá.

Por último en la parte derecha podemos ver el estado de los inyectores AWGN del módulo pudiéndolos activar o desactivar. Como ya vimos nuestro módulo no dispone de inyectores y los añadiremos al sistema junto con el simulador de ruido.

Cada vez que cambiamos la longitud del bucle observamos a la derecha el estado del programa cambiando de *ocupado* a *listo* una vez realizada la operación.

3.3.El simulador de ruido y los inyectores

Además de simular distancia en el bucle necesitamos un simulador de ruido para emular las interferencias producidas por otras líneas que llegan al DSLAM. Para ello hemos contado con el simulador de ruido multi-salida de Telebyte, modelo 4901.



Figura 17: Simulador e inyectores de ruido

El simulador de ruido 4901 proporciona de 2 a 32 canales independientes de ruido. El sistema puede incorporar hasta 8 tarjetas AWG, cada una de las cuales puede ser configurada con 2 o 4 canales. Constituye una potente solución y de fácil expansión añadiendo dichas tarjetas. El sistema incluye un software de fácil manejo donde están disponibles las interferencias más comunes en ADSL2+ y VDSL2 así como ruidos impulsivos, como REIN, SHINE y PEIN. A parte el usuario puede definir sus propios ruidos o interferencias. El programa permite la utilización de archivos MATLAB (.mat) o Excel (.xls) para su definición.



Figura 18: Simulador de ruido, vista frontal y trasera

En nuestro caso teníamos una única tarjeta AWG instalada con dos canales independientes. Esta solución viene con PC incluido al que solo hay que conectar teclado, ratón y pantalla

Para introducir el ruido creado en el simulador a ambos lados del circuito contamos con dos inyectores de ruido en modo diferencial de Telebyte modelo 4901-D1. Son la interfaz entre el simulador de ruido y el simulador de bucle

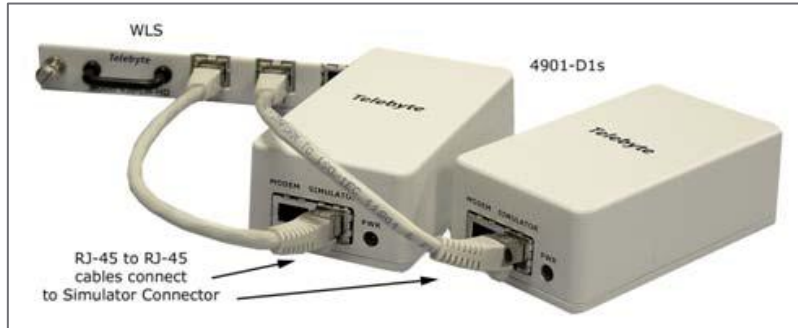


Figura 19: Inyectores de ruido 4901-D1, conexiones frontales

La conexión con el simulador de bucle se realiza como vemos en la figura anterior por la parte frontal, a través de los conectores RJ-45. En los propios inyectores quedarán dos libres para conectar a CPE y DSLAM.

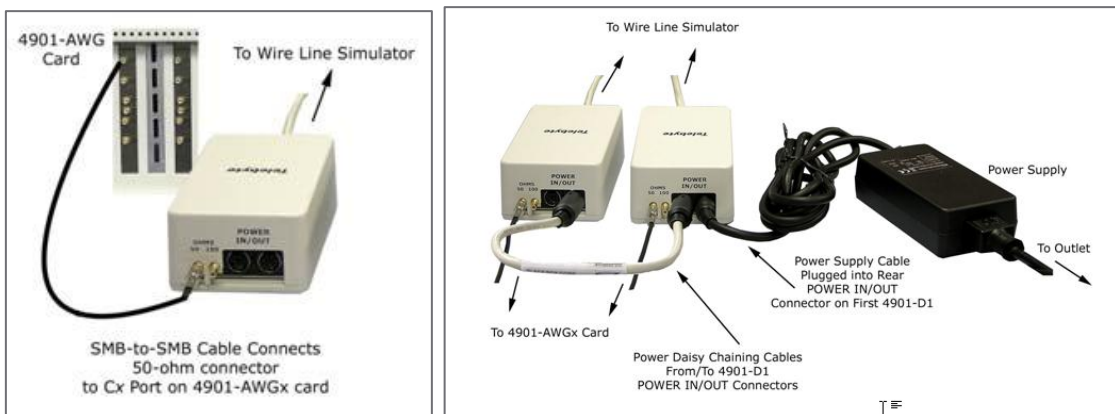


Figura 20: Inyectores de ruido 4901-D1, conexiones traseras

Por la parte trasera se realizan las conexiones tanto como con el simulador de ruido como de alimentación. La conexión con el simulador de ruido se realiza con un cable SMB, y si al inyector únicamente le conectamos un canal de ruido este lo hará en el conector de 50-ohm.

Veamos una captura del software del 4901-NS:

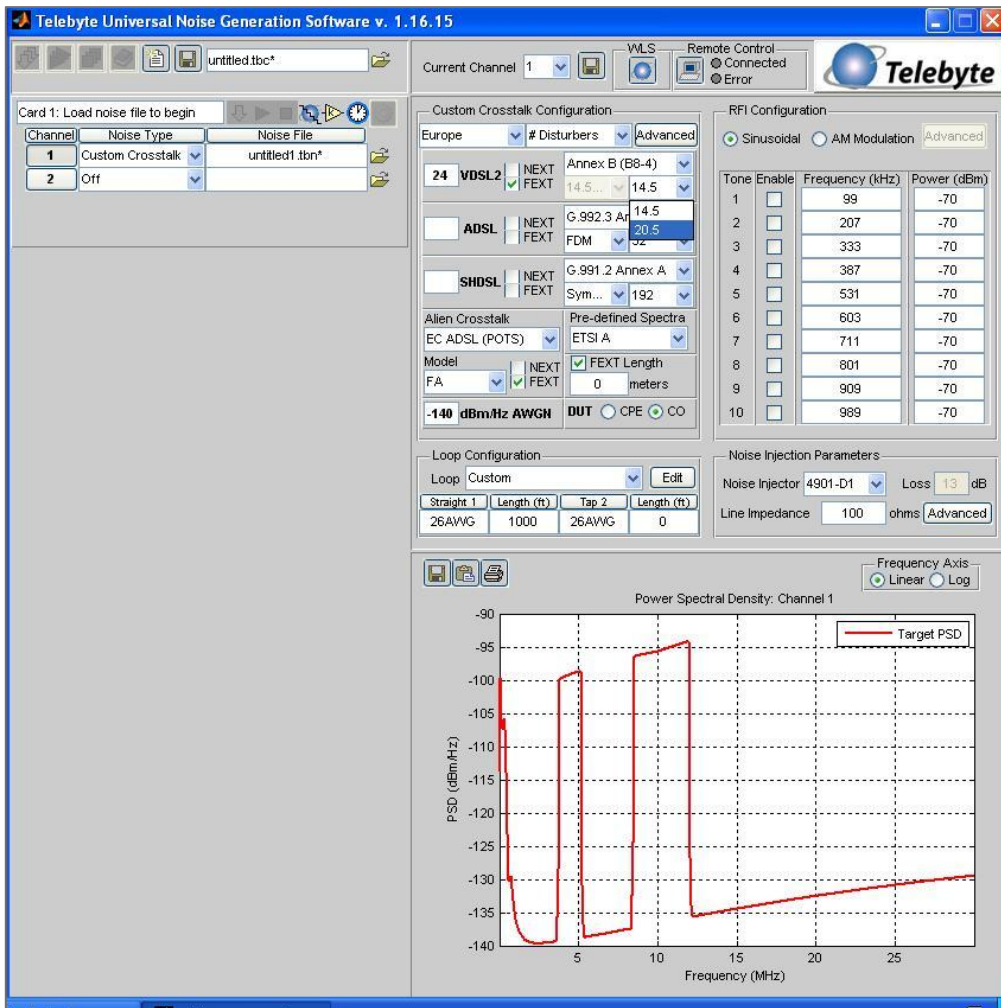


Figura 21: GUI del simulador de ruido

En la parte izquierda aparecerán las tarjetas 4901-AWG instaladas. En nuestro caso aparece la única que tenemos montada.



Figura 22: Barra de menú de la GUI del simulador de ruido

En la barra de menú aparecen iconos para cargar, inyectar y detener el ruido en todas las tarjetas; acceder a la librería de ruidos; crear un nuevo perfil de configuración y guardar el perfil de configuración de ruido de todas las tarjetas con el nombre que introduzcamos en el campo; abrir un perfil ya guardado para todas las tarjetas o seleccionar canal y guardar únicamente el canal actual. En la parte derecha tenemos la sección de configuración del control remoto, que conectará con el simulador de bucle para que, en caso que queramos, no tener la necesidad de utilizar las dos GUI, seleccionando la longitud del bucle desde esta.

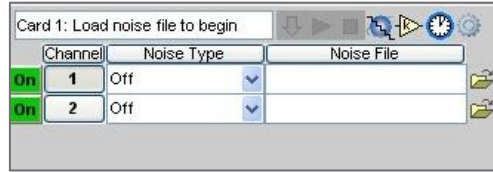


Figura 23: Selección del tipo de ruido en la GUI del simulador

Dentro de la ventana de selección de tipo de ruido, a parte de los iconos para cargar, inyectar y parar el ruido en la tarjeta en la que estemos, se puede seleccionar como tipos de ruido: interferencia de usuario (*User Crosstalk*), interferencia personalizada (*Custom Crosstalk*) e impulso personalizado (*Custom Impulse*). Nosotros utilizaremos *Custom Crosstalk* en el canal 1 que es el que tenemos conectado a los inyectores.

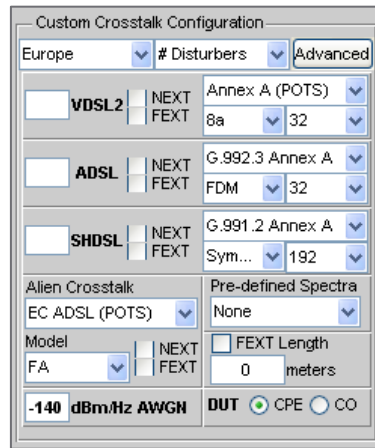


Figura 24: Configuración de las interferencias personalizadas

Una vez seleccionado *Custom Crosstalk* nos aparecerá en la ventana el menú de configuración donde seleccionaremos la región Europea y en los campos siguientes el tipo de interferencia de nuestro entorno, pudiendo elegir entre distintos números de señales VDSL2, ADSL, SHDSL o escenarios específicos de los TS de la ETSI o TR. Con las casillas de selección elegimos añadir NEXT o FEXT a nuestro ruido. En nuestras simulaciones seleccionaremos FEXT e introduciremos la distancia en *FEXT Length* que es utilizada para el cálculo.

En el menú *advanced* podemos definir fluctuaciones en las interferencias, aunque en nuestro caso no se ha utilizado, teniendo siempre un escenario fijo. También aquí habilitaremos y configuramos los parámetros de VDSL Power Back-off de las señales interferentes.

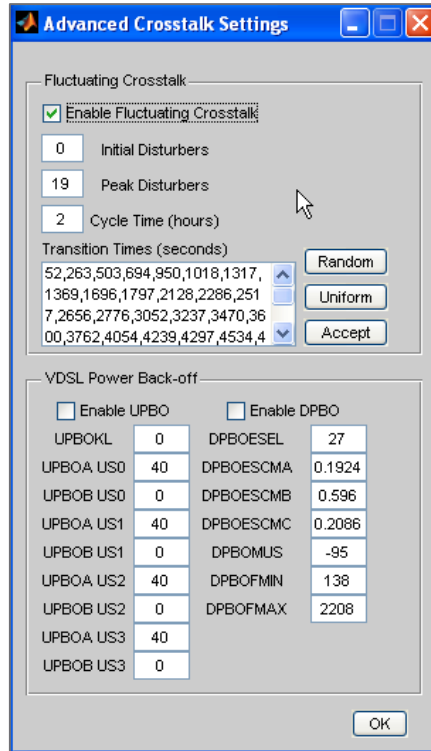


Figura 25: Menú avanzado de las interferencias

En el menú de configuración de bucle podemos seleccionar las características de nuestro bucle. En el menú *editar* podemos elegir el número de tramos y tipo de cable de nuestro bucle, pudiendo incluir ramas laterales y elegir la longitud en metros o pies. En una gráfica iremos viendo la gráfica de la atenuación variando en función de los parámetros que seleccionemos.

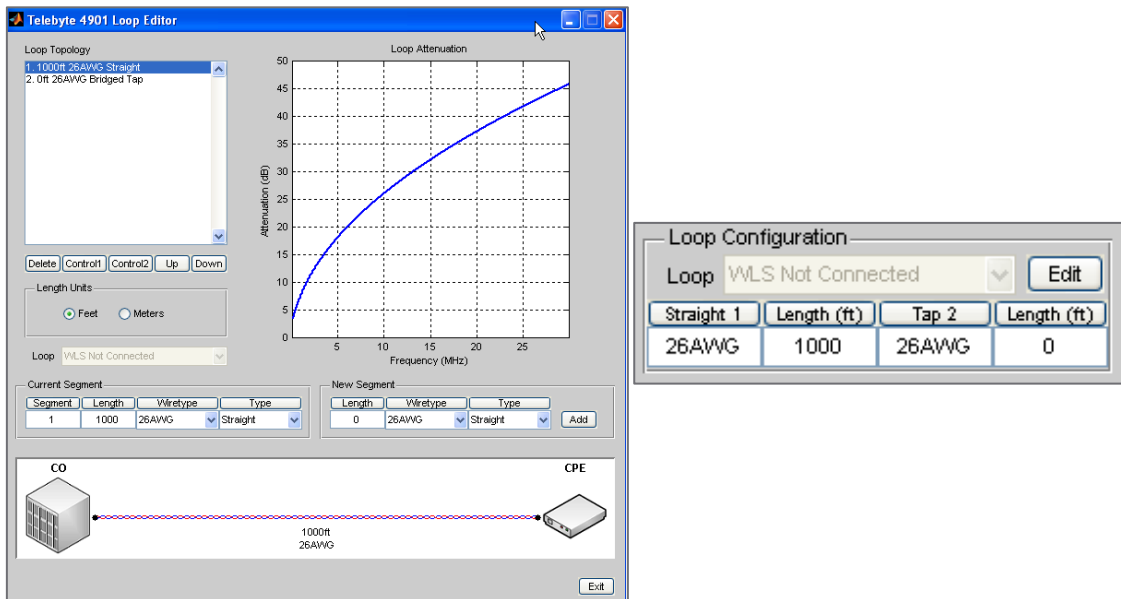


Figura 26: Editor y configurador del bucle

Por último en la parte derecha tenemos la sección gráfica de la PSD donde se muestra la gráfica PSD resultado de la actual configuración de las interferencias. Esta gráfica puede ser copiada, impresa o guardada en distintos formatos. El cursor puede utilizarse como zoom para acercarse o alejarse en la gráfica. Una vez se guarda la configuración se mostrará en azul la PSD estimada (ruido a generar) en contraposición de la PSD teórica.

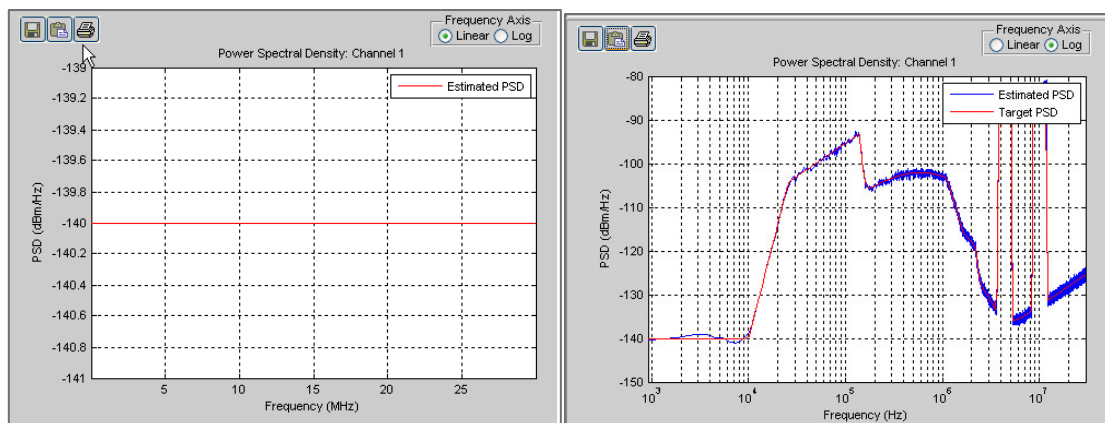


Figura 27: Sección gráfica de la PSD

3.4.DSLAM VDSL2

Huawei [13] es el fabricante que ofrece la provisión y despliegue de la red de Jazztel. Huawei Technologies Co. (Huawei) opera en España desde 2001, año en que comenzó sus actividades mediante una oficina de representación comercial.. En el año 2004, la empresa creó la filial Huawei Technologies S.L. (Huawei España), mostrando su compromiso de permanencia y crecimiento en el mercado español. En la actualidad, Huawei España cuenta con más de 600 profesionales trabajando en el país.

Para el despliegue de VDSL2 se utiliza el equipo MA5600T, la primera plataforma de acceso global “todo en uno” que soporta acceso integrado por cobre y óptico. Proporciona servicios de acceso de alta densidad a través de POTS, RDSI, G.HDSL, ADSL2+/VDSL2, GPON y P2P por fibra Ethernet, servicios triple play, servicios de línea arrendada TDM/ATM/Ethernet. Además, soporta acceso a bases móviles.

Existen dos modelos, el MA5603T con 6 ranuras de servicio y el MA5600T que cuenta con 16 ranuras de servicio. Se detallan algunas características a continuación.



Figura 28: MA5600T

- Soporta múltiples métodos de acceso: VDSL2, ADSL2+, G.SHDSL, POTS, ISDN, GPON, Ethernet P2P...
- Soporta múltiples escenarios: FTTC, FTTB, FTTH, FTTO, FTTM...
- Gran capacidad para provisión de servicios IPTV, 8000 usuarios multicast y 4000 canales multicast.
- Capacidad de tarjeta madre posterior de 3.2 Tbits/s, capacidad de conmutación de 960Gbps y direcciones MAC de 512k.
- Conmutación de L2/L3 a velocidad de línea.
- Ruteo estático/RIP/OSPF/MPLS
- Hasta 36 interfaces 10 GE o 384 interfaces GE.
- Puertos GEM de 4k y T-CONT de 1k por puerto GPON, con una relación de separación de hasta 1:128.

3.5.CPE VDSL2

De los CPEs que dispone Jazztel el utilizado para nuestras pruebas es el Comtrend VR 3025-un (también llamado CT-5374) [14].



Figura 29: CPE VDSL2 Comtrend VR-3025-un

Algunas de las características de este CPE son:

- 4 puertos LAN Fast Ethernet 10/100 Base-T.
- 1 puerto USB.
- Soporta ADSL2+ y VDSL2.
- Cambia automáticamente entre ADSL2+/VDSL2 en función de la configuración del puerto en el DSLAM.
- Compatible hasta con el perfil 17a de VDSL2.
- UPnP.
- 802.11n integrado (compatible con 802.11b/g).
- WPA y 802.1x.
- Cliente RADIUS.
- Filtrado de dirección IP/MAC.
- Asignamiento de IP dinámico.
- IP QoS.
- NAT/PAT.
- DHCP Server/Relay/Client.
- DNS Proxy.
- Soporta administración remota, actualización de firmware y configuración automática.
- Soporta TR-069/TR-098/TR-111.
- Servidor FTP/TFTP.

3.6. Configuración del sistema para las simulaciones

Veamos una imagen que ilustra la configuración global que hemos utilizado para la realización de todas las simulaciones.

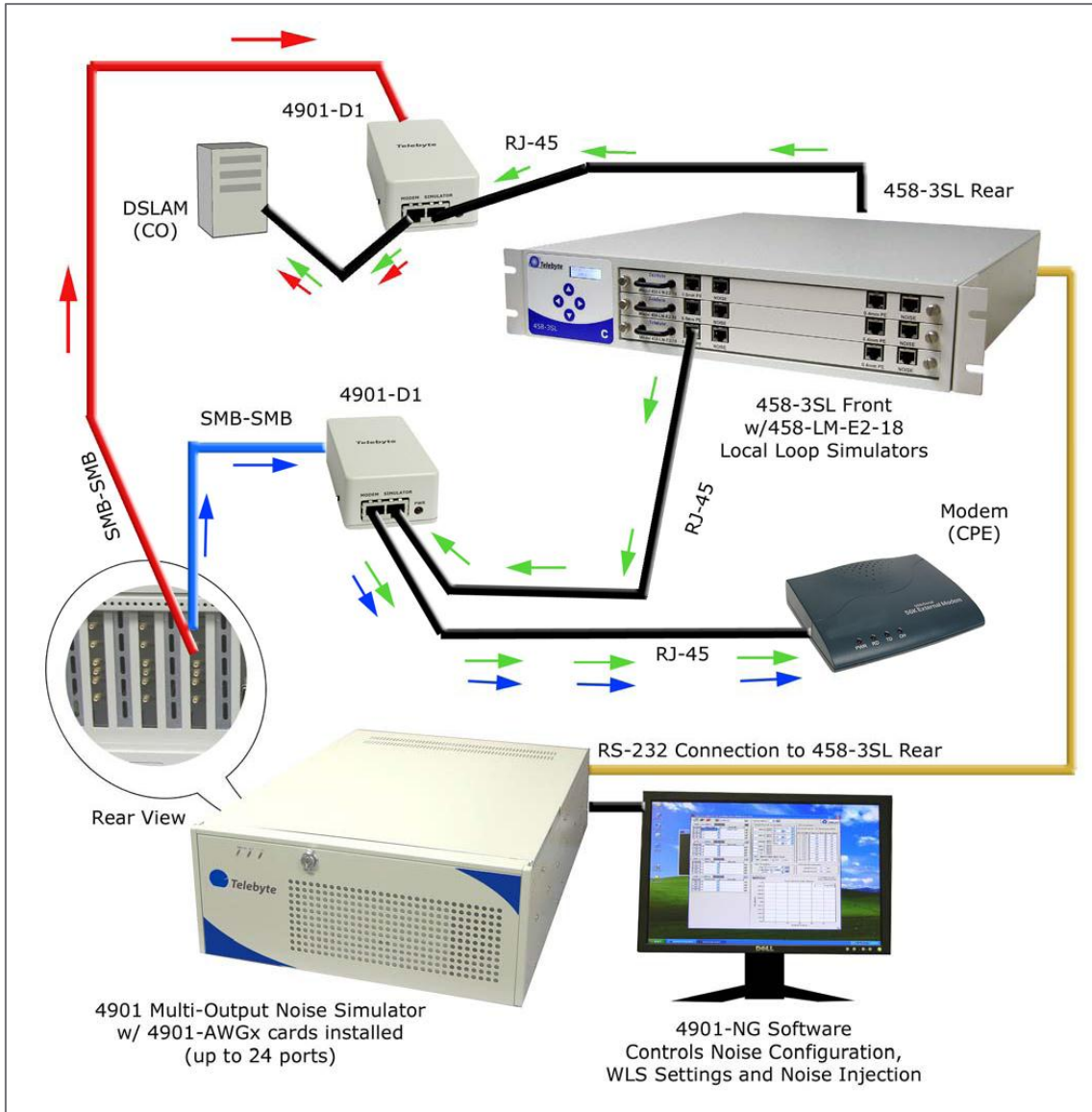


Figura 30: Configuración global del sistema

Con esta configuración tenemos interferencias en CO y CPE con una sola tarjeta en el simulador de ruido. Cada puerto de la tarjeta del simulador de ruido 4901-AWG es conectado a un inyector 4901-D1. El inyector combina la señal del simulador de bucle local y la tarjeta del simulador de ruido y la inyecta en la unidad bajo test en ambos lados (CO y CPE) simultáneamente.

Capítulo 4:

4. Escenarios de simulación

4.1.Introducción

El objetivo de estas pruebas es comprobar la diferencia de rendimiento de un enlace VDSL2 en función de los valores 'a' y 'b' del mecanismo UPBO así como modelar el comportamiento en un entorno interferente.

Según queda reflejado en la Unidad de Seguimiento de la OBA, Telefónica propuso unos valores iniciales basados en la especificación de VDSL1 del documento ETSI TS 101 270-1 [15]: U1 a=47,30 b=26,21. U2 a=54,00 b=17,36.

Jazztel por su parte tenía sus valores recomendado por el fabricante Huawei: U1 a=56,50 b=10,20. U2 a=56,50 b=6,15.

Los valores de Telefónica fueron presentados a los operadores que iniciaban el despliegue de VDSL2 a nivel nacional y que, de no acordar unos valores comunes, se podrían ver mermadas las prestaciones del canal ascendente por interferencias mutuas. Tras realizar pruebas de laboratorio y atendiendo a circunstancias internas (modelo de negocio, velocidades objetivo, etc.) se consideró que sería necesario aumentar el valor de UPBOPSD. Telefónica propuso unos nuevos valores y, de nuevo, tras su evaluación por los operadores, fueron consensuados tal como se puede constatar en la resolución [16].

Los valores consensuados en conformidad fueron: Despliegue desde central: U1 a=47,30 b=23,19. U2 a=54,00 b=15,79. Despliegue desde nodo remoto: U1 a=46,27 b=16,78. U2 a=54,6 b=11,84.

Por lo tanto estos serán los valores de los parámetros que vamos a utilizar en las simulaciones junto con el valor dado para NOISE F en el TS 101 270-1, por tener otro escenario más a comparar.

Tabla 5: Valores a y b utilizados en las simulaciones

	Banda	a (dBm/Hz)	b (dBm/Hz)	f2 (Hz)	f3 (Hz)	UBPOPSD (dBm/f2)	UBPOPSD (dBm/f3)
Telefónica	US1	47,30	26,21	3750	5200	-98.06	-107.07
	US2	54	17,36	3750	5200	-87.62	-93.59
Noise F	US1	47,3	19,77	3750	5200	-85.58	-92.38
	US2	54	15,77	3750	5200	-84.54	-89.96
JAZZTEL	US1	56,5	10,2	3750	5200	-76.25	-79.76
	US2	56,5	6,15	3750	5200	-68.41	-70.52
Valores consensuados	US1	47,3	23,19	3750	5200	-92,21	-100,18
	US2	54	15,79	3750	5200	-84,58	-90,01

Notad que aunque se configuren valores para U2, no influirán al utilizar la máscara B8-4 que omite esa banda de transmisión en upstream.

El porqué de distintos valores de los parámetros dependiendo de despliegue desde nodo o central merece un detenido estudio:

Los valores de *a* y *b* en el despliegue desde nodos remotos están optimizados para las distancias a las que se van a localizar los módems que dependan de dichos nodos, obviamente, inferiores a las que puedan darse cuando se despliega desde una central.

Con respecto de los nodos remotos, pueden darse dos casuísticas:

- que intercepten cable desde central,
- que no intercepten cable desde central.

Desde el punto de vista interferente, el caso de un nodo que no intercepte el cable desde central es igual a un despliegue desde ella pero con unas distancias inferiores. Por tanto, al ser una red con longitudes de bucles más reducidas, puede aplicarse un nivel de UPBOPSD más elevado sin generarse ningún tipo de interferencia en los canales UP ya que entraría antes en funcionamiento el mecanismo UPBO y llegarían al nodo todos ellos con la misma PSD.

En el caso de un nodo remoto que intercepte un cable desde central, centrándonos en las interferencias de los canales UP y el VDSL2, podemos encontrarnos con dos casos:

- módems conectados al DSLAM en central,
- módems conectados en el nodo remoto.

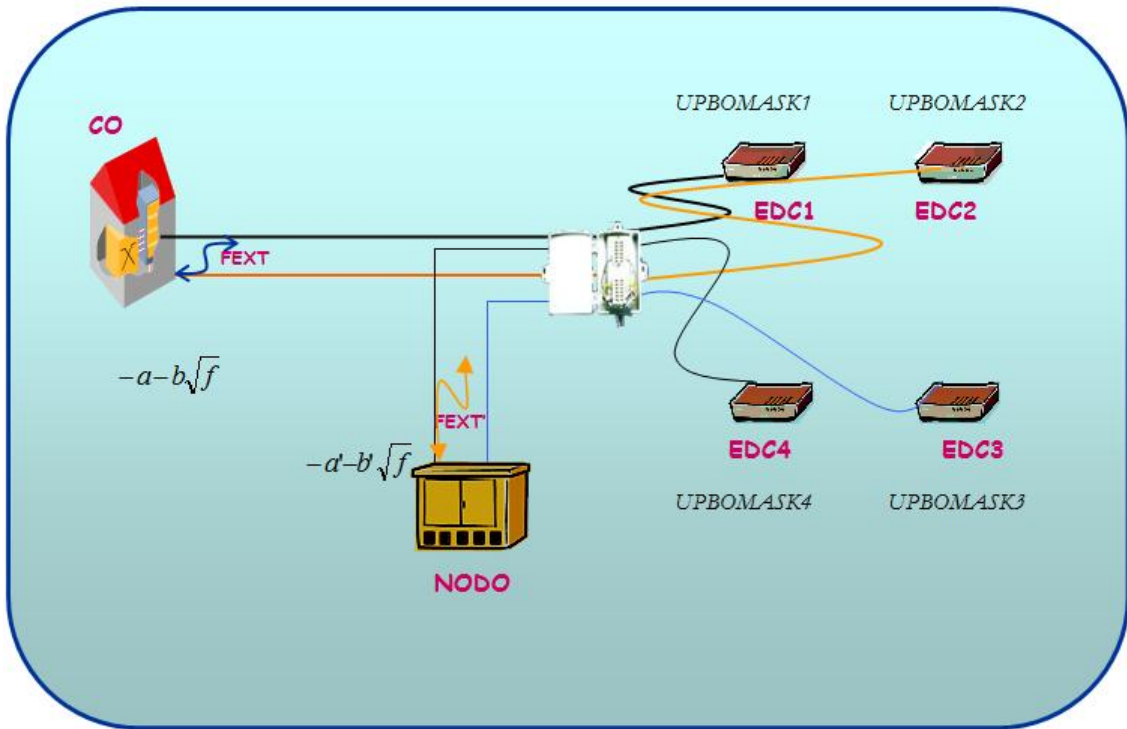


Figura 31: Ejemplo de nodo remoto

Tomando como base la figura anterior, el análisis interferente de los canales UP sería el siguiente. Los equipos de cliente EDC1 y EDC2 llegarán a la central con una UPBOPSD de acuerdo a los valores a y b aplicados en el DSLAM de central, produciendo la FEXT correspondiente. Por otra parte, los equipos de cliente EDC3 y EDC4, llegarán al nodo remoto con una UPBOPSD', de acuerdo con los valores de a' y b' aplicados en el DSLAM del nodo remoto, produciendo una FEXT'. Como la interferencia FEXT únicamente afecta a los puertos de llegada (pares que llevan señal de VDSL2 por el mismo tramo de bucle), aunque el nivel de la UPBOPSD de los equipos de cliente 3 y 4 (que dependen del nodo) sea mayor, la FEXT producida por estos equipos quedará confinada en el nodo, dado que es el origen de esta parte de la Unidad Básica (UB), por lo que la FEXT producida en la central por el resto de pares de la UB no se vería incrementada por la mayor UPBOPSD de los módems atendidos desde el nodo.

Por tanto, dado que desde el punto de vista interferente de los canales UP, en los nodos que no interceptan cable desde central no es aplicable (se comportaría como una central) y en los nodos que sí lo hacen, un incremento de la FEXT en los pares que atienden equipos de cliente desde el nodo no produce un incremento en la FEXT de los pares atendidos desde central, no se ve problema en incrementar el valor de UPBOPSD con objeto de optimizar el uso de bucles de menor longitud.

4.2. Descripción de las pruebas

Las pruebas consistirán en obtener gráficas de sincronismo y potencia para los escenarios descritos a continuación, utilizando el simulador de bucle e inyector de ruido VDSL en función de la distancia (0m~3750m) del bucle, para ello nos conectamos vía Telnet al DSLAM y ejecutamos los comandos pertinentes (en el Apéndice B se puede ver el código de un script) para cada longitud simulada una vez realizada la sincronización CPE-DSLAM.

- Escenario inicial: bucle con ruido blanco (-140dBm/Hz) sin fuentes interferentes.
- Escenario 1: bucle con ruido blanco (-140dBm/Hz) y 24 fuentes interferentes VDSL2 con parámetros a y b de Telefónica a 0 metros de distancia.
- Escenario 2: bucle con ruido blanco (-140dBm/Hz) y 24 fuentes interferentes VDSL2 con parámetros a y b Jazztel a 0 metros de distancia.
- Escenario 3: bucle con ruido blanco (-140dBm/Hz) y 24 fuentes interferentes VDSL2 con parámetros a y b de Jazztel a 750 metros de distancia.
- Escenario 4: bucle con ruido blanco (-140dBm/Hz) y 24 fuentes interferentes VDSL2 con parámetros a y b de Telefónica a 750 metros de distancia.
- Escenario 5: bucle con ruido blanco (-140dBm/Hz) y 24 fuentes interferentes VDSL2 con parámetros a y b Noise F a 0 metros de distancia.
- Escenario 6: bucle con ruido blanco (-140dBm/Hz) y 24 fuentes interferentes VDSL2 con parámetros a y b consensuados a 0 metros de distancia.

Para cada escenario se obtendrán los resultados de la línea configurada con cada una de las parejas de valores de parámetros a y b vistos en la tabla anterior, para ello se crean cuatro perfiles VDSL2 en el DSLAM sin límite de velocidad configurados con ellos (Véase Apéndice A). Tomaremos valores de atenuación, velocidad de sincronización, SNR, retardo por interleaving e INP (Impulse Noise Protection) todo ello para bajada y subida, además de potencia transmitida y recibida.

4.3. Escenario inicial

En el escenario inicial inyectamos únicamente al bucle de abonado ruido blanco y Gaussiano (-140dBm/Hz), en este caso sin fuentes interferentes. Realizamos esta primera simulación para tener la visión de un escenario ideal, donde deberíamos obtener las mejores prestaciones de conexión que nos servirá para compararla con el resto de escenarios y ver cuánto hemos perdido debido a las interferencias añadidas. Una vez configurado el simulador de ruido y haciendo un barrido de longitud con el simulador de bucle los resultados obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 6: Escenario inicial, UPBO Telefónica

UPBO DATOS TELEFÓNICA										
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº símb.)	INP up (Nº símb.)	Pot. Tx/Rx (dBm)
250	10.0/5.7	71675	6528	11,2	8,5	7	5	1	0,5	17.1/-23.6
500	15.2/7.2	59041	6554	10,5	8,2	8	5	1	0,5	17.2/-10.7
750	20.0/11.5	44013	6726	10,2	8,2	11	6	1	0,6	17.3/3.3
1000	24.2/13.5	32480	3178	9	8	15	4	1	0,6	17.4/6.2
1250	28.7/16.5	25549	1155	8	8	19	8	1,1	0,8	18.2/10.5
1500	32.5/19.0	17690	1143	7,7	8,2	28	8	2,3	0,5	18.5/10.5
1750	36.0/21.5	14596	1105	8	8	32	8	2,5	1	18.4/10.5
2000	39.0/24.7	10089	1093	8	8	32	9	3,2	0,5	18.0/10.5
2250	42.5/26.5	9058	966	8	8	32	9	3,4	0,5	17.9/10.5
2500	46.0/29.2	7145	913	8,2	8	32	9	4,2	0,7	17.5/10.5
2750	49.5/31.0	6476	885	8	8	32	9	2,6	0,8	17.5/10.5
3000	52.7/33.7	5150	859	8	8	32	9	3,2	0,8	17.1/10.5
3250	56.2/37.0	4145	771	8	8	31	10	3,3	0,9	16.4/10.5
3500	59.5/39.5	3116	717	8	8	32	11	4	0,9	15.7/10.5
3750	62.7/40.0	2388	576	7,7	8	32	13	4	1,2	15.0/10.3

Tabla 7: Escenario inicial, UPBO Jazztel

UPBO DATOS JAZZTEL										
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº símb.)	INP up (Nº símb.)	Pot. Tx/Rx (dBm)
250	10.2/6.0	67310	16050	10	9	4	14	1	0,5	17.2/1.0
500	15.5/7.2	58055	12890	11	9,7	7	8	1	0,5	17.4/6.3
750	20.2/11.5	44002	7256	11	9,5	10	7	1	0,5	17.4/6.3
1000	24.5/13.5	33055	2417	9,7	9	15	5	1	0,8	17.4/5.9
1250	28.7/16.7	25230	1102	9,2	10	20	8	1	1	18.2/10.4
1500	32.5/19.0	17456	1083	9	9,7	28	8	1,7	1	18.5/10.5
1750	36.0/21.7	13819	1065	9	9,7	32	8	2,5	0,7	18.4/10.4
2000	39.2/25.0	9676	1035	8,7	9	31	9	3,4	0,7	17.7/10.5
2250	42.7/26.7	8836	917	9,5	9,5	32	9	3,4	0,7	17.5/10.5
2500	46.2/29.5	7212	859	9	9	32	9	4,2	0,8	17.4/10.5
2750	49.7/31.0	6968	833	9	9	32	9	2,7	0,8	17.5/10.5
3000	53.0/33.7	5313	798	9	9	32	10	3,2	0,8	17.2/10.5
3250	56.5/37.0	4458	706	9,2	9,7	32	11	3,5	1	16.9/10.5
3500	59.7/39.5	3259	650	9	9	32	12	4	1	15.6/10.5

UPBO DATOS JAZZTEL										
3750	63.0/40.2	2686	521	9,2	10	32	14	4	1,3	15.3/10.3

Tabla 8: Escenario inicial, UPBO Noise F

UPBO DATOS NOISE F										
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº símb.)	INP up (Nº símb.)	Pot. Tx/Rx (dBm)
250	10.2/6.0	70834	11307	11	9,2	6	8	1	0,6	17.2/-9.9
500	15.2/7.2	58235	11459	8,7	8	7	8	1	0,5	17.3/3.2
750	20.2/11.5	43749	7018	8,5	8	10	8	1	0,6	17.3/6.3
1000	24.2/13.5	32408	2604	8,7	8	15	5	1	0,7	17.5/6.0
1250	28.7/16.7	25599	1143	8	8,2	19	8	1,1	0,5	18.2/10.5
1500	32.5/19.0	17854	1132	7,7	8	27	8	2,1	0,5	18.5/10.5
1750	36.0/21.5	14769	1097	8,2	8,7	32	9	2,2	0,5	18.4/10.5
2000	39.2/25.0	10286	1065	8	8	32	8	3,2	0,7	18.0/10.5
2250	42.5/26.7	9148	943	8	8,2	32	8	3,7	0,7	17.9/10.5
2500	46.0/29.2	7306	898	8,2	8	32	9	4,2	0,7	17.5/10.5
2750	49.7/31.0	6476	867	8	8	32	9	2,6	0,8	17.5/10.5
3000	52.7/33.7	5187	821	8	8	32	9	3,2	0,8	17.1/10.5
3250	56.2/37.0	4073	736	7,7	8	31	10	3,4	0,9	16.4/10.5
3500	59.7/39.5	3109	672	8,2	9,5	32	11	4	1	15.7/10.4
3750	62.7/40.2	2351	552	7,7	8	32	14	4	1,2	15.0/10.3

Tabla 9: Escenario inicial, UPBO consensuado

UPBO DATOS VALORES CONSENSUADOS										
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº símb.)	INP up (Nº símb.)	Pot. Tx/Rx (dBm)
250	10.0/6.0	71098	9193	9,2	8	6	8	1	0,5	17.1/-17.3
500	15.2/7.2	58722	9308	10,5	8	7	8	1	0,5	17.2/-4.2
750	20.0/11.5	43862	7940	8,7	8	10	7	1	0,5	17.3/6.3
1000	24.2/13.5	32561	3212	10,2	8	15	5	1	0,6	17.4/6.2
1250	28.7/16.5	25596	1155	8	8	20	8	1	0,8	18.1/10.5
1500	32.5/19.0	17715	1143	7,7	8	28	8	1,7	0,5	18.5/10.5
1750	36.0/21.5	14508	1102	8	8	32	8	2,5	1	18.4/10.5
2000	39.0/24.7	9949	1093	7,7	8	32	9	3,2	0,5	17.9/10.5
2250	42.5/26.5	9118	970	8	8	32	9	3,4	0,5	17.9/10.5
2500	46.0/29.2	7212	913	8,5	8,5	32	9	4,2	0,7	17.5/10.5
2750	49.5/31.0	6525	889	8	8	31	9	2,6	0,8	17.5/10.5
3000	52.7/33.7	5131	863	8	8	32	9	3,2	0,8	17.1/10.5
3250	56.2/37.0	4126	779	8	8,5	31	10	3,3	0,9	16.4/10.5
3500	59.5/39.5	3131	725	8	8	32	11	3,9	0,9	15.7/10.5
3750	62.7/40.0	2381	587	8	8	32	13	4	1,1	14.9/10.3

Escenario inicial

Para este primer escenario vamos a ver gráficamente todos los parámetros, en los escenarios siguientes nos centraremos únicamente en los más destacados: velocidad de bajada y subida y potencia recibida para ver los efectos del UPBO.

La velocidad downstream y upstream es la velocidad de bajada y subida de sincronización entre CPE y DSLAM. Esperamos obtener pocas diferencias en bajada ya que el mecanismo UPBO no debería afectar en ese sentido y obtener diferencias significativas en subida como consecuencia de los distintos valores de los parámetros a y b del mecanismo UPBO.

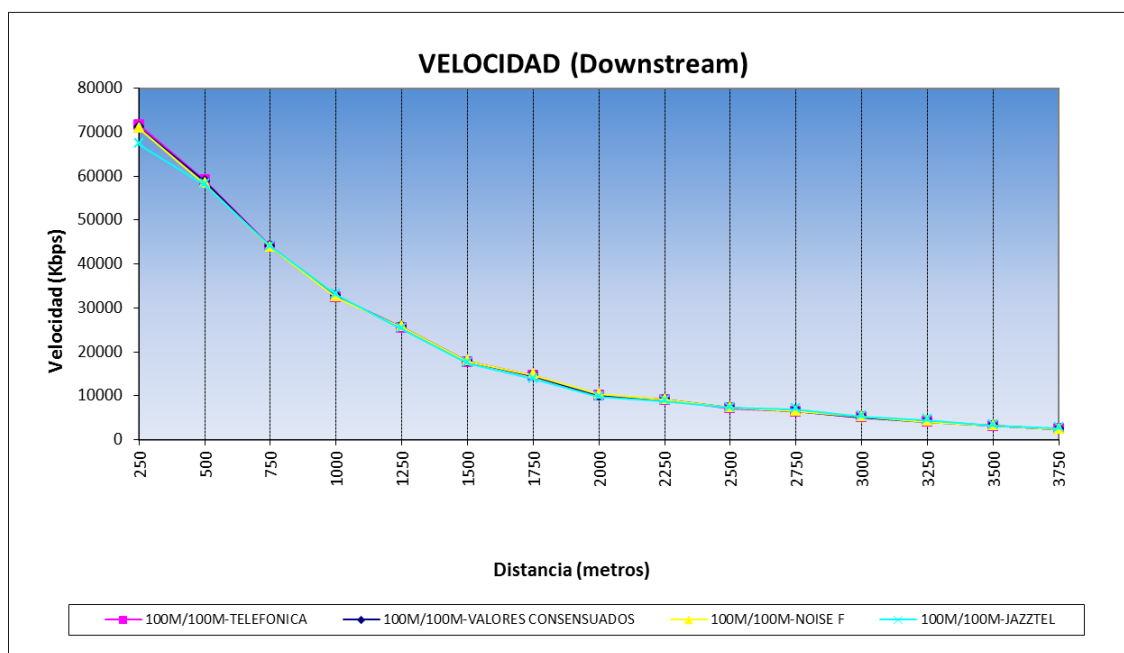


Figura 32: Escenario inicial, velocidad downstream

Tal como esperábamos, no obtenemos diferencias en bajada para los distintos perfiles confirmando que el mecanismo UPBO no afecta al rendimiento downstream. Observamos que los 30Mb ofertados por Jazztel podrían darse íntegramente teóricamente hasta los 1000 metros, rebajando hasta 20Mb a los 1500 metros.

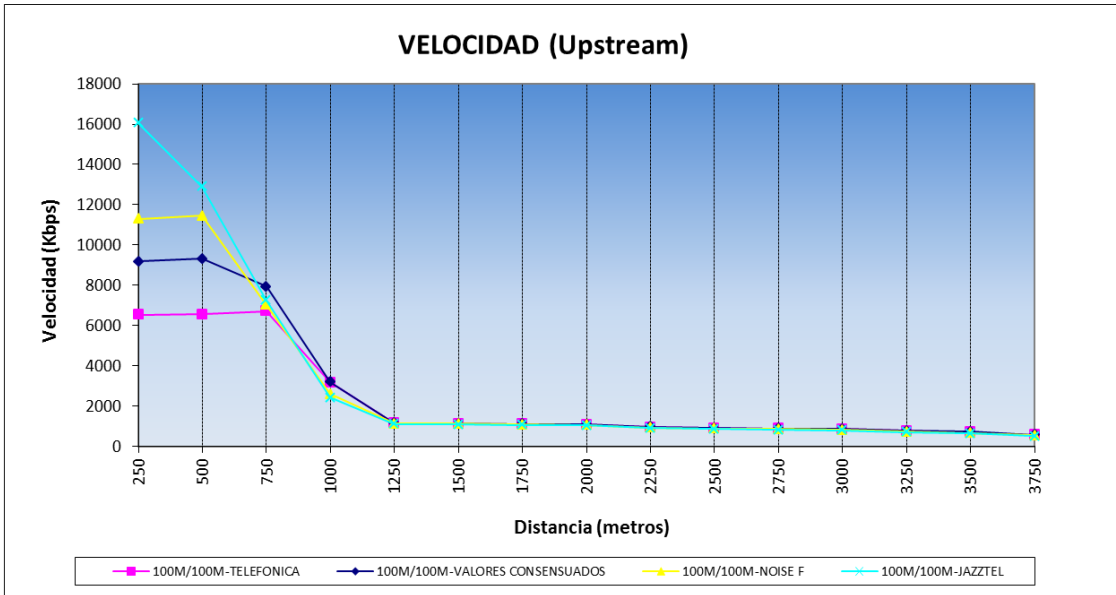


Figura 33: Escenario inicial, velocidad upstream

En la velocidad upstream es donde encontramos diferencias en los distintos perfiles configurados con los distintos valores de parámetros a y b . Si analizamos detenidamente los parámetros en la ecuación $UPBOPSD(f) = -a - b\sqrt{f}$ [dB/Hz] vemos que, cuanto menores sean estos, mayor será la PSD, por lo tanto mayor potencia transmitirán de subida, lo que analizaremos es si esto se traduce en mejores prestaciones. Viendo los valores de a y b en los distintos perfiles, el de mayor UPBOPSD sería el de Jazztel debido a que tiene el parámetro b más pequeño, y este tiene mayor peso en la fórmula que a (teniendo en cuenta que la banda US1 va de 3.7 a 5.2 MHz cuya raíz es el factor que multiplica a b). Los otros 3 tienen el parámetro a igual, por lo que el orden sería NoiseF, Valores consensuados y Telefónica de mayor a menor UPBOPSD (o menor a mayor parámetro b).

En la gráfica de potencia recibida vemos como se corrobora nuestras pesquisas, recibiendo mayor potencia de aquellos con mayor UPBOPSD y en este caso mayor UPBOPSD implica mejores prestaciones en upstream como podemos ver en la gráfica anterior.

Escenario inicial

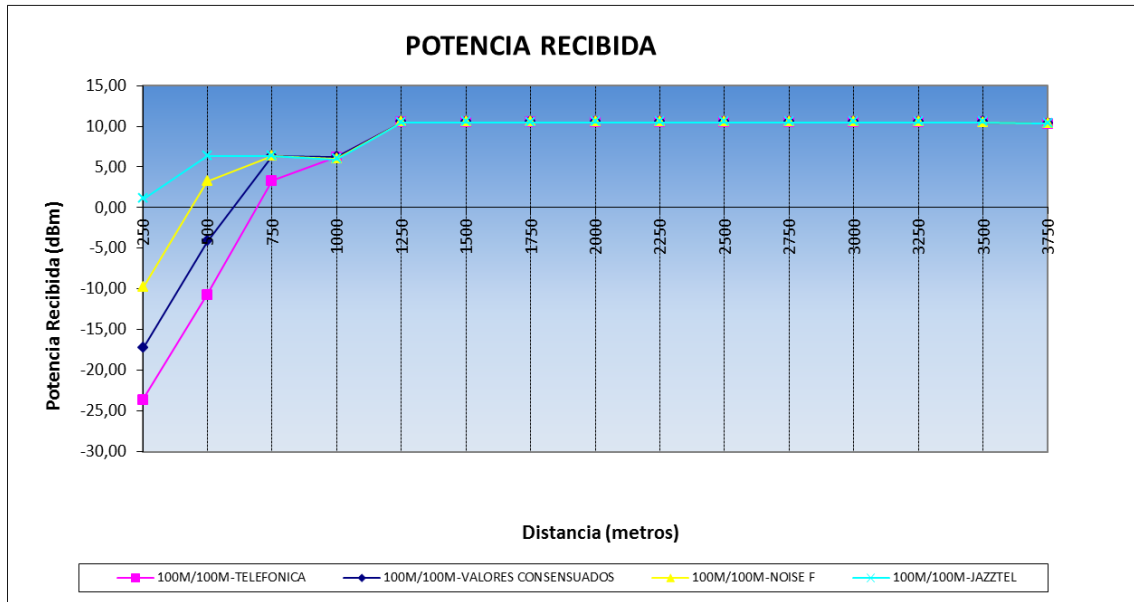


Figura 34: Escenario inicial, potencia recibida

Observamos también como a partir de una distancia, en torno 1000 y 1250 metros, los valores de potencia recibida y velocidad de subida son iguales para todos los perfiles, lo que nos lleva a pensar que alrededor de dicha distancia se encuentra la distancia a la cual ya no se aplica el mecanismo UPBO.

Las gráficas de SNR nos muestran la relación señal-ruido tanto en bajada como en subida.

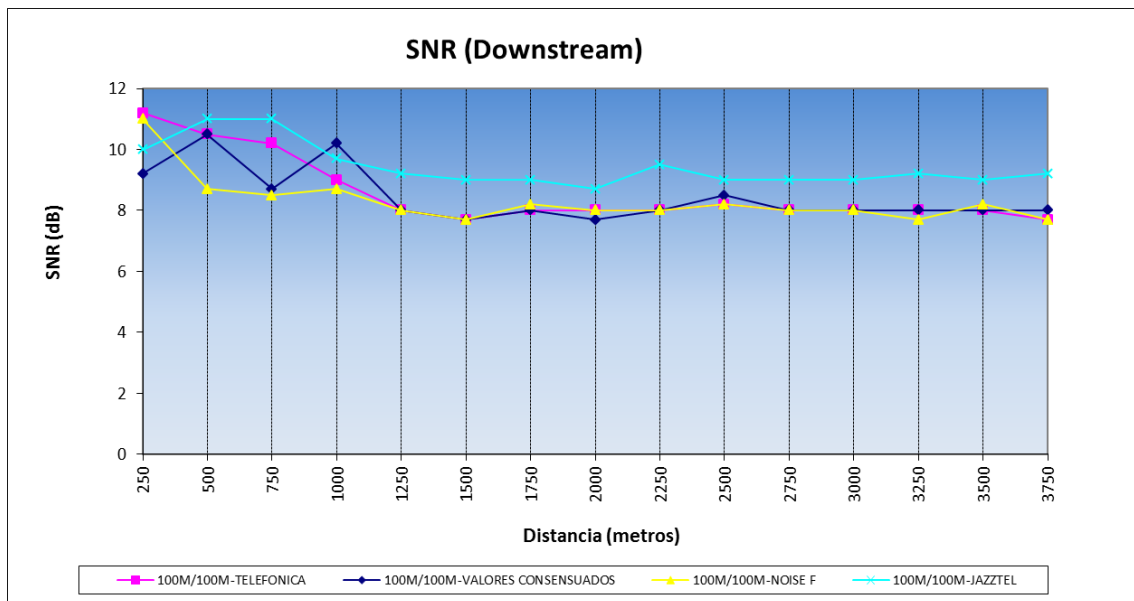


Figura 35: Escenario inicial, SNR downstream

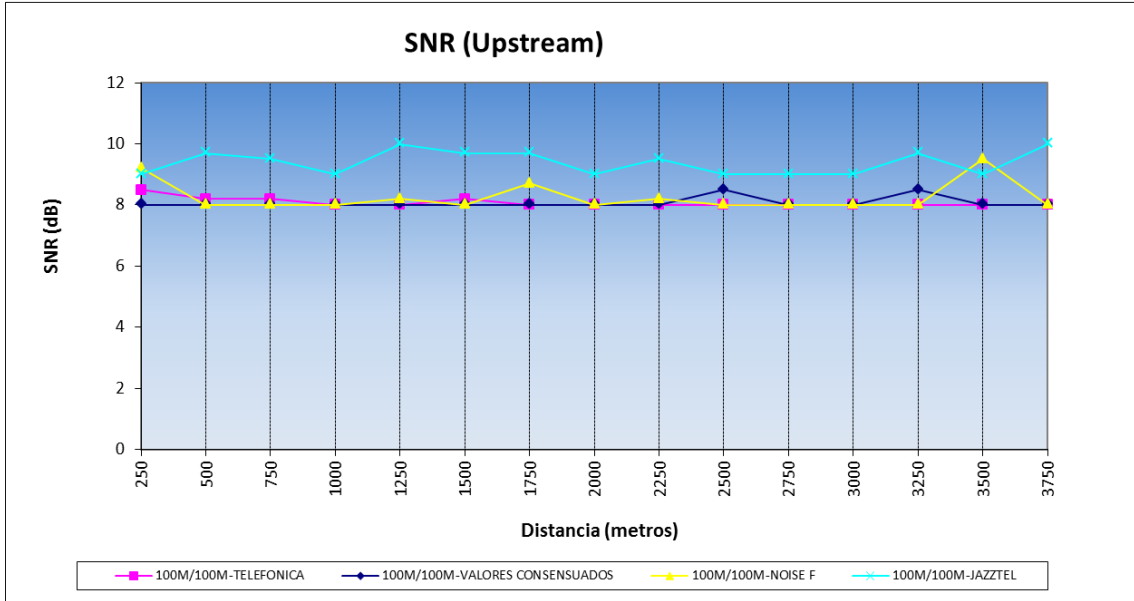


Figura 36: Escenario inicial, SNR upstream

Vemos como varía poco con la distancia y no hay diferencias significativas entre los distintos perfiles.

Las gráficas de Interleave nos muestran el retardo en milisegundos producido por la utilización de dicho mecanismo que da estabilidad a la línea evitando errores de ráfaga pero que aumenta la latencia de la conexión. Para los usuarios que necesiten tener un ping bajo, por ejemplo para jugar online en red, Jazztel permite activar un perfil denominado Fastpath, que desactiva el Interleave y mejora considerablemente el ping de la conexión.

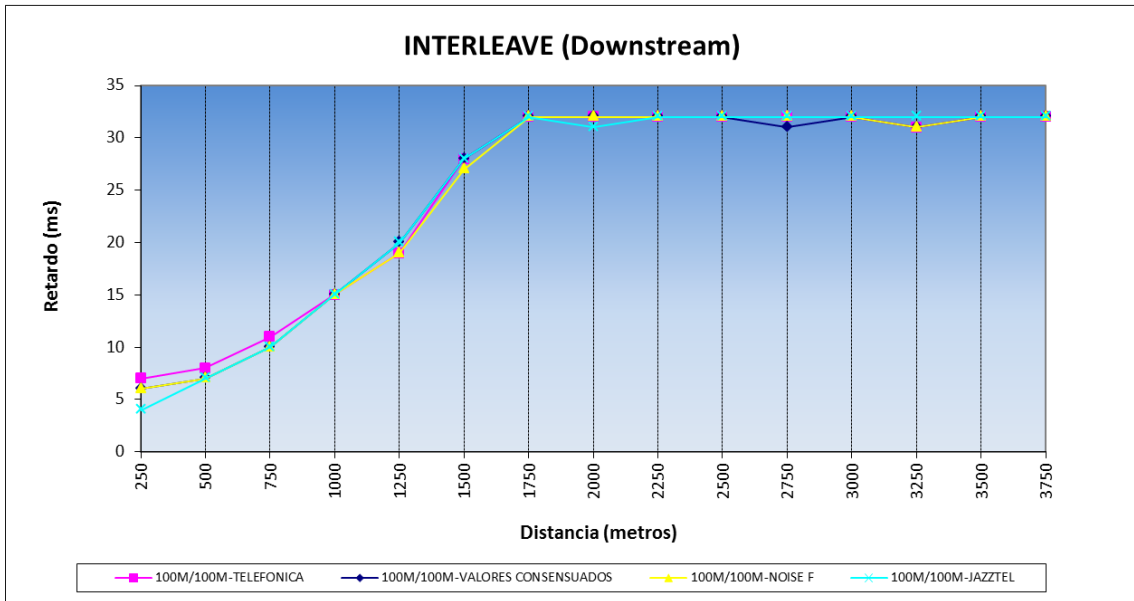


Figura 37: Escenario inicial, interleave downstream

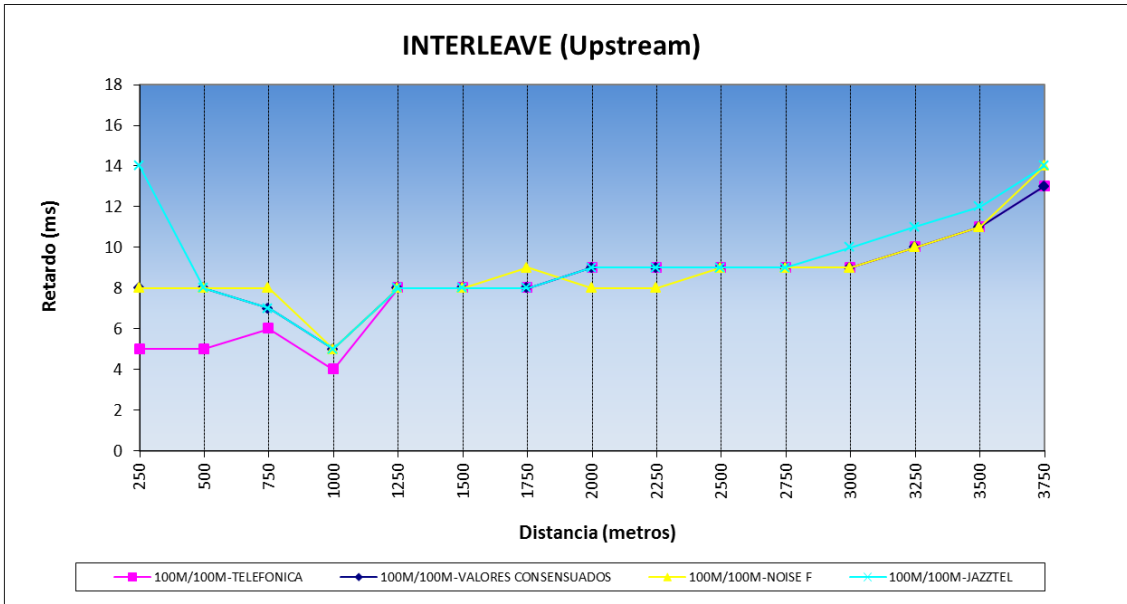


Figura 38: Escenario inicial, interleave upstream

Observamos como el retardo aumenta con la distancia hasta llegar al tope fijado por el perfil. En el Apéndice A podemos ver como en la configuración de perfiles se establece para todos ellos un retardo máximo de interleaving de 32 ms para el de bajada y 16 ms para el de subida.

En las gráficas de INP (Protección del ruido impulsivo) se muestra el parámetro que indica la longitud máxima del ruido impulsivo que el sistema puede corregir, se mide en número de símbolos.

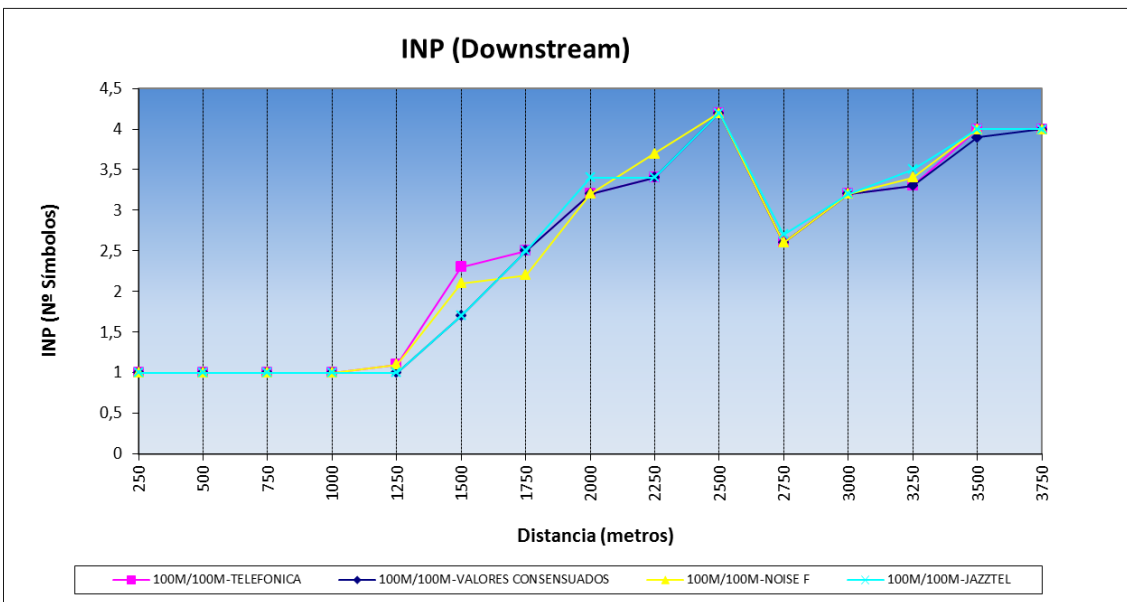


Figura 39: Escenario inicial, INP downstream

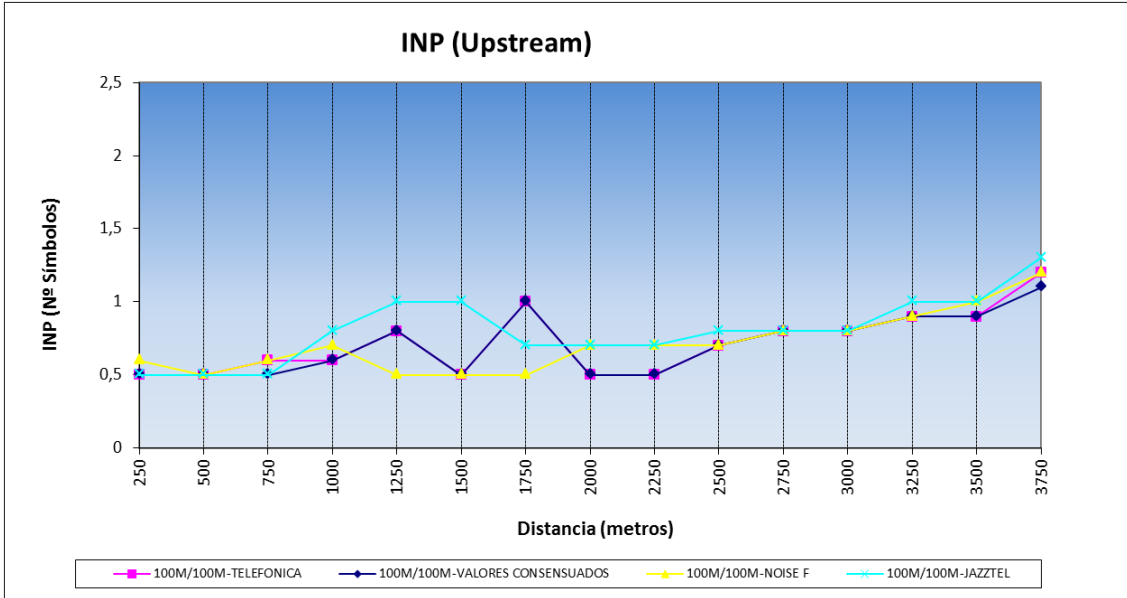


Figura 40: Escenario inicial, INP upstream

En la configuración de los perfiles definimos la protección mínima para el ruido impulsivo a medio símbolo (0.5 símbolos), tanto para upstream como para downstream.

4.4.Escenario 1

En el escenario 1, aparte de tener bucle local con ruido blanco (-140dBm/Hz), añadimos 24 fuentes interferentes VDSL2 con parámetros *a* y *b* de Telefónica a 0 metros de distancia tal como vemos en la imagen.

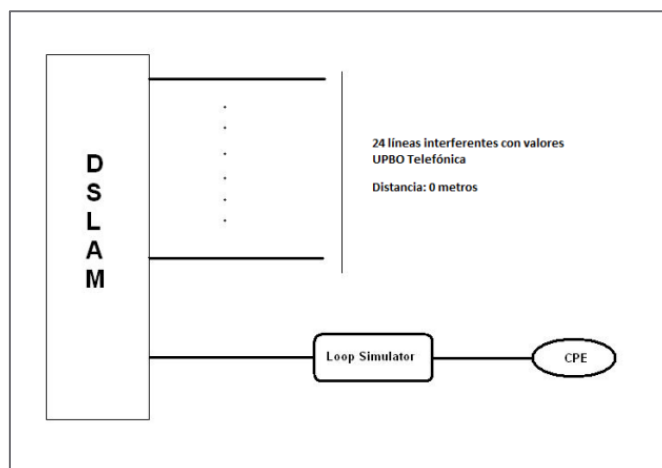


Figura 41: Esquema de escenario 1

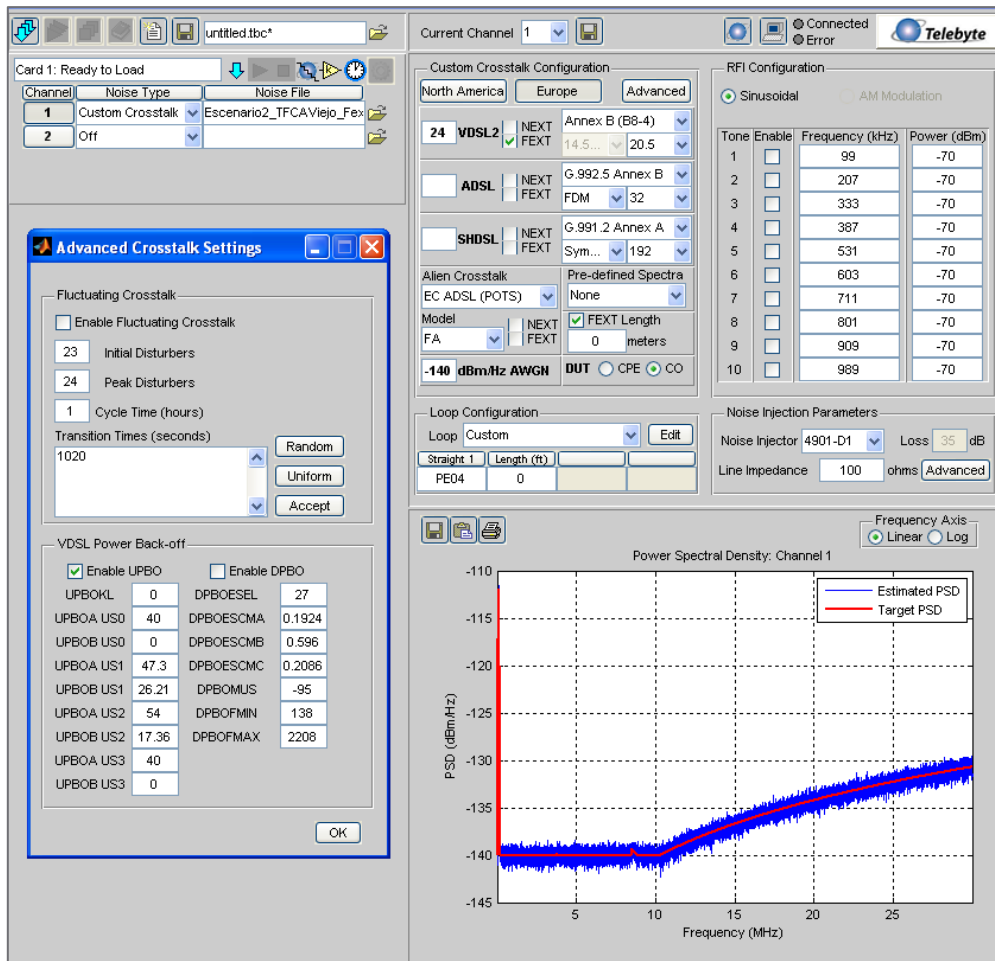


Figura 42: Configuración de simulador de ruido, escenario 1

Configuramos el simulador de ruido con los valores *a* y *b* del perfil de Telefónica e introducimos ruido FEXT de 24 señales VDSL2 a la distancia de 0 metros. En la imagen podemos ver la PSD del ruido inyectado al bucle. Es de esperar que la PSD del ruido de este escenario sea menor que el resto, ya que los parámetros *a* y *b* de Telefónica son los que producen la menor UPBOPSD, lo comprobaremos más adelante.

De la experiencia acumulada del escenario anterior decidimos centrar nuestra simulación únicamente en los primeros 1500 metros, intervalo donde se implementa el mecanismo UPBO y realizar una medida inicial a 0 metros, teniendo en cuenta que tan cerca podemos notar la reflexión de la señal.

Simulemos inicialmente únicamente los perfiles de Telefónica y Jazztel para ver las diferencias entre ellos. Los resultados obtenidos en el escenario fueron:

Tabla 10: Escenario 1, UPBO Telefónica

UPBO DATOS TELEFÓNICA

UPBO DATOS TELEFÓNICA											
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº símb.)	INP up (Nº símb.)	Pot. Tx (dBm)	Pot. Rx (dBm)
0	2,5/2,0	80124	5999	0	8	6	5	1	0,5	17	-51,2
250	9,7/6,0	71989	7493	11,2	7,7	7	5	1	0,5	17,1	-23,1
500	15,0/7,0	58622	7386	10,5	7,7	8	7	1	0,5	17,2	-10,2
750	19,7/11,2	43247	7909	0	8	11	7	1	0,5	17,2	4,1
1000	23,7/13,2	32504	3734	0	8	15	4	1	0,5	17,4	6,2
1250	28,2/16,5	25237	1087	8,2	8	20	8	1,2	1	18,3	10,5
1500	31,0/18,7	17563	1065	8	8,7	28	8	2,3	0,7	18,5	10,4

Tabla 11: Escenario 1, UPBO Jazztel

UPBO DATOS JAZZTEL											
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº símb.)	INP up (Nº símb.)	Pot. Tx (dBm)	Pot. Rx (dBm)
0	2,5/2,2	75211	16335	12,7	8	4	13	1	0,5	17	-13
250	9,7/5,7	67366	17548	11,2	8,2	4	14	1	0,5	17,1	1,2
500	15,0/7,0	57245	14122	10,2	8	6	14	1	0,5	17,2	6,3
750	19,7/11,2	43016	8796	10,2	7,7	10	8	1	0,5	17,2	6,2
1000	23,7/13,2	32653	3700	10,2	8	15	4	1	0,5	17,4	6,1
1250	28,2/16,5	25294	1087	8,2	8,5	20	8	1,2	1	18,3	10,5
1500	31,0/18,7	17609	1065	8,2	8,7	28	8	2,1	0,7	18,5	10,5

Comprobamos como el rendimiento downstream se ve mínimamente afectado y analizamos los resultados obtenidos para upstream.

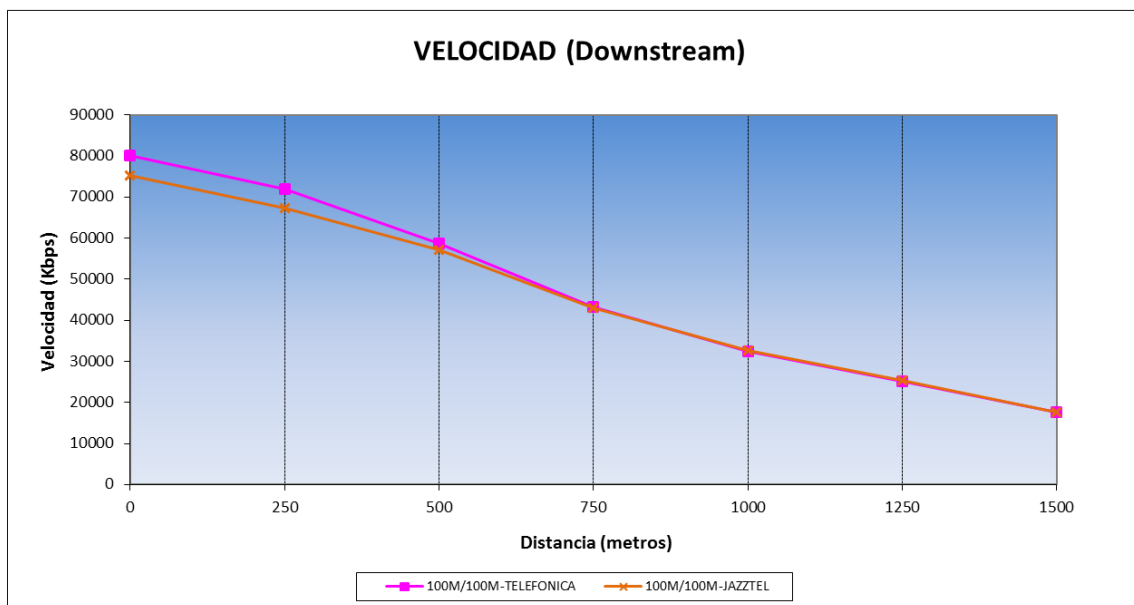


Figura 43: Escenario 1, velocidad downstream

Escenario 1

En este escenario, la velocidad downstream para el perfil de Telefónica (el mismo que las señales interferentes) es ligeramente mayor.

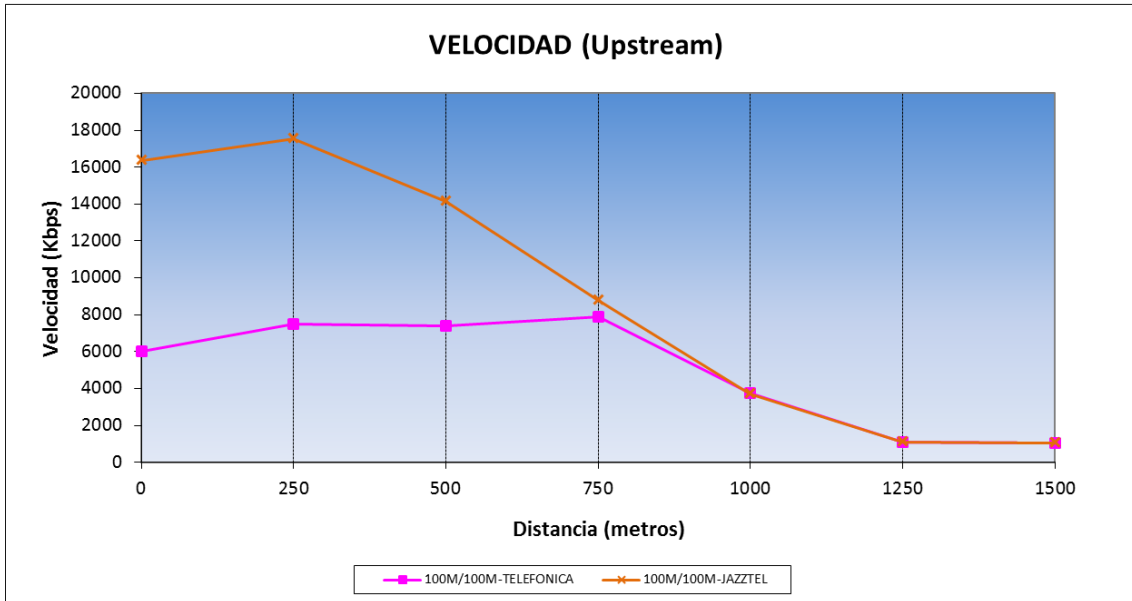


Figura 44: Escenario 1, velocidad upstream

Sin embargo para la velocidad upstream se obtiene mucho mejor resultado para el perfil de Jazztel, esto tiene una explicación intuitiva, en un escenario con interferencias con una UPBOPSD más bajas (restrictivas) que la tuya, “dominas” sobre el resto ya que emites mayor potencia en US1 y por lo tanto recibes mayor potencia.

Se aprecia en la gráfica como el rendimiento a 0 metros es menor debido a la extrema proximidad al DSLAM produciendo reflexión.

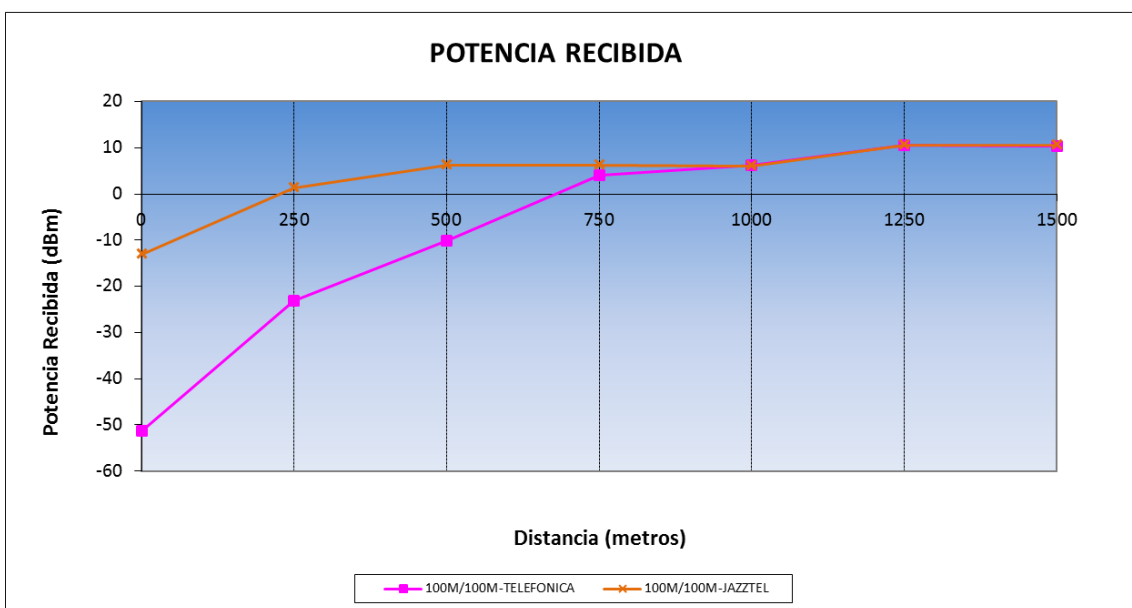


Figura 45: Escenario 1, potencia recibida

Esto lo podemos ver en el Bit Allocation, gracias a la herramienta de gestión proporcionada por Huawei, que nos dice cuántos bits son usados en el canal de la subportadora, tal como mostramos en las siguientes capturas.

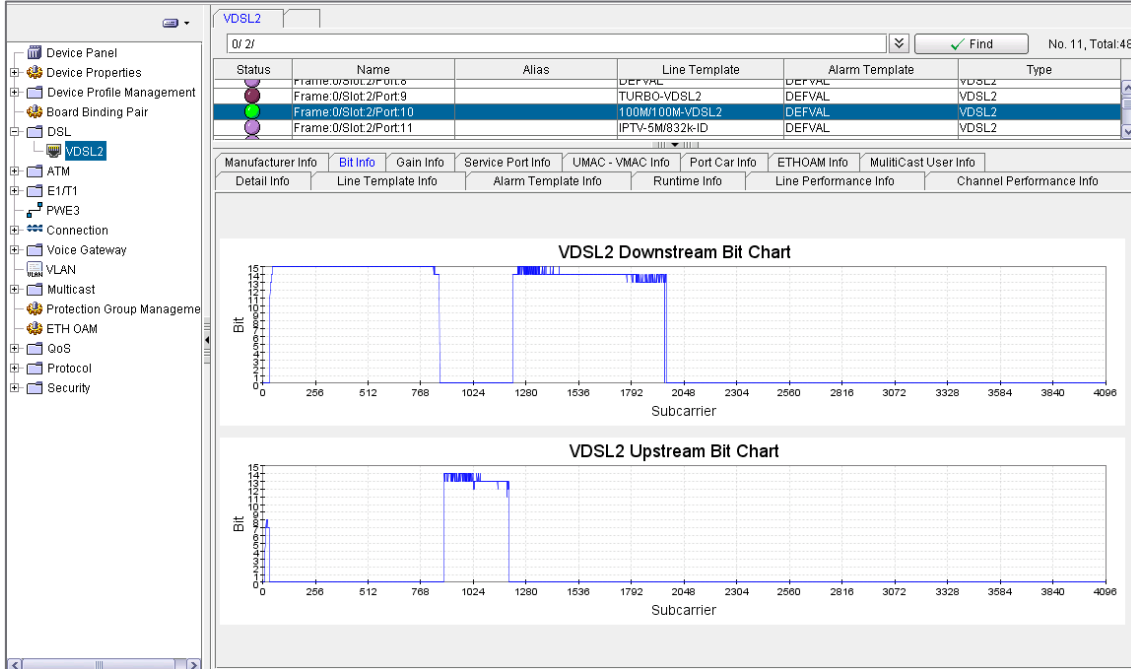


Figura 46: Escenario 1, bit allocation Jazztel

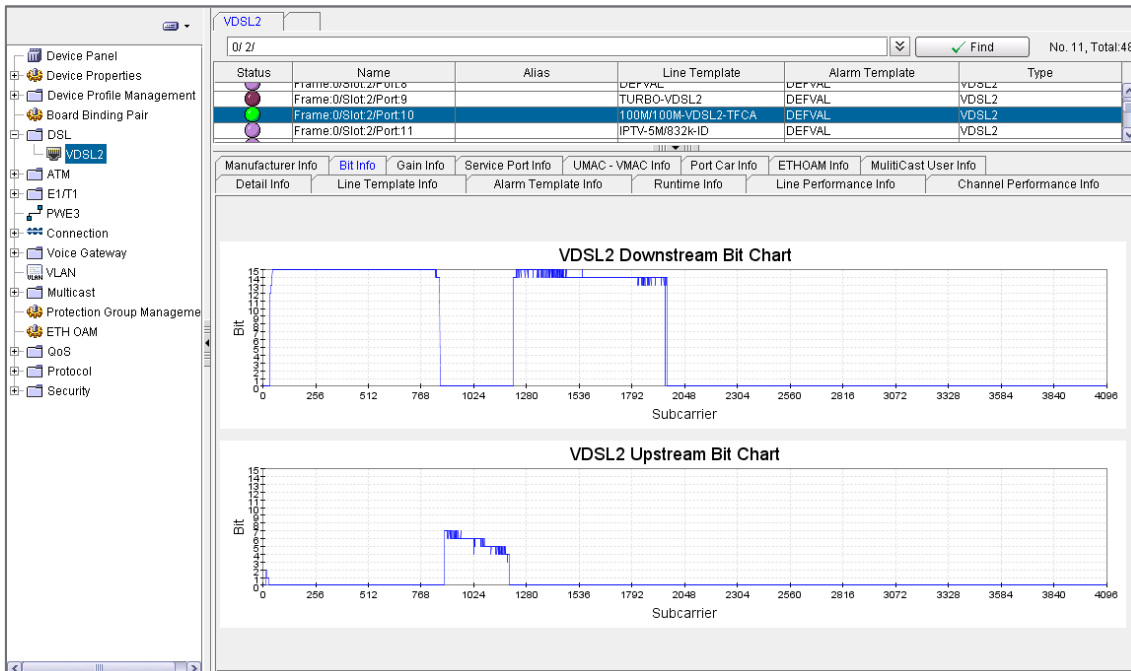


Figura 47: Escenario 1, bit allocation Telefónica

Comparando ambas, vemos como la diferencia es significativa.

4.5. Escenario 2

En este escenario tenemos el bucle con ruido blanco (-140dBm/Hz) y 24 fuentes interferentes VDSL2 con parámetros a y b Jazztel a 0 metros de distancia tal como vemos en el esquema.

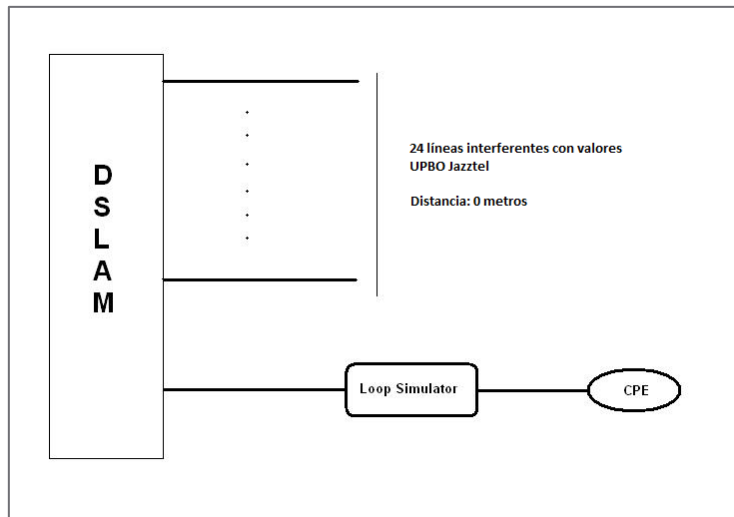


Figura 48: Esquema de escenario 2

Configuramos el simulador de ruido con los valores a y b del perfil de Jazztel e introducimos ruido FEXT de 24 señales VDSL2 a la distancia de 0 metros tal como vemos en la imagen.

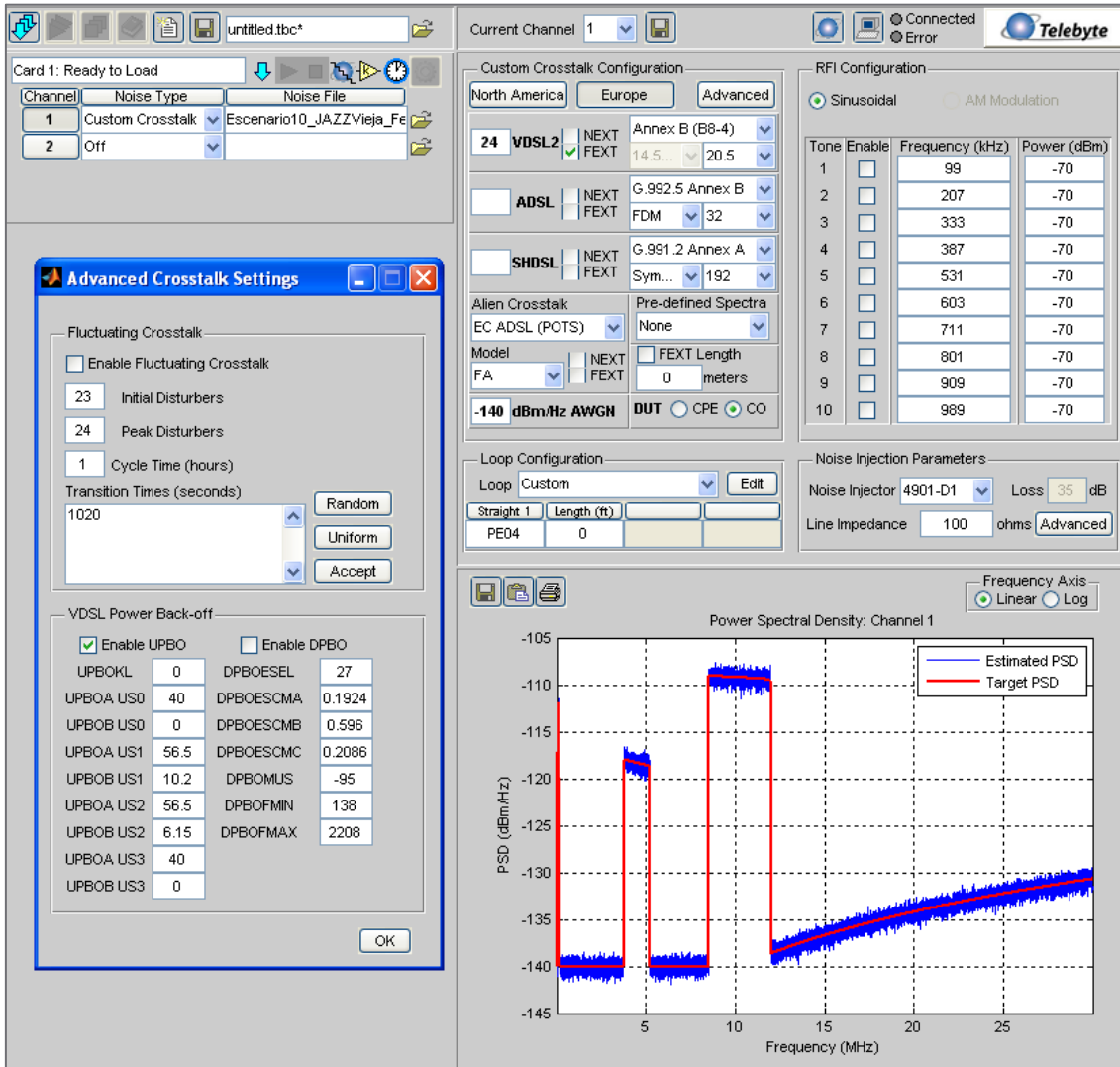


Figura 49: Configuración de simulador de ruido, escenario 2

Podemos observar como la PSD de ruido es mucho mayor que en el escenario anterior por lo dicho, las fuentes interferentes son menos estrictas y tienen una UPBOPSD mayor. Intuimos pues que los resultados en cuanto a velocidad de subida serán peores que en el escenario anterior pero siendo mejores los del perfil de Jazztel.

Los resultados obtenidos de la simulación, nuevamente con los perfiles de Telefónica y Jazztel fueron los siguientes:

Tabla 12: Escenario 2, UPBO Telefónica

UPBO DATOS TELEFÓNICA

Escenario 2

UPBO DATOS TELEFÓNICA											
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº símb.)	INP up (Nº símb.)	Pot. Tx (dBm)	Pot. Rx (dBm)
0	2,5/2,2	80495	883	12	7,7	6	8	1	2	17	-51,2
250	9,7/6,0	72076	3006	11,2	7,7	7	4	1	0,6	17,1	-23,6
500	15,0/7,0	59590	3285	10,5	8	8	4	1	0,6	17,2	-10,6
750	19,7/11,2	43385	3470	10,2	8	11	4	1	0,5	17,2	3,5
1000	23,7/13,2	32588	1021	10,5	8,5	15	8	1	1,1	17,5	0,5
1250	28,2/16,5	25218	1087	8,2	8,5	20	8	1	1	18,3	10,5
1500	31,0/18,7	17514	1065	8,2	8,7	28	8	1,7	0,7	18,5	10,5

Tabla 13: Escenario 2, UPBO Jazztel

UPBO DATOS JAZZTEL											
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº símb.)	INP up (Nº símb.)	Pot. Tx (dBm)	Pot. Rx (dBm)
0	2,5/2,2	79253	10801	11,5	8	5	8	1	0,5	17	-13,1
250	9,7/5,7	68692	13619	11,5	8	5	15	1	0,7	17,1	1,2
500	15,0/7,0	58696	10332	10,5	8	7	8	1	0,5	17,2	6,2
750	19,7/11,2	43157	4465	10,2	8	11	4	1	0,5	17,2	6,3
1000	23,7/13,2	32680	1032	10,5	8,2	15	8	1	1,1	17,4	0,6
1250	28,2/16,5	25179	1087	8,2	8,7	20	8	1	1	18,3	10,5
1500	31,0/18,7	17444	1065	8,2	9	28	8	2,1	0,7	18,5	10,4

Veamos los valores gráficamente:

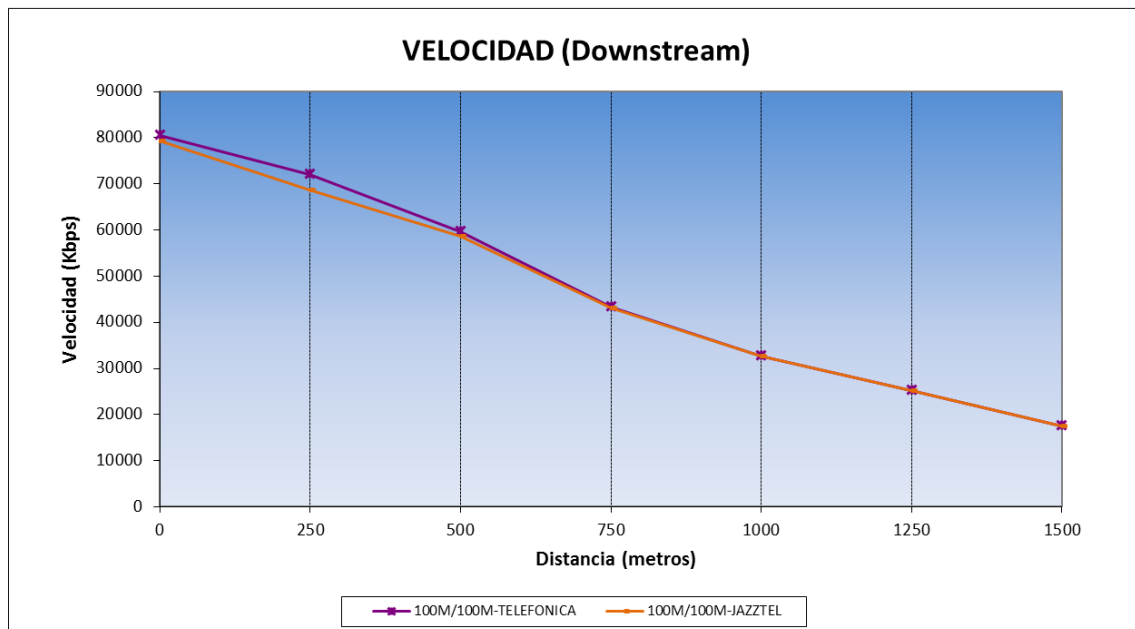


Figura 50: Escenario 2, velocidad downstream

La velocidad en bajada que obtenemos es similar a la del escenario anterior.

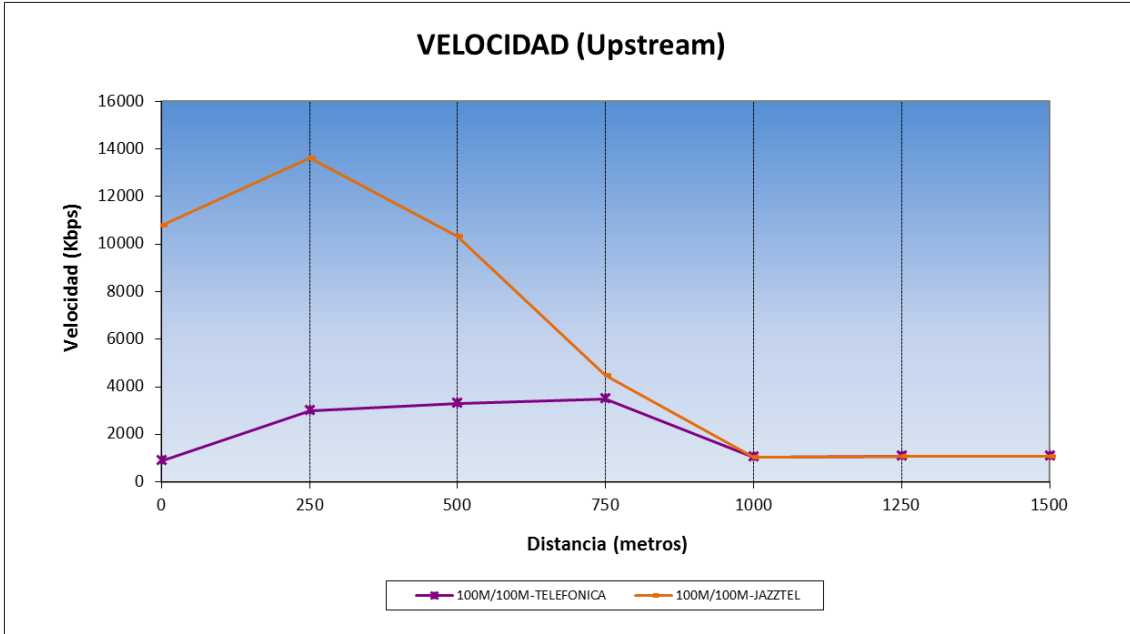


Figura 51: Escenario 2, velocidad upstream

La velocidad de subida, tal como predecíamos, se ha visto mermada para los dos perfiles, pero sobre todo para el perfil de Telefónica ya que este es más restrictivo, cuenta con una UPBOPSD menor y se ve afectada por las interferencias que tienen una UPBOPSD mucho mayor que la suya.

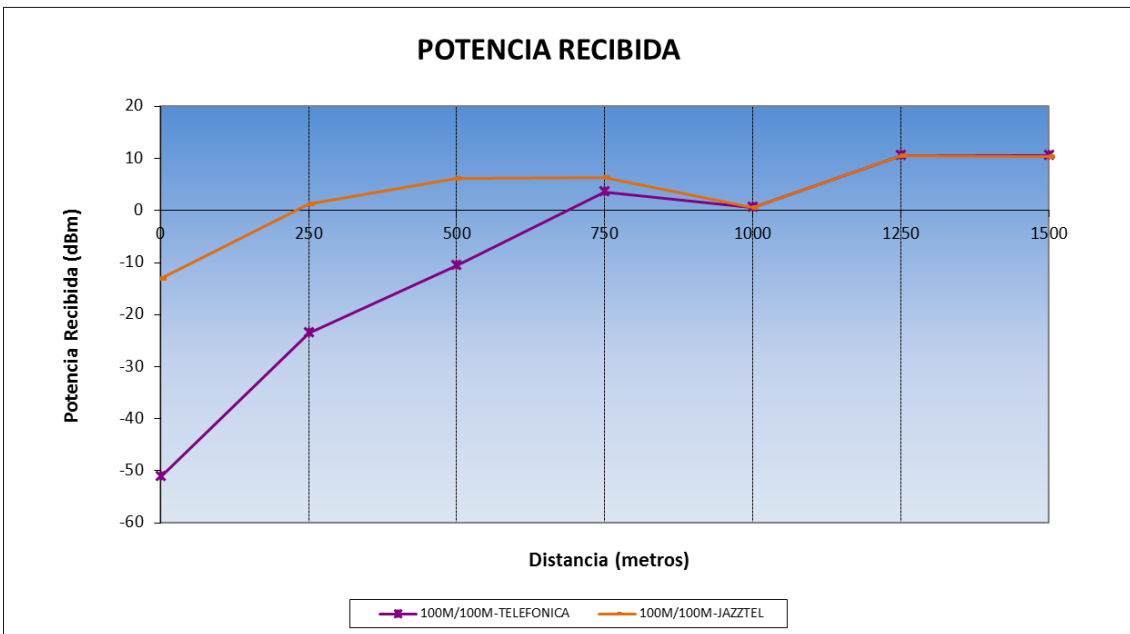


Figura 52: Escenario 2, potencia recibida

Veamos el bit allocation a 0 metros:

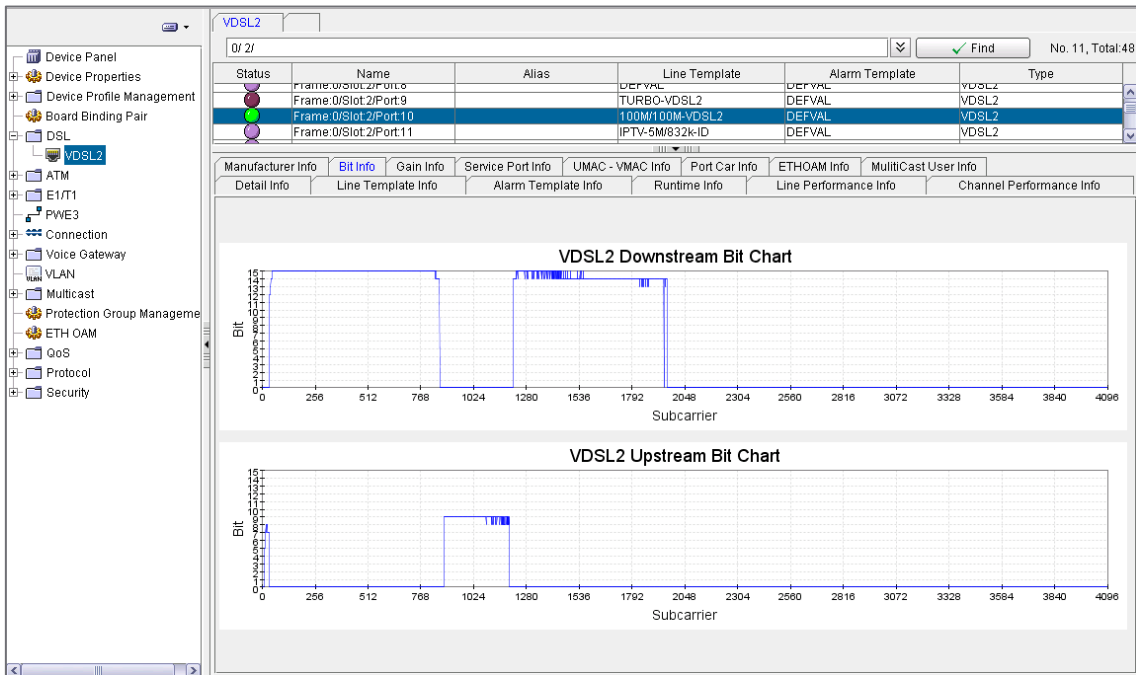


Figura 53: Escenario 2, bit allocation Jaztel

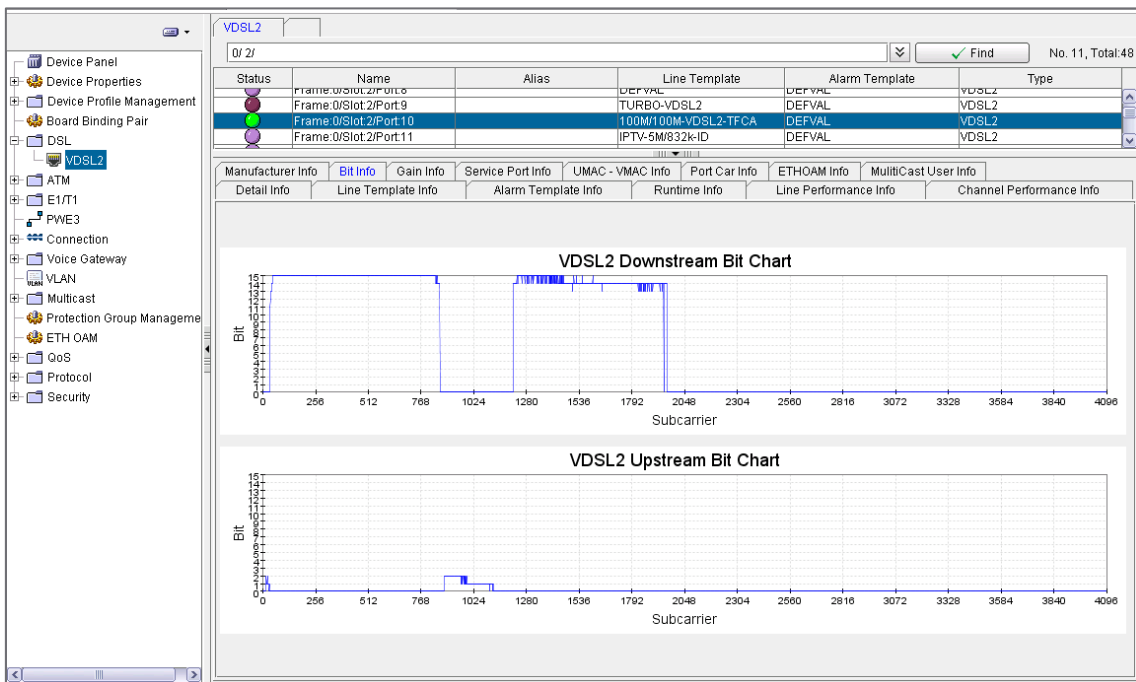


Figura 54: Escenario 2, bit allocation Telefónica

Vemos como casi no hay bits en los canales de las sub-portadoras de subida para el perfil de Telefónica, de ahí la poca velocidad upstream obtenida.

4.6. Escenario 3

En este escenario vamos a ver cómo afecta al rendimiento alejar las fuentes interferentes hasta los 750 metros, para ello tenemos el bucle con ruido blanco (-140dBm/Hz) y 24 fuentes interferentes VDSL2 con parámetros a y b de Jazztel a 750 metros de distancia.

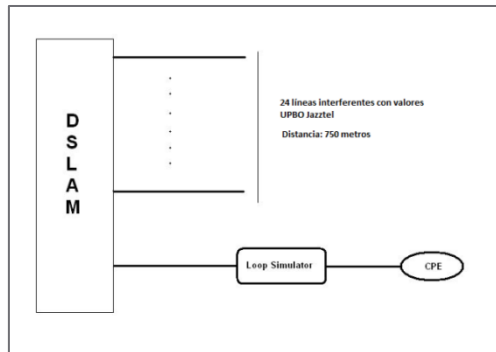


Figura 55: Esquema de escenario 3

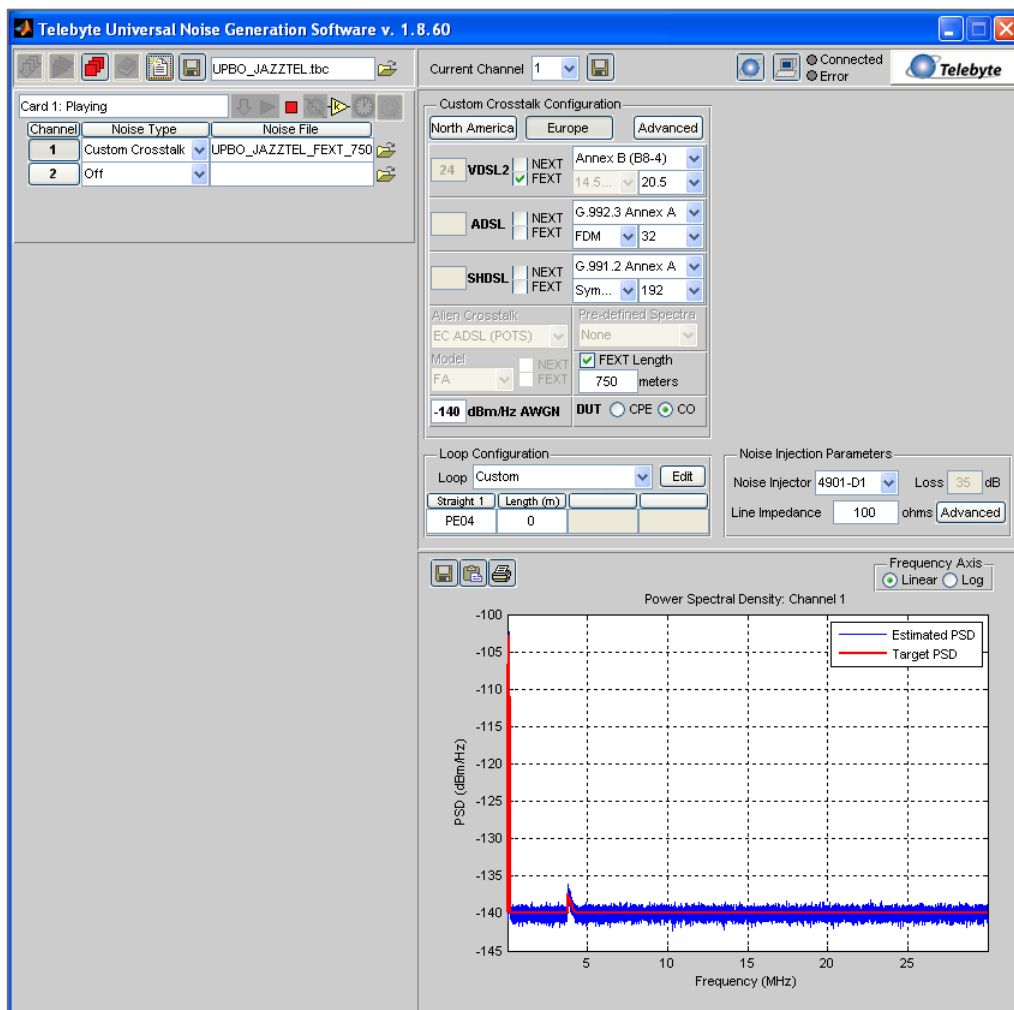


Figura 56: Configuración de simulador de ruido, escenario 3

Escenario 3

Como cabría esperar, la PSD del ruido inyectado es mucho menor al alejarse las fuentes interferentes. Las fuentes interferentes a 0 metros, visto en los escenarios anteriores, constituye el peor de los casos en cuanto a mayor interferencia y menor prestaciones.

Tabla 14: Escenario 3, UPBO Telefónica

UPBO DATOS TELEFÓNICA											
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº símb.)	INP up (Nº símb.)	Pot. Tx (dBm)	Pot. Rx (dBm)
0	2,5/2,0	80124	5979	11,2	7,7	6	6	1	0,5	17	-51,2
250	9,7/6,0	71759	7285	11,5	7,7	7	5	1	0,5	17,1	-23,2
500	15,0/7,0	58659	7289	10,5	7,7	8	5	1	0,5	17,2	-10,1
750	19,7/11,2	43160	7744	10,5	7,7	10	8	1	0,6	17,2	4,1
1000	23,7/13,2	32515	3492	0	8	15	4	1	0,5	17,4	6,2
1250	28,2/16,5	25237	943	8,2	8,5	20	8	1,2	0,7	18,3	10,5
1500	31,0/18,7	17621	902	8,2	8,2	28	9	2,1	0,7	18,5	10,5

Tabla 15: Escenario 3, UPBO Jazztel

UPBO DATOS JAZZTEL											
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº símb.)	INP up (Nº símb.)	Pot. Tx (dBm)	Pot. Rx (dBm)
0	2,5/2,2	78428	16066	11,2	8	5	8	1	0,5	17	-13
250	9,7/5,7	67355	17439	11,2	8	4	14	1	0,5	17	1,2
500	15,0/7,0	56540	14013	10,5	7,7	6	14	1	0,5	17	6,3
750	19,7/11,2	43009	8615	10,2	7,7	10	7	1	0,5	17	6,2
1000	23,7/13,2	32500	3507	10,5	7,7	15	4	1	0,5	17	6,1
1250	28,2/16,5	25172	943	8,5	8,2	20	8	1	0,7	18	10,5
1500	31,0/18,7	17686	902	8,2	8,2	28	9	2,1	0,7	19	10,4

Tal como esperábamos, las fuentes interferentes penalizan menos al estar más alejadas que en el escenario anterior y obtenemos mejores prestaciones que en este. Sigue siendo el perfil de Jazztel el que mejores resultados obtiene.

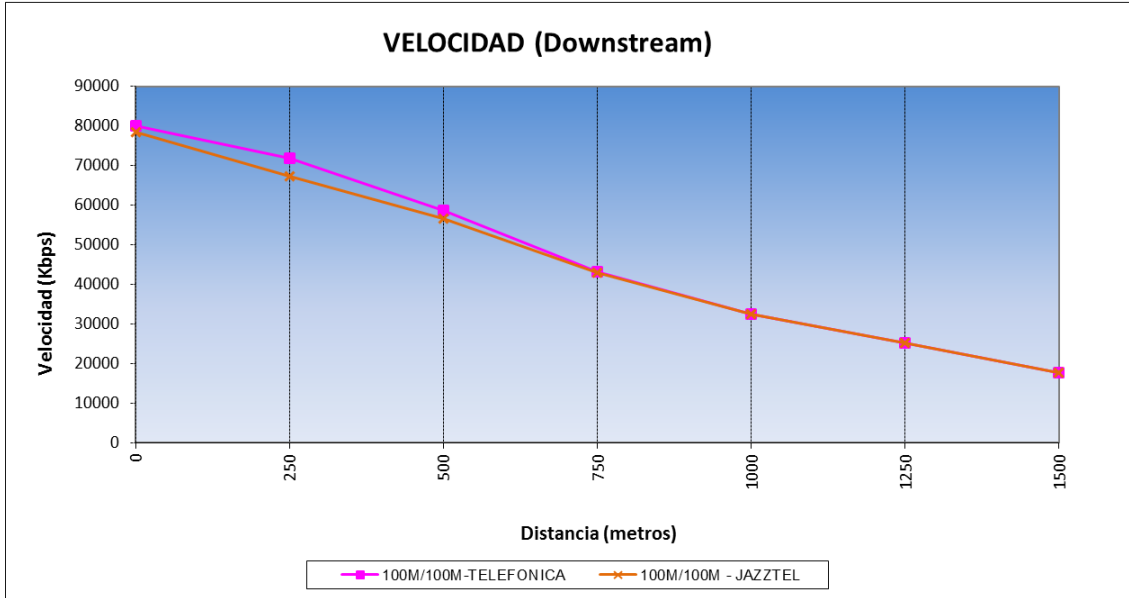


Figura 57: Escenario 3, velocidad downstream

El rendimiento downstream sigue siendo similar, no se ve influenciado por la distancia de las fuentes interferentes en subida.

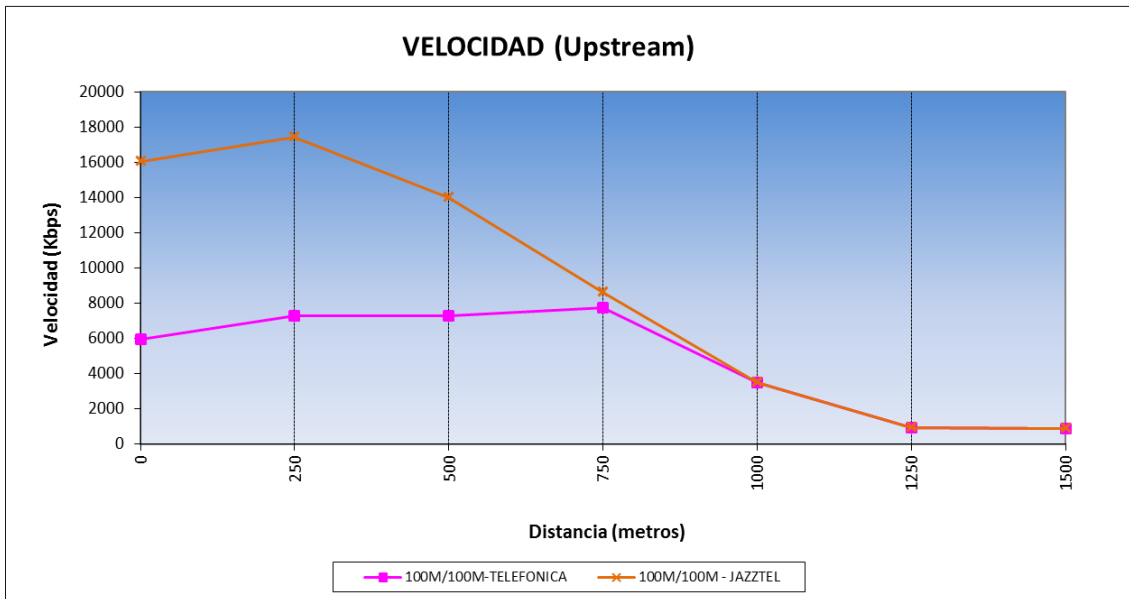


Figura 58: Escenario 3, velocidad upstream

Vemos como en subida en los primeros metros nos movemos en torno a los 16-18 Mbps para el perfil de Jazztel, mientras que en el escenario anterior con las fuentes interferentes pegadas estábamos en torno a los 12-14 Mbps. Lo mismo ocurre con el perfil de Telefónica, pasando de los 3-4 Mbps en las distancias iniciales del escenario anterior a los 5-6 Mbps de este escenario.

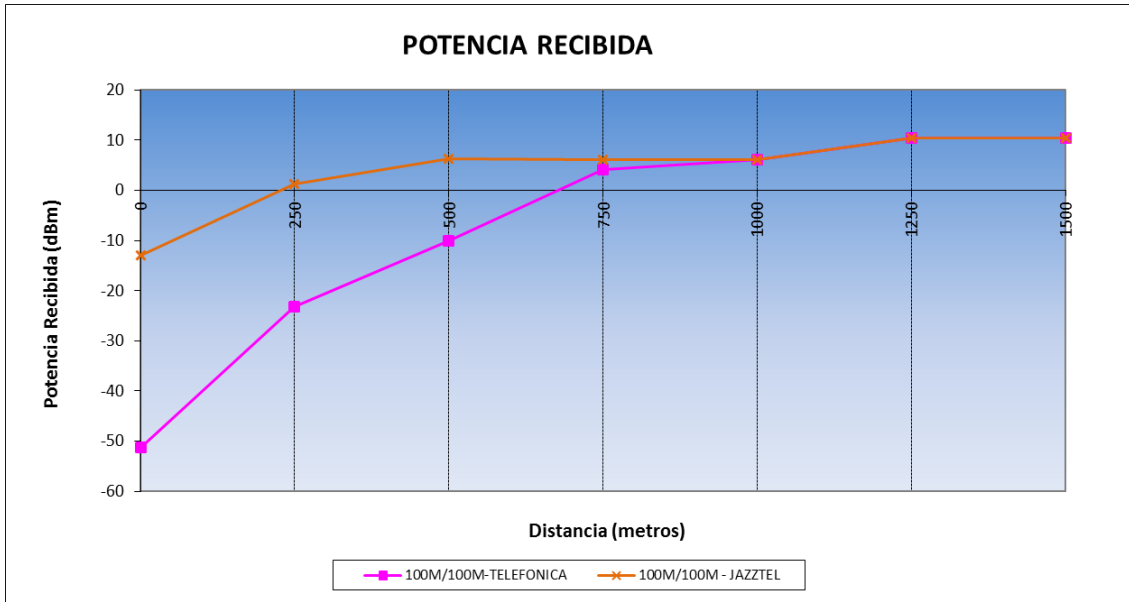


Figura 59: Escenario 3, potencia recibida

En el bit allocation observamos lo mismo que señalábamos antes, nada nuevo relevante.

4.7. Escenario 4

En este escenario probamos con el bucle con ruido blanco (-140dBm/Hz) y 24 fuentes interferentes VDSL2 con parámetros a y b de Telefónica a 750 metros de distancia. Nos encontramos que, si ya con dichas fuentes a 0 metros la PSD del ruido inyectado al circuito era pequeña, a 750 metros el ruido FEXT es inferior y por lo tanto su influencia no es significativa y se asemejaría únicamente a ruido blanco, tal como en el escenario inicial.

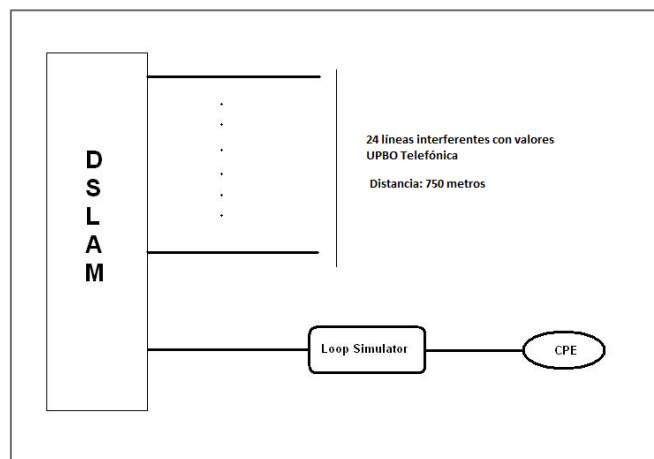


Figura 60: Esquema de escenario 4

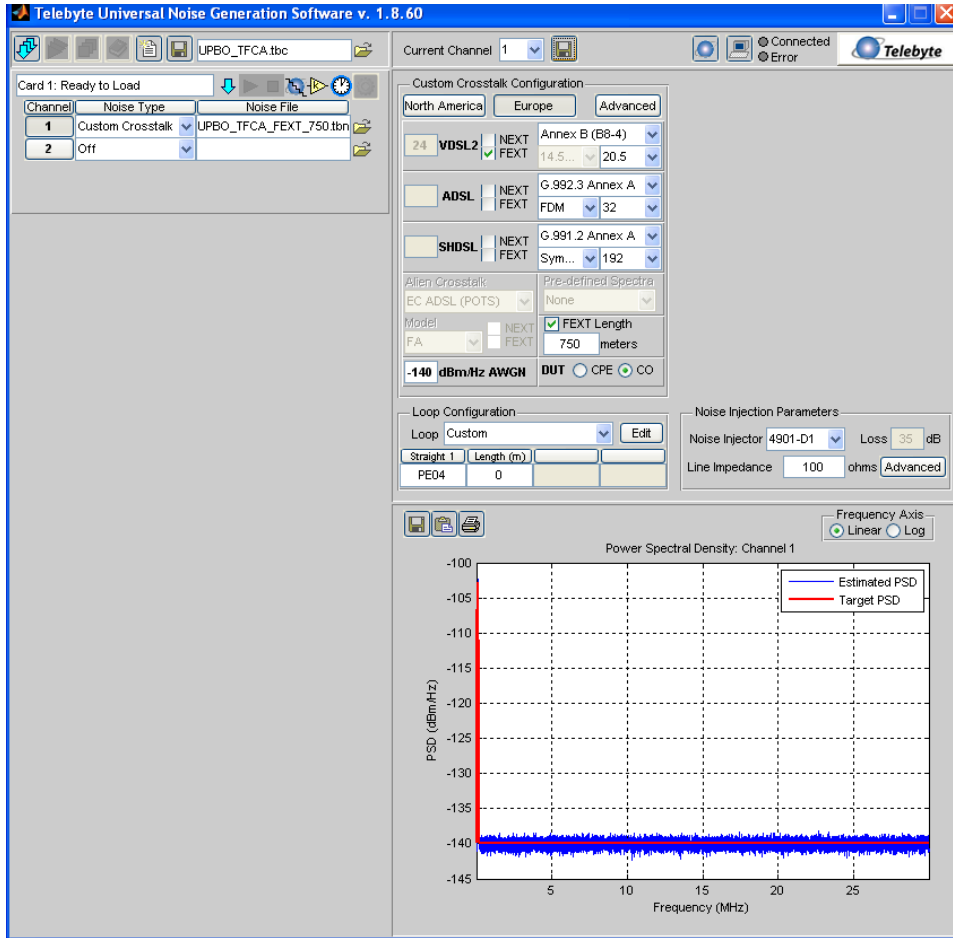


Figura 61: Configuración de simulador de ruido, escenario 4

Podemos observar como la PSD es únicamente ruido blanco y gaussiano a -140dBm/Hz por lo tanto los resultados (que obviamos) son similares al escenario inicial.

Llegados a este punto parece que la solución para mejorar el rendimiento en subida pasa por configurar unos parámetros a y b bajos, tales como los del perfil de Jazztel, que sean poco restrictivos y permitan una UPBOPSD alta. Pero esto no es así, en primer lugar hay que tener en cuenta que cuanto mayor sea la UPBOPSD mayor va a ser la distancia a la cual una fuente interferente deja de influir al resto, por ejemplo con el perfil de Jazztel un cliente a 750 metros interfiere en cualquier otro mientras que con el perfil de Telefónica no. Por otra parte la OBA asegura que los operadores tendrán configurados los parámetros a y b con los mismos valores para que no comience una guerra en ver quien interfiere más al otro emitiendo más potencia. Por todo ello se ve necesaria la comparación de cada perfil con las fuentes interferentes únicamente configuradas como el perfil a estudio.

4.8. Escenario 5

Para poder comparar con otro perfil más realizamos el siguiente escenario, bucle con ruido blanco (-140dBm/Hz) y 24 fuentes interferentes VDSL2 con parámetros a y b Noise F a 0 metros, ya que constituye el caso más restrictivo. Como dijimos en el párrafo anterior ya sólo recogemos valores de simulación para el perfil configurado con los parámetros de las fuentes interferentes, esto es, Noise F. Además realizamos más medidas, cada 100 metros hasta los 1200 metros.

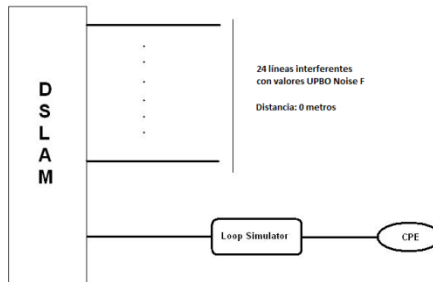


Figura 62: Esquema de escenario 5

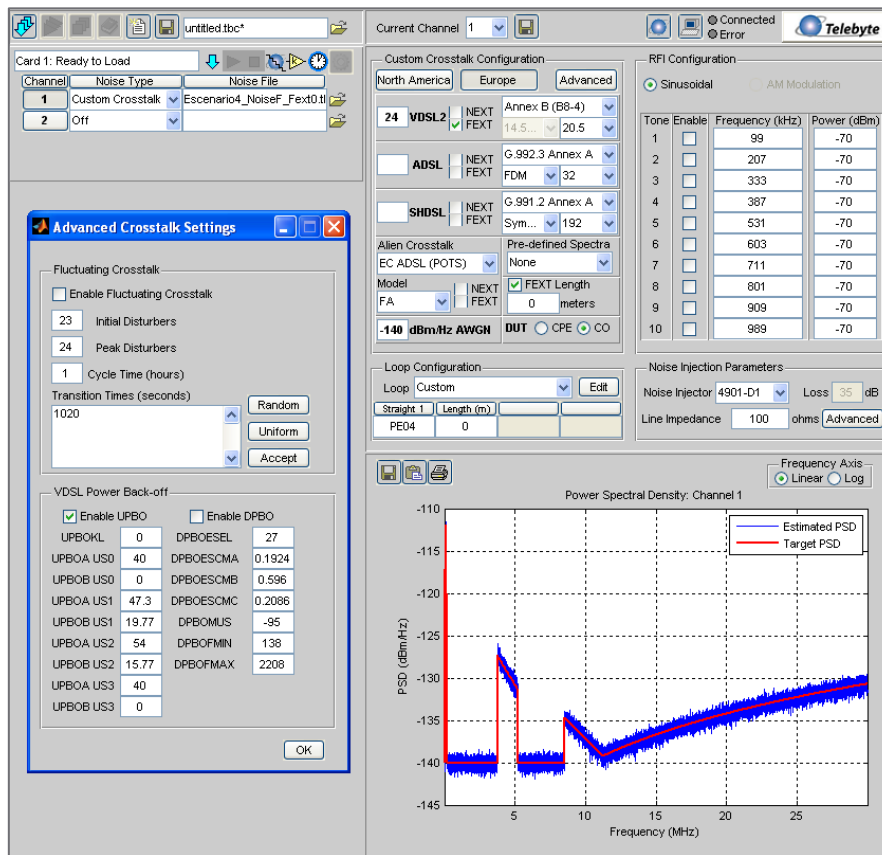


Figura 63: Configuración de simulador de ruido, escenario 5

Al igual que la UPBOPSD del perfil Noise F estará entre medias de la de los perfiles Telefónica y Jazztel la PSD del ruido inyectado con las fuentes interferentes a 0 metros será menor que cuando las fuentes interferentes se configuran con perfil Jazztel y mayor que si lo hicieran con el perfil de Telefónica.

Los resultados obtenidos fueron:

Tabla 16: Escenario 5, UPBO Noise F

UPBO DATOS NOISE F											
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº símb.)	INP up (Nº símb.)	Pot. Tx (dBm)	Pot. Tx (dBm)
0	2,5/2,5	79544	9897	11,7	8	5	8	1	0,5	17	-23,3
100	5,5/4,0	76676	11117	0	8	6	8	1	0,5	17	-17,6
200	8,5/5,2	73326	11848	11	8,2	6	8	1	0,5	17,1	-12,5
300	10,7/6,5	69221	12216	11	8	6	8	1	0,5	17,2	-6,7
400	13,0/6,7	64149	12155	11	8,2	6	8	1	0,5	17,2	-1,4
500	15,0/7,2	59358	12040	10,2	8,2	7	8	1	0,5	17,2	3,6
600	17,2/9,0	53818	10798	10,5	8	8	8	1	0,5	17,2	6,2
700	19,0/10,5	47335	8673	10	8	9	7	1	0,5	17,4	6,3
800	21,0/11,5	41607	6480	10	8	11	5	1	0,5	17,4	6,3
900	22,5/13,0	36468	4281	10,5	8	13	4	1,1	0,5	17,3	6,3
1000	24,0/13,5	33418	2463	10,2	8	15	5	1,1	0,7	17,4	6,1
1100	25,7/14,7	30028	1295	9,7	8,2	16	6	1,2	1,2	17,7	3,6
1200	27,5/15,5	24959	1087	8,2	9	20	8	1,5	1	18,4	10,5

Que gráficamente queda:

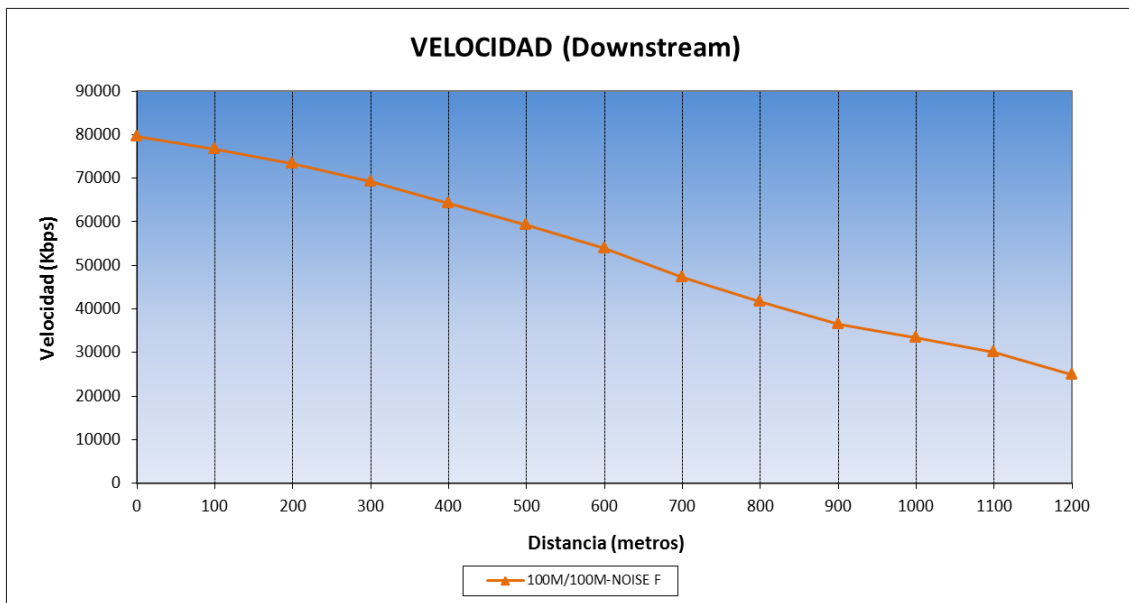


Figura 64: Escenario 5, velocidad downstream

Escenario 6

Como en los escenarios anteriores la velocidad de bajada sigue sin verse afectada significativamente.

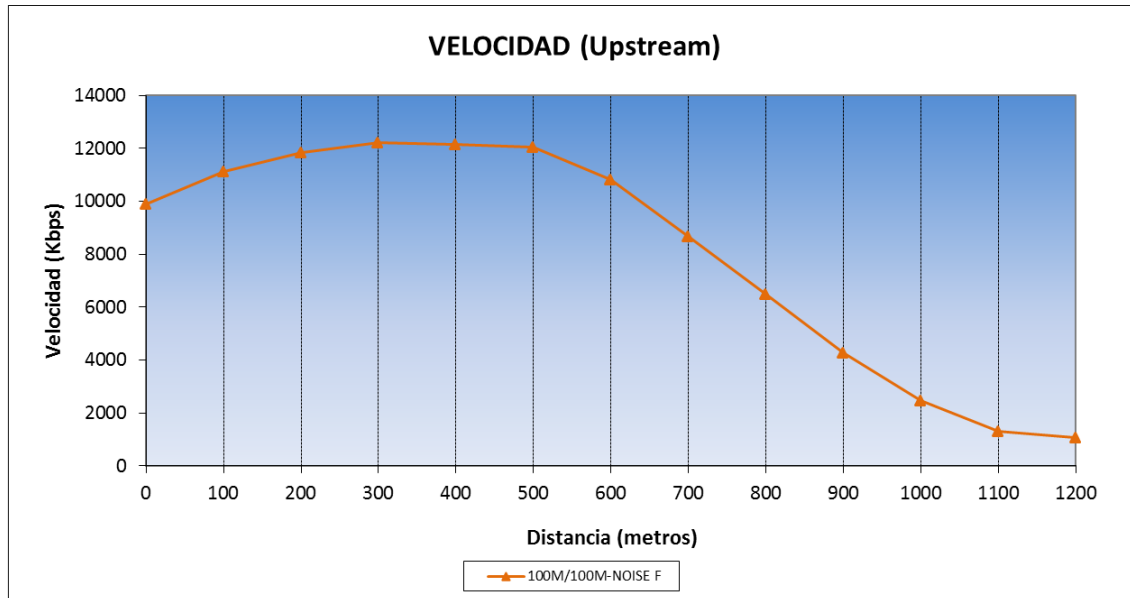


Figura 65: Escenario 5, velocidad upstream

Obtenemos una velocidad de subida de entorno a los 12 Mbps hasta los 600 metros, lo que constituye un buen rendimiento.

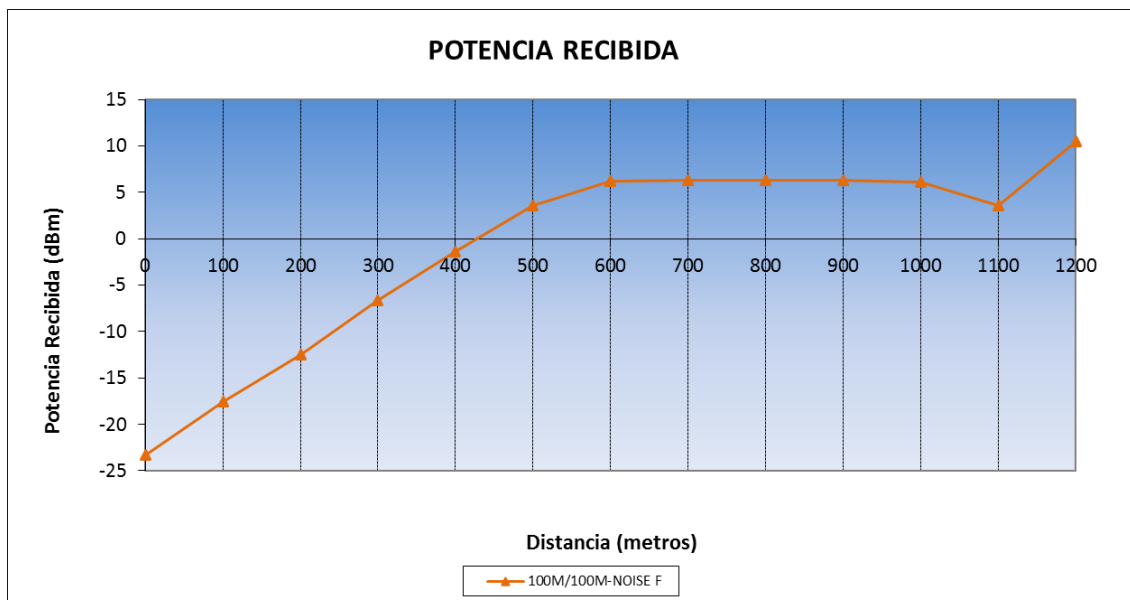


Figura 66: Escenario 5, potencia recibida

4.9. Escenario 6

En este escenario es hora de probar los parámetros consensuados, tenemos el bucle con ruido blanco (-140dBm/Hz) y 24 fuentes interferentes VDSL2 con los parámetros a y b consensuados a 0 metros de distancia por tratarse del caso más restrictivo.

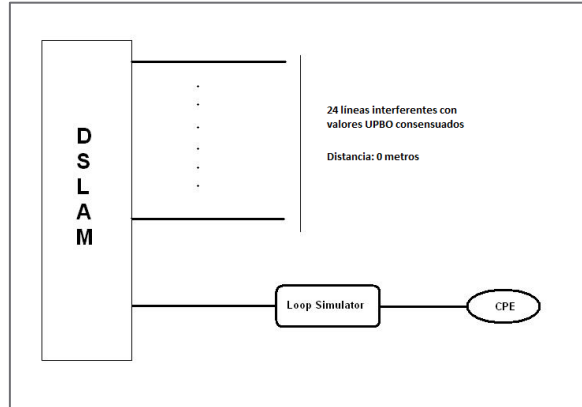


Figura 67: Esquema de escenario 6

Configuramos los parámetros en el simulador de ruido:

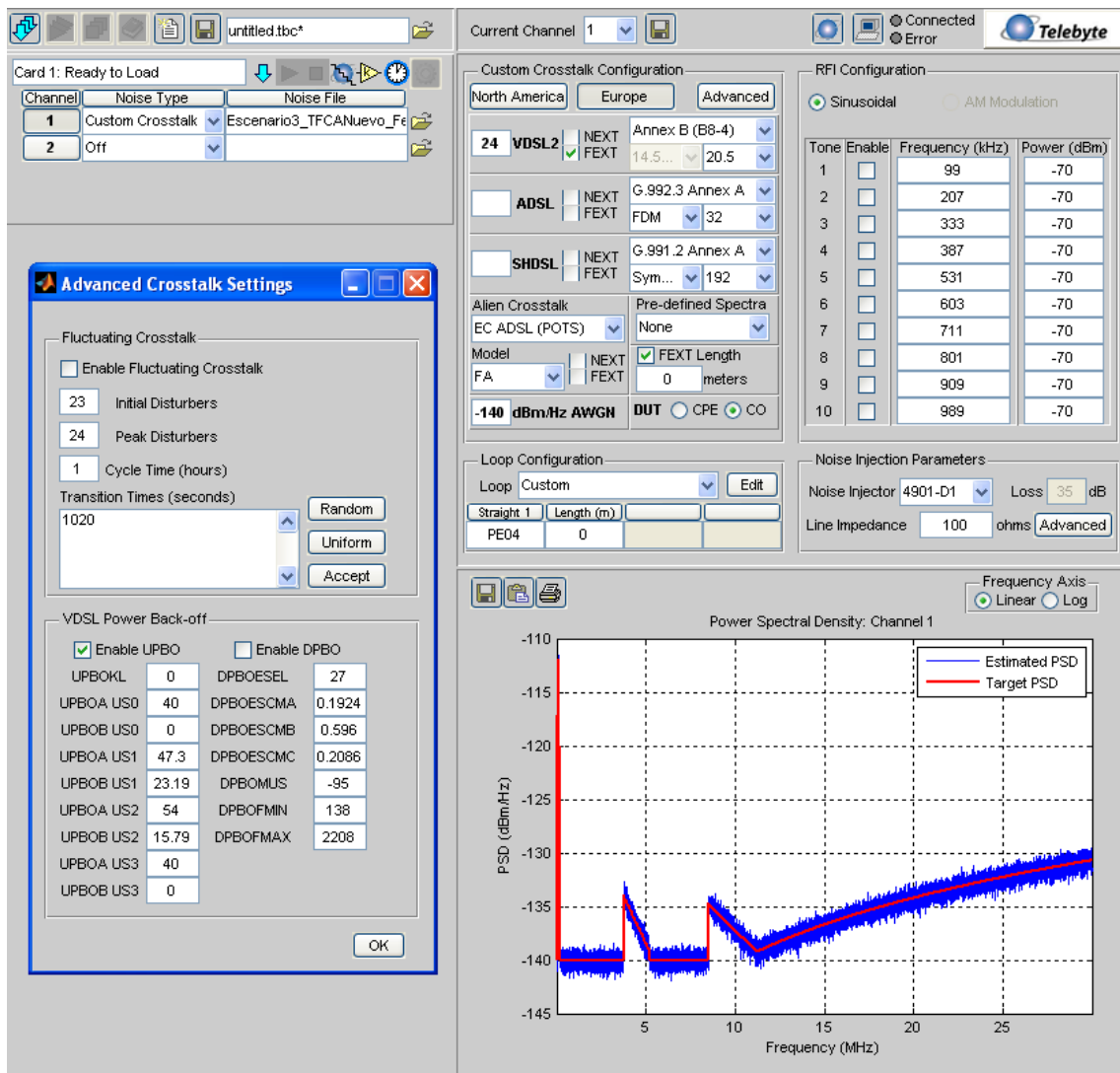


Figura 68: Configuración del simulador de ruido, escenario 6

Escenario 6

La PSD de ruido es parecida al escenario de fuentes interferentes Noise F anterior aunque algo menor en la banda US1. Los resultados obtenidos, nuevamente solo para el perfil de las señales interferentes, fueron:

Tabla 17: Escenario 6, UPBO Valores consensuados

UPBO DATOS VALORES CONSENSUADOS											
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº simb.)	INP up (Nº simb.)	Pot. Tx (dBm)	Pot. Rx (dBm)
0	2,5/2,5	80131	8272	11	8	6	5	1	0,5	17,1	-30,8
100	5,2/3,7	76595	9206	11,7	8	6	8	1	0,6	17	-24,9
200	8,5/5,0	72958	9986	11	7,7	6	8	1	0,5	17	-19,8
300	10,7/6,5	69644	10178	11,2	8	6	8	1	0,5	17,1	-14
400	13,0/6,7	64599	10216	11	8	7	8	1	0,5	17,1	-8,6
500	15,0/7,0	59808	9951	10,7	8	7	8	1	0,5	17,2	-3,8
600	17,2/9,0	54289	10128	10,7	7,7	8	8	1	0,5	17,2	2,1
700	19,0/10,5	47354	9736	10,5	8	9	8	1	0,5	17,3	6,3
800	21,0/11,5	41653	7488	10	7,7	11	8	1	0,5	17,4	6,2
900	22,5/12,7	36912	5353	10,5	8	13	4	1	0,5	17,3	6,2
1000	24,0/13,5	33453	3320	10,5	7,7	15	4	1,1	0,5	17,3	6,2
1100	25,5/14,7	30125	1818	9,7	8	17	5	1	0,8	17,7	4,8
1200	27,2/15,5	25093	1087	8,2	9	20	8	1,5	1	18,4	10,5

Representamos gráficamente velocidad de bajada y subida junto con la potencia recibida:

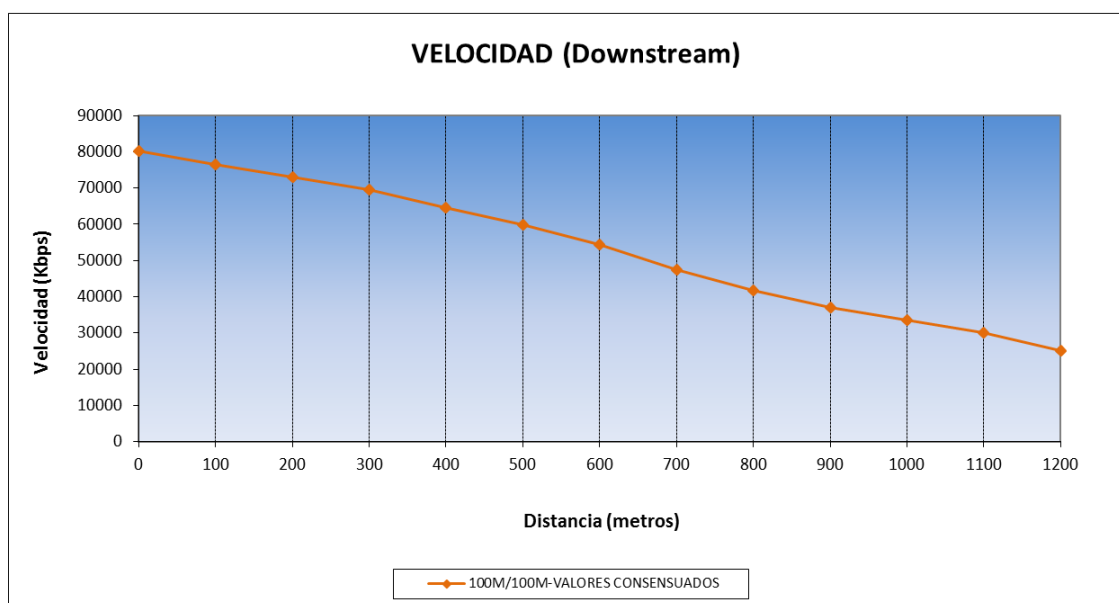


Figura 69: Escenario 6, velocidad downstream

No obtenemos cambios significativos en el rendimiento de bajada con respecto a anteriores simulaciones.

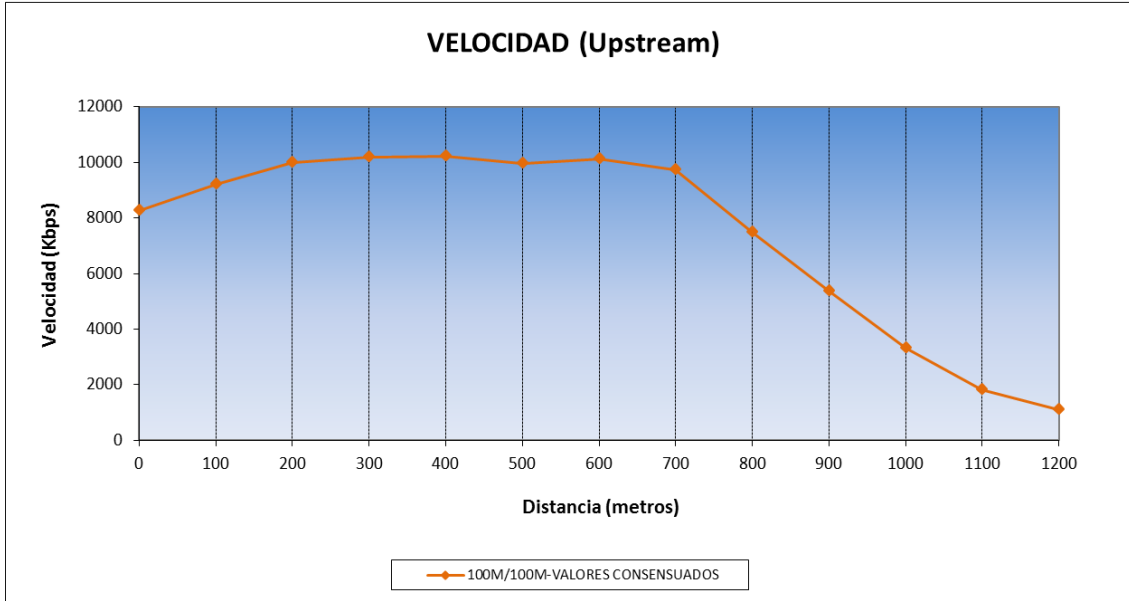


Figura 70: Escenario 6, velocidad upstream

Obtenemos una velocidad de subida de entorno a los 10 Mbps hasta los 700 metros, comparándola con el perfil Noise F anterior, tenemos menor velocidad pero ofrecida a mayor distancia.

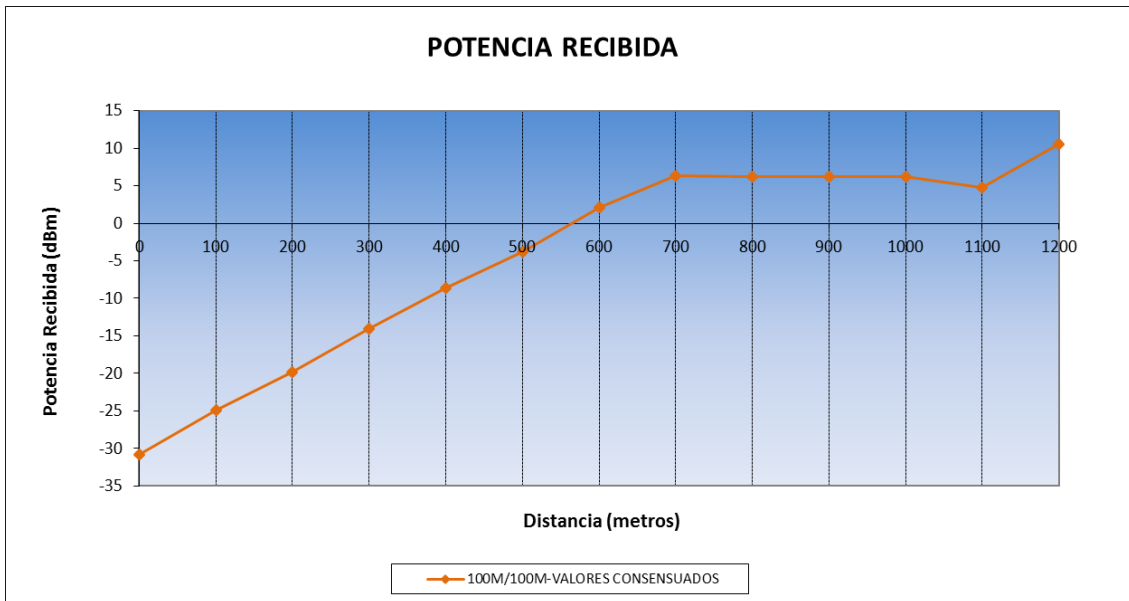


Figura 71: Escenario 6, potencia recibida

4.10. Comparación de perfiles en su entorno interferente

Una vez realizados todos los escenarios, podemos comparar los distintos perfiles en su entorno interferente.

Repetimos las simulaciones de Telefónica y Jazztel para obtener más puntos de medida entre 0 y 1200 metros tal como hicimos con Noise F y Valores consensuados.

Tabla 18: UPBO Telefónica en su entorno interferente

UPBO DATOS TELEFÓNICA											
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº símb.)	INP up (Nº símb.)	Pot. Tx (dBm)	Pot. Rx (dBm)
0	2,5/2,2	80124	5787	0	8	6	5	1	0,5	17	-51,2
100	5,5/3,7	76982	6419	11,5	8,2	6	5	1	0,5	17	-51,2
200	8,5/5,0	73915	6936	10,7	8,5	6	5	1	0,5	17,1	-26,2
300	10,7/6,5	69907	7140	11,2	8,2	7	5	1	0,5	17,2	-20,5
400	13,0/6,7	64835	7219	10,7	8,2	7	5	1	0,5	17,2	-15,1
500	15,0/7,2	59994	6993	10,5	8,2	8	5	1	0,5	17,1	-10,2
600	17,2/9,2	54422	7296	10,7	8,2	9	5	1	0,5	17,2	-4,2
700	19,0/10,5	47335	7519	10,2	8	9	8	1	0,6	17,3	1,2
800	21,0/11,5	41212	7422	10	8	11	7	1	0,5	17,4	6,3
900	22,5/13,0	36759	5178	10,5	8	13	4	1	0,5	17,4	6,2
1000	24,0/13,5	33308	3167	10,2	8	15	4	1,1	0,6	17,4	6,2
1100	25,7/14,7	29908	1855	9,7	8	17	6	1,2	0,6	17,7	4,6
1200	27,5/15,5	25021	1091	8,2	8	20	8	1,5	1	18,4	10,5

Tabla 19: UPBO Jazztel en su entorno interferente

UPBO DATOS JAZZTEL											
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº símb.)	INP up (Nº símb.)	Pot. Tx (dBm)	Pot. Rx (dBm)
0	2,5/2,5	79317	10832	10,7	8	5	8	1	0,5	17	-12,7
100	5,5/3,7	76013	12378	10,7	8	5	8	1	0,5	17	-6,8
200	8,5/5,0	70832	13243	10,7	8	4	15	1	0,7	17,1	-1,7
300	11,0/6,5	66687	13603	10,5	8	5	15	1	0,7	17,2	4
400	13,0/6,7	63944	12271	10,5	8	7	8	1	0,5	17,2	6,2
500	15,0/7,2	59377	10113	10,5	8	7	8	1	0,5	17,2	6,3
600	17,2/9,2	54045	7771	10,5	8	8	7	1	0,5	17,2	6,3
700	19,0/10,7	47208	5536	10	8	10	5	1	0,5	17,4	6,2
800	21,0/11,5	41447	3503	10	8	12	4	1	0,5	17,4	6,3
900	22,5/13,0	36599	1788	0	8	14	5	1,1	0,8	17,3	5,1
1000	24,0/13,5	33143	904	10,2	8	15	9	1	1,2	17,4	-0,1
1100	25,7/14,7	27097	1109	8,5	8,7	18	8	1,1	1	18,2	10,5
1200	27,5/15,5	24591	1087	8,7	9	20	8	1,5	1	18,4	10,5

Comparando gráficamente obtenemos:

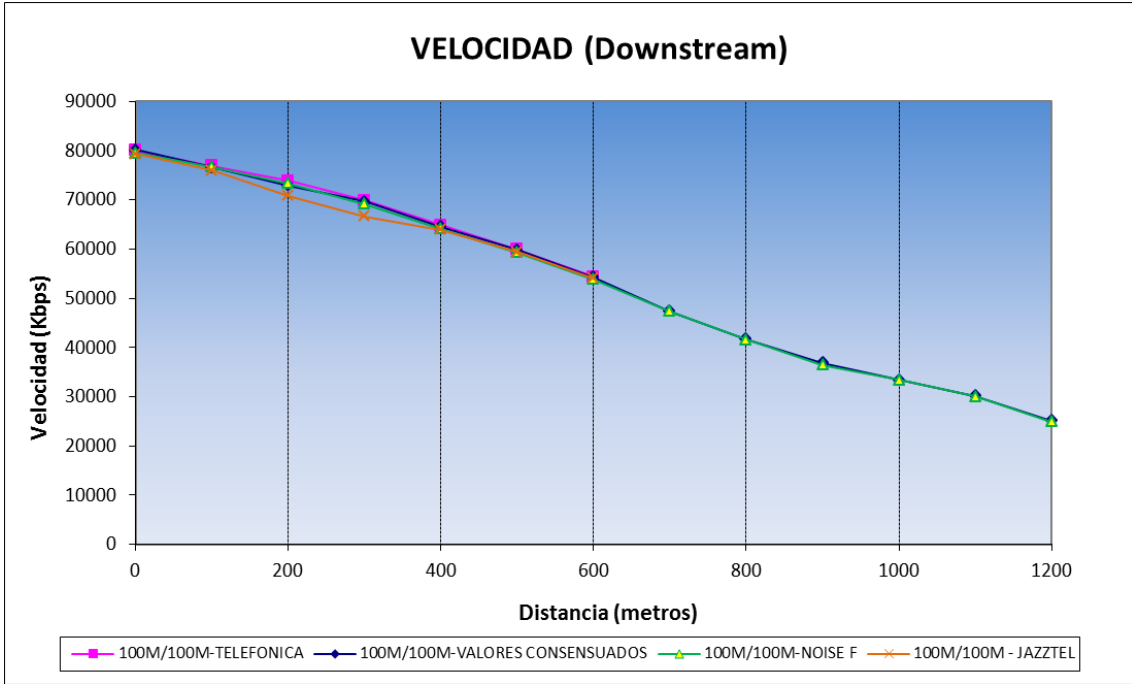


Figura 72: Comparación de perfiles con entorno, velocidad downstream

Tal como llevamos obteniendo en toda la simulación, el rendimiento downstream apenas se ve afectado por los distintos parámetros UPBO.

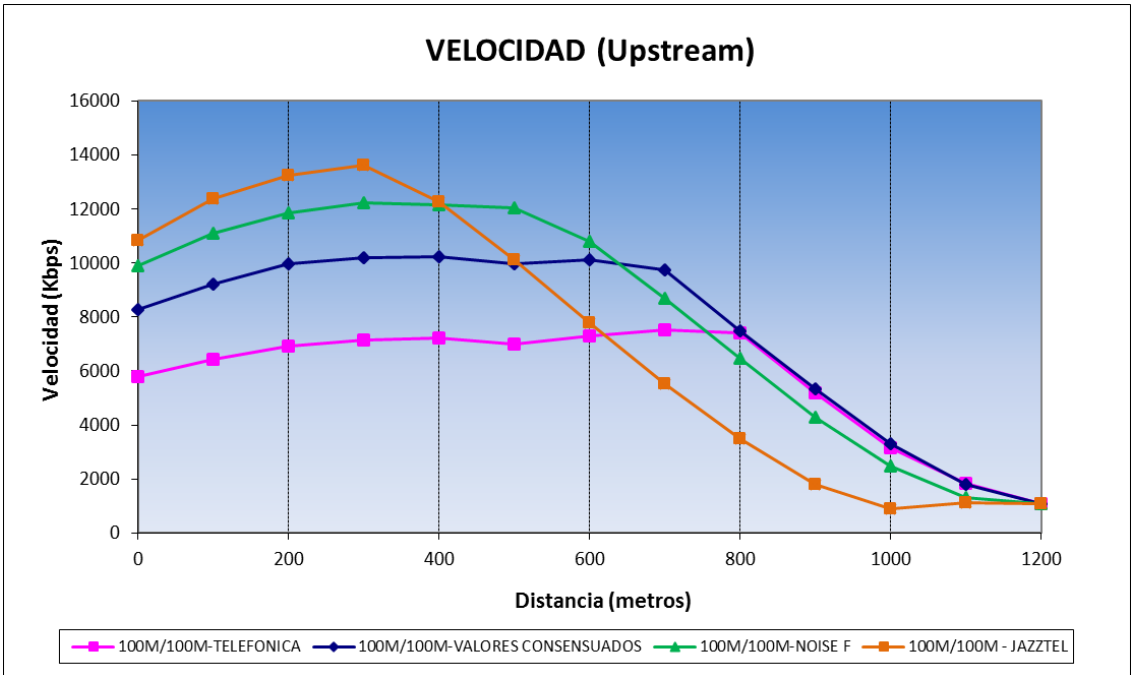


Figura 73: Comparación de perfiles con entorno, velocidad upstream

Conclusiones de la simulación

Obtenemos diferentes prestaciones en la velocidad de subida, vemos como el perfil de Valores consensuados se sitúa en un término medio, ofreciendo menos velocidad que el de Jazztel y el de Noise F, pero alargando la distancia en la que decae el rendimiento.

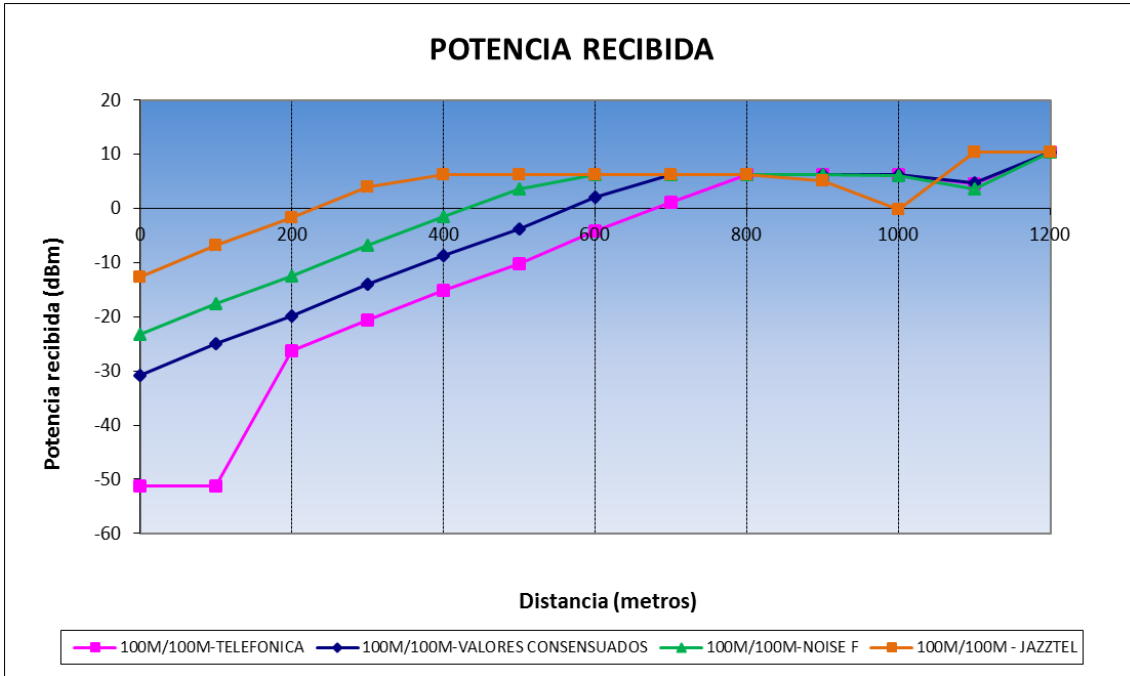


Figura 74: Comparación de perfiles con entorno, potencia recibida

4.11. Conclusiones de la simulación

Hemos visto como configurando el perfil con parámetros a y b bajos para el mecanismo UPBO lo que hacemos es configurar una UPBOPSD menos restrictiva, pudiendo emitir mayor potencia en la banda de subida. Pero esto no es lo más óptimo. Si hay otro operador con otros valores a y b configurados, una UPBOPSD alta te asegura mayor rendimiento que este, tus líneas interferirían más en las suyas que a la inversa, pero por el contrario, pares lejanos que con una configuración más restrictiva no causarían interferencia con esta otra sí, afectando negativamente al rendimiento de todas tus líneas.

Se trata por lo tanto de llegar a un término medio, teniendo en cuenta que normalmente el servicio VDSL2 se suele ofertar en los primeros 1000 metros.

Si hay consenso en cuanto a la configuración de los parámetros a y b en los distintos operadores, tal como hemos visto en la última gráfica se trata de ver cuál es la longitud de bucle en la que vamos a ofertar VDSL2. Jazztel ofrece el servicio VDSL2 hasta 1000 metros por lo que su configuración inicial de parámetros a y b no es muy acertada ya que, aunque puede ofrecer velocidades muy altas en distancias cortas, el rendimiento decae rápidamente bajando de los teóricos 8 Mbps a los 500 metros. Por lo tanto parece más acertado elegir unos valores

algo más restrictivos como los consensuados que permiten ofrecer velocidades de subida en torno a 8 Mbps hasta los 800 metros.

Debemos tener en cuenta que el resultado de estas simulaciones no son directamente extrapolables a pruebas de campo, donde entran en juego otros factores y agentes como la calidad del par y por lo tanto esperamos encontrarnos un rendimiento peor.

4.12. Comprobación del mecanismo UPBO

Como complemento a las simulaciones de los distintos escenarios vamos a realizar una prueba para comprobar que el mecanismo UPBO funciona correctamente. Vamos a obtener y comparar las máscaras de potencia a distintas distancias y comprobaremos que aumentan con la distancia y se encuentran entre la mínima PSD (limitada por el mecanismo UPBO y los parámetros a y b) y la máxima permitida en la norma.

Realizaremos las pruebas con valores de parámetros a y b de Telefónica y Jazztel por ser los más distantes entre sí y tomaremos 3 distancias: 0, 450 y 900 metros.

Para el perfil de Jazztel obtenemos:

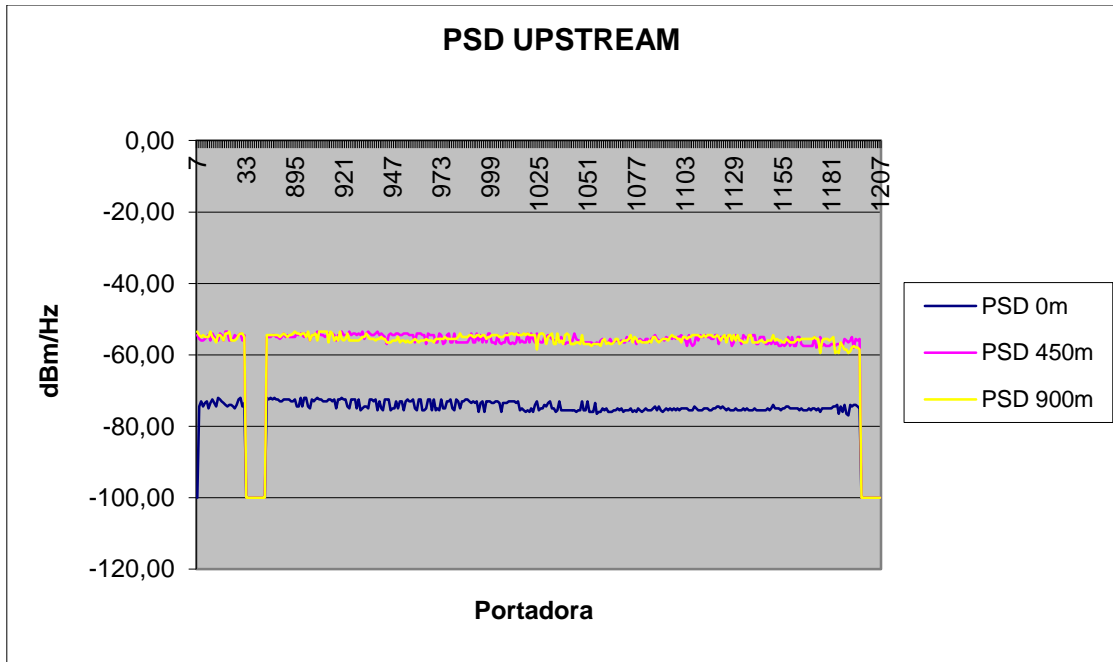


Figura 75: UPSD Jazztel a distintas distancias

Recordando los valores de la tabla 5, los valores mínimos para la UPBOMASK serían:

Comprobación del mecanismo UPBO

	Banda	a (dBm/Hz)	b (dBm/Hz)	f2 (Hz)	f3 (Hz)	UBPOPSD (dBm/f2)	UBPOPSD (dBm/f3)
JAZZTEL	US1	56,5	10,2	3750	5200	-76.25	-79.76
	US2	56,5	6,15	3750	5200	-68.41	-70.52

Mientras que para el perfil de Telefónica obtenemos:

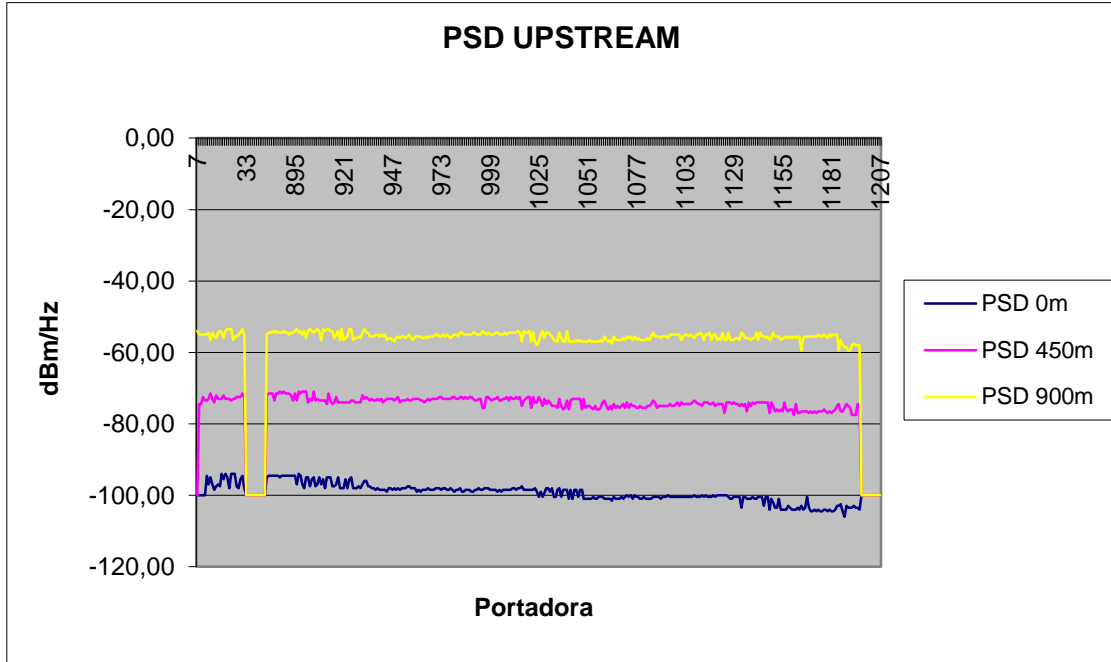


Figura 76: UPSD Telefónica a distintas distancias

Los valores mínimos para la UPBOMASK ahora serían tal como vimos en la tabla 5:

	Banda	a (dBm/Hz)	b (dBm/Hz)	f2 (Hz)	f3 (Hz)	UBPOPSD (dBm/f2)	UBPOPSD (dBm/f3)
Telefónica	US1	47,30	26,21	3750	5200	-98.06	-107.07
	US2	54	17,36	3750	5200	-87.62	-93.59

El límite de potencia definido en la norma para la máscara PSD B8-4 en US1 es el siguiente:

Tabla 20: límite de potencia máscara PSD B8-4 para US1

Nombre completo	998-M2x-A
KHz	dBm/Hz
3750	-80
3750	-51.2
5100	Interp
5100	Interp

5200	-52.7
5200	-80

Como se puede apreciar en las gráficas, comprobamos que el valor de la potencia transmitida por el CPE a distancia 0 metros es muy próxima al límite definido por la UPBOMASK y conforme la longitud del bucle aumenta, también aumenta la potencia transmitida hasta llegar al límite máximo definido en la norma, que en ningún momento es superado. Cabe recordar que aunque es el DSLAM el que envía la UPBOMASK al CPE, es el CPE el encargado de aplicar el mecanismo sin informar al DSLAM.

Por lo tanto podemos concluir que el mecanismo UPBO se está aplicando correctamente.

4.13. UPBO ecualizado

En el Ammendment 2 de la norma G993.2 se propone un UPBO ecualizado opcional cuya diferencia con el UPBO normal radica en el cálculo de la máscara de potencia transmitida en upstream.

En el Equalized UPBO el cálculo es como sigue:

Si $1.8 \leq kl_0 \leq kl_{0_REF}$

$$UPBOMASK(f) = -a - b\sqrt{f} + 10\log_{10}\left(\frac{kl_{0_REF}}{kl_0}\right) + LOSS(kl_0, f) + 3.5$$

Si $kl_0 < 1.8$

$$UPBOMASK(f) = -a - b\sqrt{f} + 10\log_{10}\left(\frac{kl_{0_REF}}{1.8}\right) + LOSS(1.8, f) + 3.5$$

Si $kl_0 \geq kl_{0_REF}$

$$UPBOMASK(f) = -a - b\sqrt{f} + LOSS(kl_0, f) + 3.5$$

El valor de kl_{0_REF} se configura en CO para cada banda de transmisión.

Del análisis de la fórmula se desprende que si el valor de kl_0 calculado por la VTU-R es menor que el configurado, el rendimiento de la línea será mejor, emite mayor potencia, mientras que si el calculado por la VTU-R es mayor, el funcionamiento será acorde con el proceso de UPBO normal.

UPBO ecualizado

Para probar si nuestro CPE soporta Equalized UPBO ideamos la siguiente prueba. Obtenemos la PSD para el perfil Noise F y posteriormente las volvemos a calcular configurando $k_{0_REF} = 63$ dB. El resultado esperado es una PSD mayor, según la fórmula entre 4dBm y 15 dBm.

Los resultados fueron:

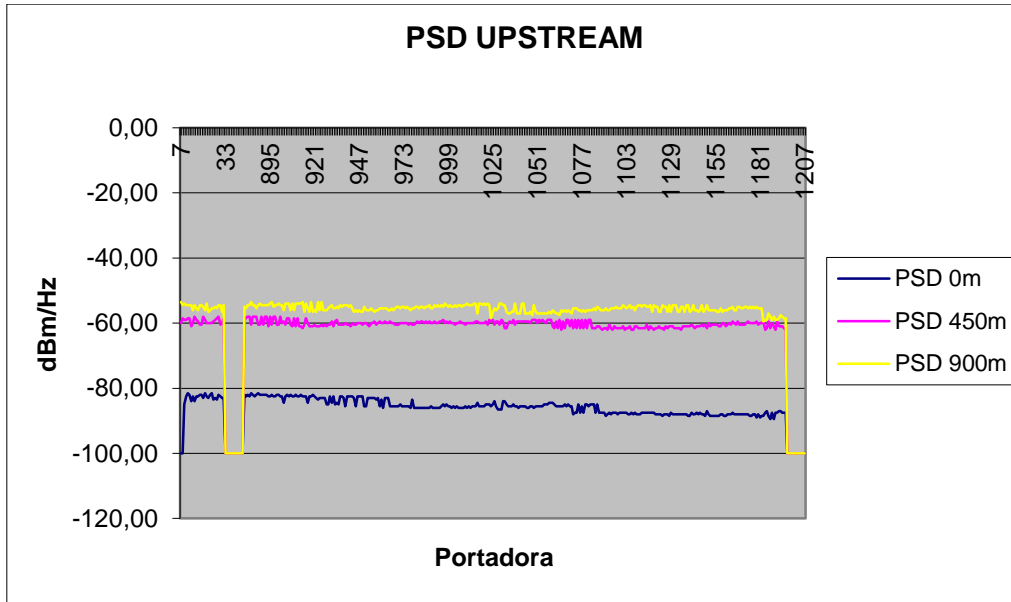


Figura 77: UPSD Noise F

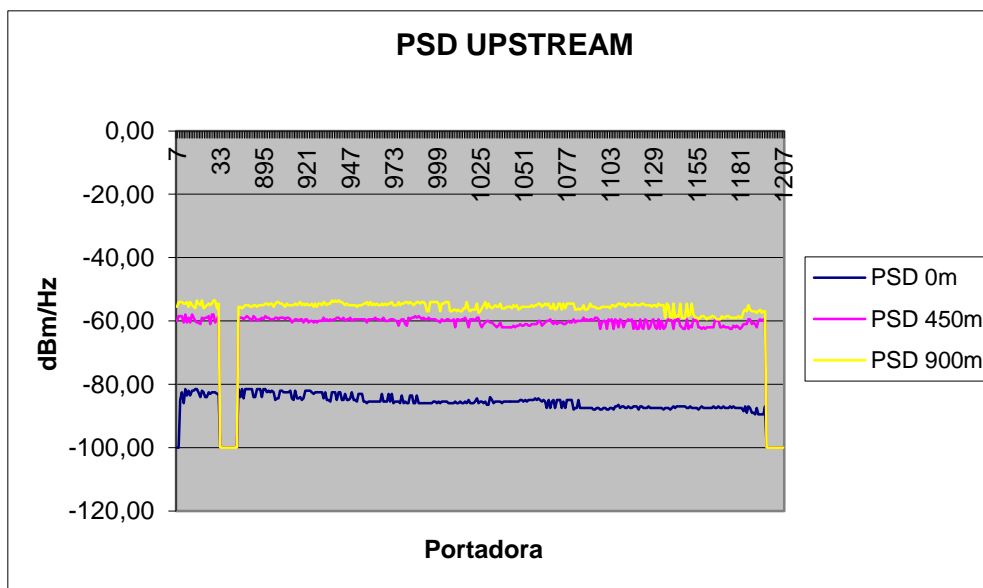


Figura 78: UPSD Noise F, Equalized UPBO

La diferencia entre ambos es insignificante, por lo que podemos concluir que el CPE no aplica este mecanismo.

Capítulo 5:

5. Monitorización de clientes VDSL2

5.1. Introducción

Como comentamos, los resultados de la simulación en el laboratorio muchas veces no reflejan la realidad de campo. Aprovechando la posibilidad que nos brinda Jazztel, accedemos a una base de clientes VDSL2 para monitorizar valores de sus conexiones y poder compararlos con los resultados teóricos y de simulación.

5.2. Script

Para la monitorización realizamos un script Telnet (véase Apéndice B) para conectarnos remotamente a los DSLAM del centro de una gran ciudad española, ejecutar los códigos y guardar los parámetros deseados para su posterior análisis.

Contamos con una base de 481 clientes VDSL2 de Jazztel (véase Apéndice C) de los cuales hemos guardado de su conexión los datos de velocidad de sincronización, atenuación, DNR, retardo por Interleaving e INP tanto de bajada como de subida, así como distancia al DSLAM, valor de kl_0 y potencia recibida y transmitida.

5.3. Estudio de kl_0

Ya hemos hablado del parámetro kl_0 , su papel en el cálculo de la UPBOMASK y como en la solución de Broadcom toma el valor de la atenuación de línea a 1 MHz.

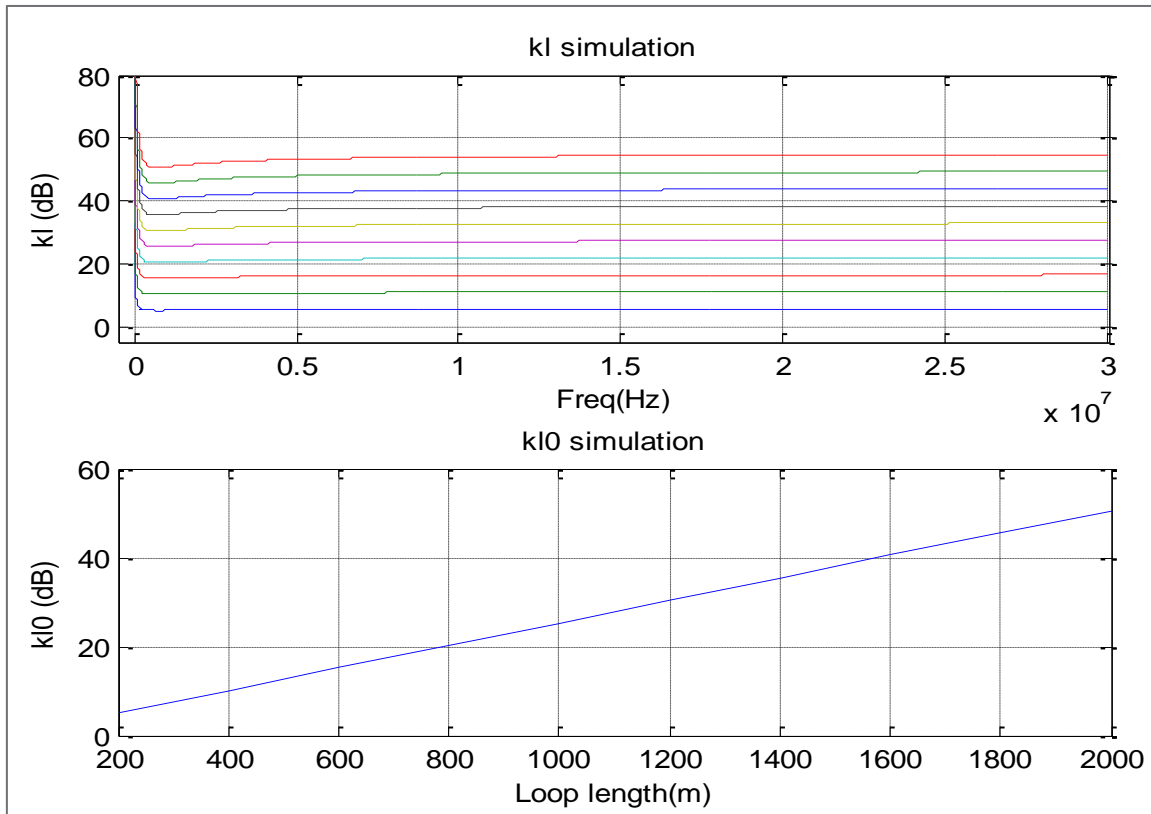
$$UPBOMASK(kl_0, f) = UPBOPSD(f) + LOSS(kl_0, f) + 3.5 \text{ [dBm/Hz]}$$

$$LOSS(kl_0, f) = kl_0 \sqrt{f} \text{ [dB]}$$

$$UPBOPSD(f) = -a - b\sqrt{f} \text{ [dB/Hz]}$$

Vamos a realizar una simulación tomando los valores de kl_0 a distintas distancias para compararlos con los teóricos y finalmente comprobaremos si la base de clientes de Jazztel se ajusta a dicha función.

Recordamos la gráfica de kl_0 teórica:



La prueba con el simulador de bucle la realizamos con el perfil comercial de Jazztel de 30Mbps de bajada y 3.5Mbps de subida, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 21: Simulación perfil 30M/3.5M - Jazztel

30M/3.5M - Jazztel											
Dist. (m)	Att Down/Up (dB)	Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	SNR Down (dB)	SNR Up (dB)	Int down (ms)	Int Up (ms)	INP down (Nº símb.)	INP up (Nº símb.)	Pot. Tx/Rx (dBm)	kl_0 (dB)
0	3.0/2.2	30719	3583	31	17,5	16	2	1,9	0,5	13.2/-51.2	2,4
50	4.5/3.5	30719	3583	32,2	19	16	2	1,9	0,5	13.9/-28.0	3,9
100	5.7/3.7	30719	3583	32,2	19	16	2	1,9	0,5	14.8/-25.2	5,2
150	7.0/4.7	30719	3583	32,2	18,7	16	2	1,9	0,5	15.5/-22.7	6,4
200	8.5/5.0	30719	3583	31	19	16	2	1,9	0,5	16.1/-20.5	7,5
250	10.0/5.7	30719	3583	31	19	16	2	1,9	0,5	17.3/-17.3	9
300	11.0/6.2	30719	3583	30,7	19,2	16	2	1,9	0,5	18.6/-14.8	10,2
350	12.0/5.7	30719	3583	29,5	19,2	16	2	1,9	0,5	18.6/-12.1	11,5
400	13.0/6.5	30719	3583	27,7	19,7	16	2	1,9	0,5	18.6/-9.2	12,9

30M/3.5M - Jazztel											
450	14.2/7.7	30719	3583	27,5	19,2	16	2	1,9	0,5	18.6/-6.5	14,2
500	15.2/7.0	30719	3583	25	19	16	2	1,9	0,5	18.6/-4.2	15,3
550	16.5/8.2	30719	3583	24	19,5	16	2	1,9	0,5	18.6/-1.5	16,6
600	17.5/9.0	30719	3583	24	19,5	16	2	1,9	0,5	18.6/1.7	18,1
650	18.2/10.0	30719	3583	22,7	19,5	16	2	1,9	0,5	18.6/4.3	19,4
700	19.0/10.5	30719	3583	21,2	19	16	2	1,9	0,5	18.6/6.2	20,6
750	20.0/11.5	30719	3583	18,7	15,7	16	2	1,9	0,5	18.5/6.3	22,1
800	21.0/11.5	30719	3583	17	14	16	2	1,9	0,5	18.3/6.3	23,1
850	22.2/12.5	30719	3583	16,7	11,2	16	2	1,9	0,5	18.0/6.3	24,5
900	22.5/12.7	30719	3583	16,5	9	16	2	1,9	0,5	17.7/6.3	25,8
950	23.7/13.7	30719	3584	16	8	16	3	1,9	0,5	17.4/6.3	26,9
1000	24.2/13.2	30719	2984	13,2	8	16	4	1,9	0,6	17.4/6.2	27,9
1050	25.0/14.0	30719	2161	12	8	16	5	1,9	0,8	17.4/5.5	29,4
1100	25.7/14.5	30491	1559	10,7	8,2	16	6	1,2	1	17.4/4.0	30,6
1150	26.7/14.5	30032	1111	9	8	16	7	1,2	1	17.4/0.9	31,8
1200	27.5/15.5	26128	1124	8	8	19	8	1,2	1	18.2/10.5	33,2
1250	28.5/16.5	26001	1143	8,7	9	19	8	1,2	0,5	18.1/10.5	34,6
1300	29.0/16.5	23450	1154	8	8	21	8	1,3	1	18.4/10.5	35,2
1350	30.0/17.5	23627	1169	8,2	8,7	21	8	1,6	0,8	18.3/10.5	36,5

Quedando la gráfica de k_{l_0} :

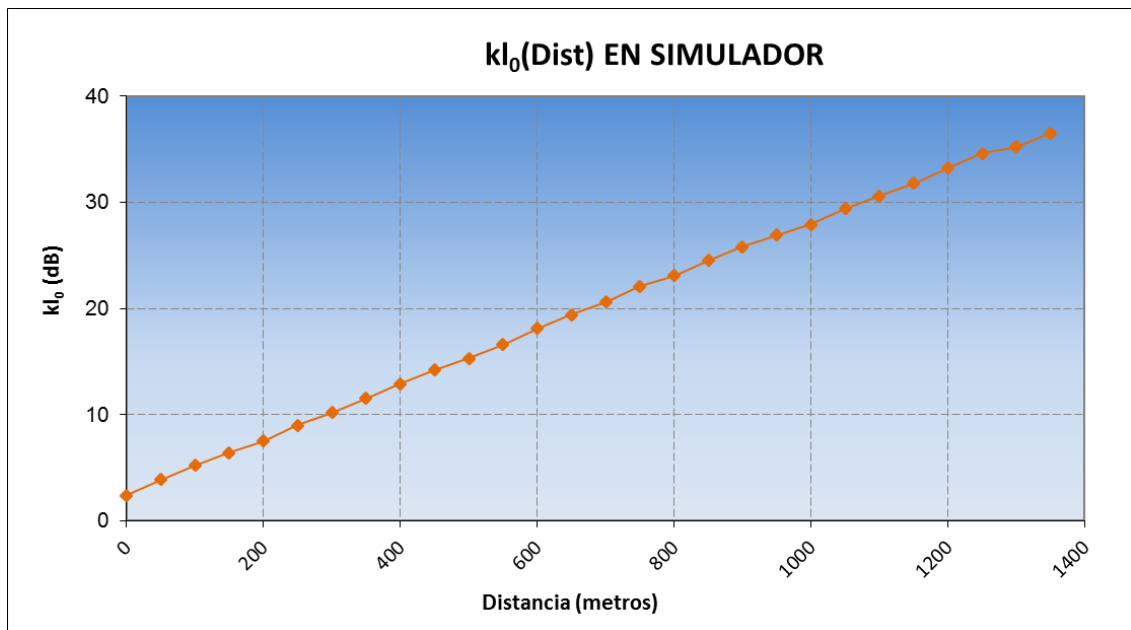


Figura 79: simulación k_{l_0} en función de la distancia

Como vemos es muy similar a la teórica, salvo que un poco desplazada hacia arriba, por ejemplo a 800 metros obtenemos un valor de k_{l_0} de 23dB por los 20dB teóricos.

Para la base de clientes obtenemos:

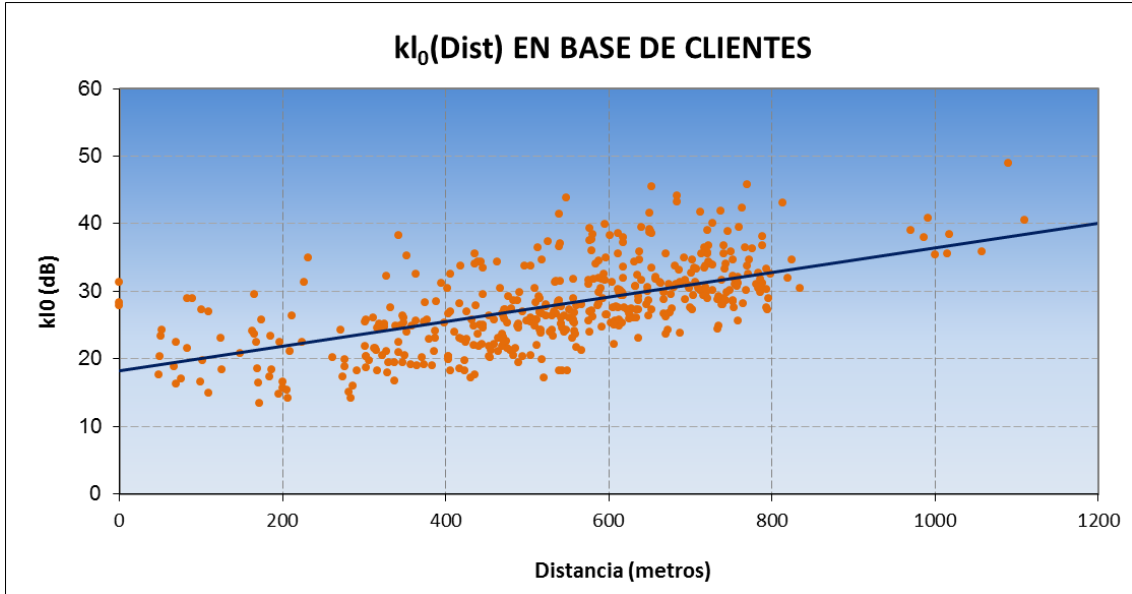


Figura 80: kl_0 en función de la distancia en la base de clientes

Vemos una línea de tendencia similar a la teórica pero con menos pendiente y desplazada hacia arriba. Estas discrepancias pueden deberse, en primer lugar, a la inexactitud de la distancia real al DSLAM y, en segundo lugar, no parece adecuado referenciar el kl_0 a la distancia ya que dos líneas que disten del DSLAM la misma longitud pueden tener atenuaciones distintas debido a la calidad diferente del par, por lo que vemos kl_0 en función de la atenuación de bajada:

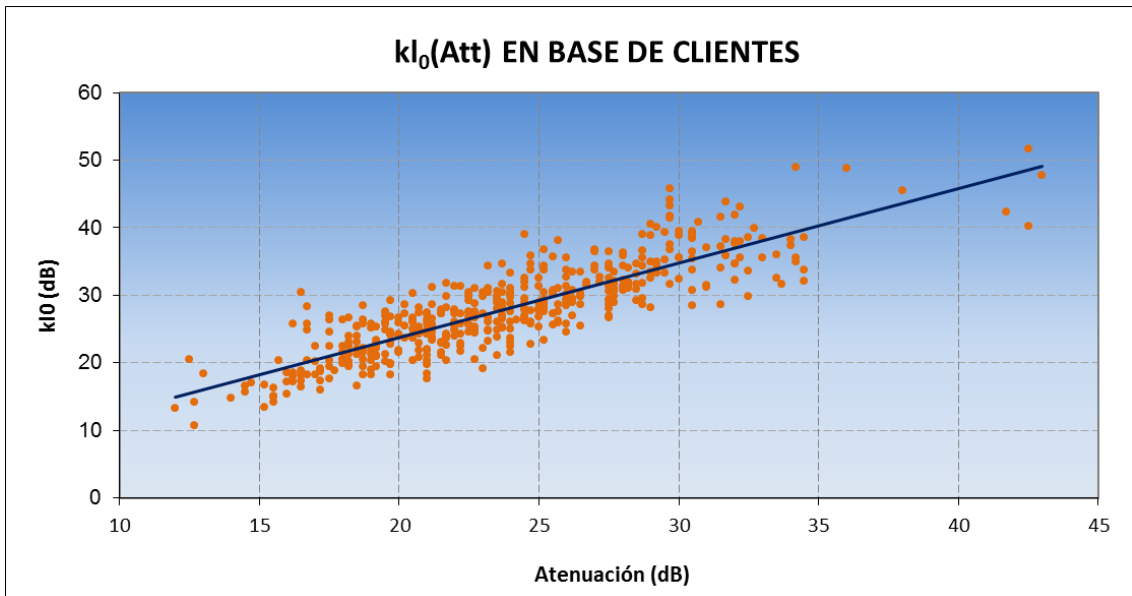


Figura 81: kl_0 en función de la atenuación en la base de clientes

Que tiene menos dispersión y se parece más a la del simulador:

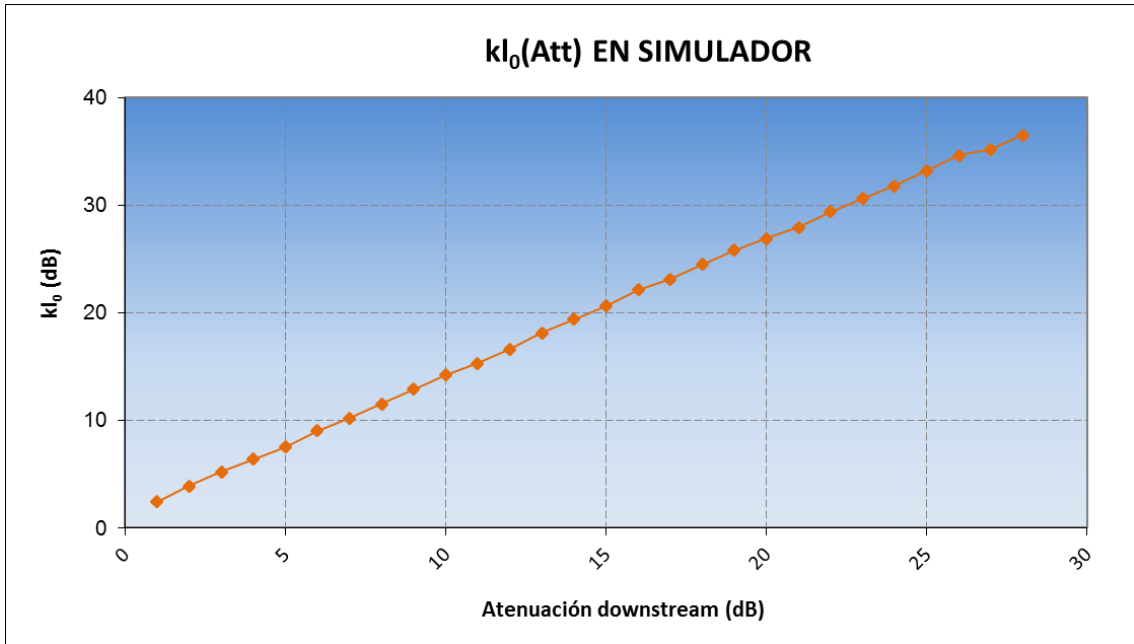
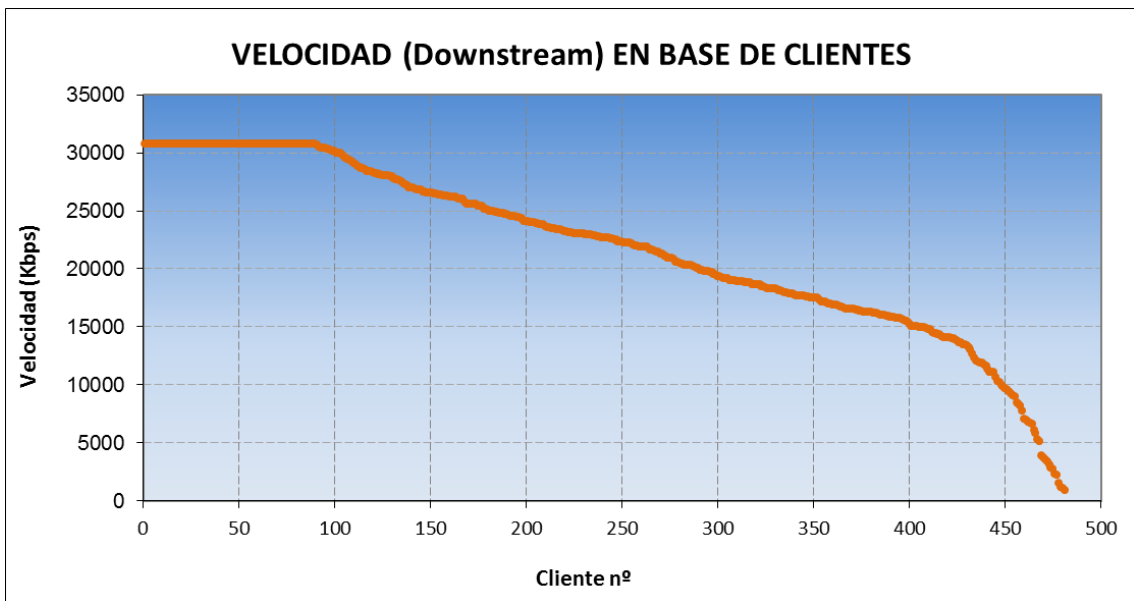
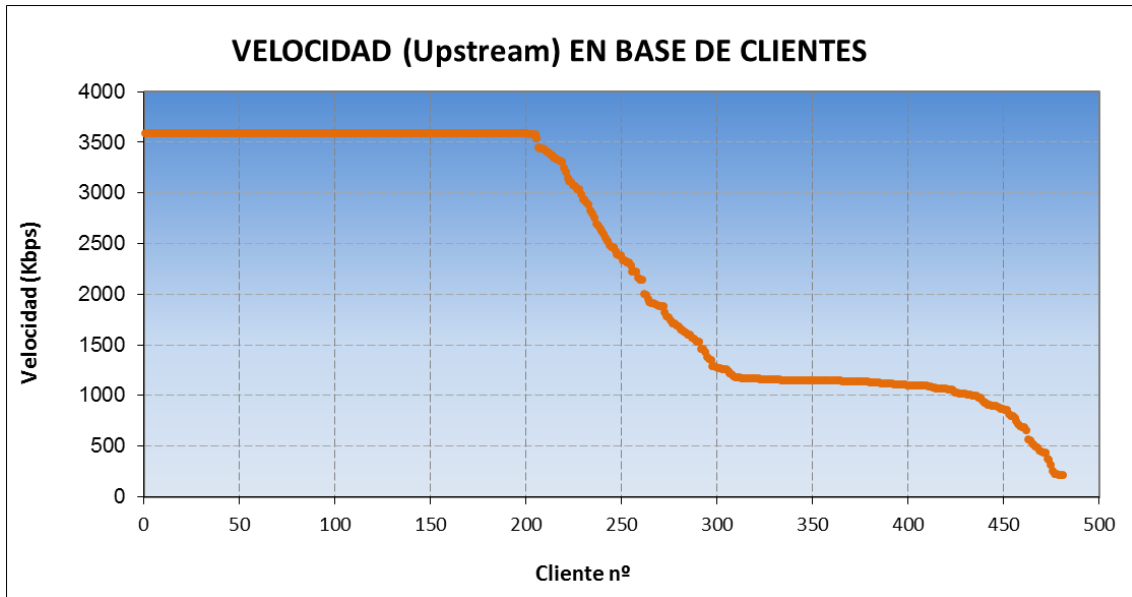


Figura 82: simulación k10 en función de la atenuación

A continuación vemos que velocidades tienen, tanto en bajada como en subida ordenados de mayor a menor.



Notar que aproximadamente 100 de los 480 clientes sincronizan a 30 Mbps mientras que 30 clientes sincronizan a menos de 5 Mbps y tendrán abierta una incidencia a la espera de comprobación de par y revisión de otros parámetros.



El rendimiento de subida obtenido es mejor que en bajada, ya que casi la mitad de los clientes sincronizan a 3.5 Mbps, después se produce una transición hasta los 1.2 Mbps de clientes que debido a distancia o atenuación no tienen activada la banda US0.

Capítulo 6:

6. Trabajo futuro

6.1. Vectoring

En la recomendación G.993.5 [17] se presenta la Vectorización como método de transmisión que emplea la coordinación de las señales de las líneas para eliminar/reducir los niveles de interferencia y mejorar el rendimiento.

La tecnología VDSL2 Vectoring funciona eliminando la diafonía entre pares adyacentes de forma similar a los sistemas de cancelación de ruido de los auriculares. Conceptualmente, se trata de conseguir el efecto de que cada uno de los bucles estuviese solo, llegando a un rendimiento cuasi óptimo de la tecnología VDSL2. En la imagen podemos ver la comparativa de rendimiento ideal, usando vectoring o afectado por las interferencias en función de la distancia al DSLAM.

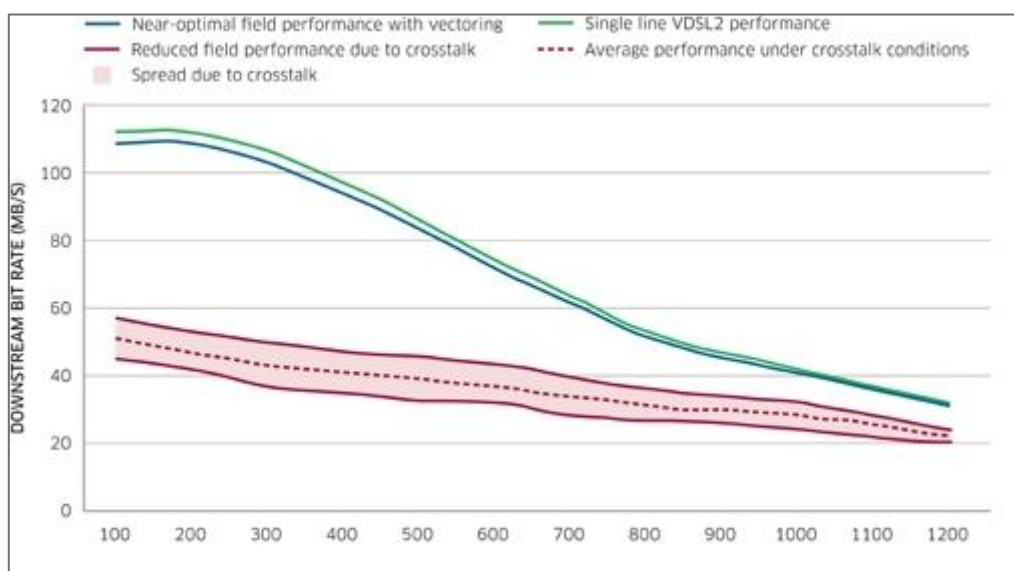


Figura 83: Rendimiento VDSL2

En el procedimiento, se miden las interferencias de todos los pares de cobre dentro de un cable o manguera, inyectando señales para cancelar este problema. Con ello, se mejora el ancho de banda efectivo de un usuario en más de un 100% según casos.

Para ello se requiere de un potente sistema de computación, ya que cuantos más pares haya dentro de un cable, más parámetros habrá a calcular, pues se genera más diafonía. Todas las líneas se analizan simultáneamente, en las 4.096 portadoras de VDSL2 que se encargan de 4.000 símbolos por segundo cada una de ellas. Por ejemplo, con sólo un cable de 200 pares, se requieren 2.621 millones de operaciones por segundo.

Toda esta carga computacional recae en el DSLAM, lo que hace que las soluciones actuales de Vectoring sean de momento para nodos remotos, que cuentan con menos pares que un DSLAM en central.

Además, el desagregado de bucles juega de forma negativa en esta tecnología, ya que los pares que no estén conectados al DSLAM compatible porque estén adjudicados a otro operador, siguen generando diafonía dentro del cable y ésta no se puede cancelar, penalizando el resultado de los demás.

Esta línea, de eliminar diafonías y no reducirlas, parece el siguiente paso en la mejora de prestaciones VDSL2.

Bibliografía

Bibliografía utilizada

- [1] Jazztel, «Portal de Jazztel,» [En línea]. Available: www.jazztel.com. [Último acceso: Septiembre 2011].
- [2] D. López, «CONECtrónica,» [En línea]. Available: <http://www.conelectronica.com/FTTx-y-FTTh/FTTx-La-Demanda-por-Velocidad.html>. [Último acceso: Septiembre 2011].
- [3] ITU-T, «G.993.2 Amendment 1,» 04/2007.
- [4] ETSI, «TS 101 271 Access Terminals Transmission and Multiplexing (ATTM); Access transmission system on metallic pairs; Very High Speed digital subscriber line system (VDSL2),» 01/2009.
- [5] ITU-T, «G993.2 Very high speed digital subscriber 2 (VDSL2),» 02/2006.
- [6] P. Eriksson y B. Odenhammar, «VDSL2: Next important broadband technology,» *Ericsson Review*, pp. 36-46, 2006.
- [7] M. Sánchez, I. Grande y C. Anzuela, «Gestión dinámica del espectro para las tecnologías de acceso xDSL,» Diciembre 2005.
- [8] ITU-T, «G997.1 Physical layer management for digital subscriber line (DSL) transceivers,» 04/2009.
- [9] ITU-T, «993.1 Very high speed digital subscriber (VDSL) line transceivers,» 06/2004.
- [10] Movistar, «OBA,» [En línea]. Available: http://www.movistar.es/on/onTOFichaProducto/1,,v_segmento+AOPN+v_idioma+es+v_producto+1369+v_correspondencia+EMPR+asdf+asdfasd,00.html. [Último acceso: Febrero 2011].
- [11] ITU-T, «G.994.1 Handshake procedures for digital subscriber line (DSL) transceivers,» 02/2007.
- [12] Telebyte, [En línea]. Available: <http://www.telebyteusa.com/>. [Último acceso: Septiembre

2011].

- [13] Huawei, «Portal de Huawei,» [En línea]. Available: www.huawei.com. [Último acceso: Septiembre 2011].
- [14] COMTREND, «Portal de Comtrend - Producto CT-5374,» [En línea]. Available: [http://www.comtrend.com/links/86\\$product.htm](http://www.comtrend.com/links/86$product.htm). [Último acceso: Septiembre 2011].
- [15] ETSI, Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones, «Portal del ETSI,» [En línea]. Available: www.etsi.org. [Último acceso: Septiembre 2011].
- [16] CMT (Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones), «Resolución sobre la modificación de la OBA,» [En línea]. Available: http://www.cmt.es/es/documentacion_de_referencia/ofertas_mayoristas_reguladas/anexos/Resolucion_DT_2010_1756.pdf. [Último acceso: Septiembre 2011].
- [17] ITU-T, «Self-FEXT cancellation (vectoring) for use with VDSL2 transceivers,» 04/2010.

Apéndice

A. Configuración de perfiles

ADST2899999MAD003(config-if-vdsl-0/1)#display parameter 8

```
-----
Line-template  Index: 48  Name: 100M/100M-VDSL2-TFCA
Line-profile   Index: 25  Name: VDSL_General_TFCA
Transmission mode:
  T1.413                G.992.1(Annex A/B/C)
  G.992.2(Annex A/C)    G.992.3(Annex A/B/I/J/L)
  G.992.4(Annex A/I)    G.992.5(Annex A/B/I/J)
  G.993.2(Annex A/B/C)
Bit swap downstream          : Enable
Bit swap upstream           : Enable
Form of transmit rate adaptation downstream : AdaptAtStartup
Form of transmit rate adaptation upstream  : AdaptAtStartup
Target SNR margin downstream(0.1dB)      : 80
Minimum SNR margin downstream(0.1dB)     : 60
Maximum SNR margin downstream(0.1dB)     : 310
Target SNR margin upstream(0.1dB)        : 80
Minimum SNR margin upstream(0.1dB)       : 60
Maximum SNR margin upstream(0.1dB)       : 310
UPBO US1 band reference PSD parameters[a, b] : 730,2621
UPBO US2 band reference PSD parameters[a, b] : 1400,1736
UPBO US3 band reference PSD parameters[a, b] : 0,0
UPBO US4 band reference PSD parameters[a, b] : 0,0
UPBO Boost Mode              : Enable
UPBO US1 band reference electrical length   : 0
UPBO US2 band reference electrical length   : 0
UPBO US3 band reference electrical length   : 0
UPBO US4 band reference electrical length   : 0
UPBO use of electrical length to compute UPBO : Auto
Allow transition to idle          : not allowed
Allow transition to low power     : not allowed
L0 time(second)                  : 255
L2 time(second)                  : 30
L3 time(second)                  : 255
Maximum aggregate transmit power reduction(dB) : 3
Total maximum aggregate transmit power reduction
(dB)                             : 9
<defmode>
  G.993.2 profile                : Profile8b
  VDSL2 PSD class mask           : AnnexB998-M2x-A(B8-4)
  VDSL2 link use of U0           : Used
  Maximum nominal aggregate transmit power
  downstream(0.1dBm)            : 205
  Maximum nominal aggregate transmit power
  upstream(0.1dBm)              : 145
  Upstream PSD mask selection    : ADLU-32/EU-32
  Virtual noise mode downstream  : Disable
```

```

Virtual noise mode upstream      : Disable
Network timing reference clock mode : FreeRun
INM inter arrival time offset downstream(symbol): 3
INM inter arrival time step downstream      : 0
INM cluster continuation value downstream
(symbol)                                   : 0
INM equivalent INP mode downstream      : 0
INM inter arrival time offset upstream(symbol) : 3
INM inter arrival time step upstream      : 0
INM cluster continuation value upstream(symbol) : 0
INM equivalent INP mode upstream      : 0
SOS time Window downstream(64ms)      : 0
Minimum percentage of degraded tones downstream : 0
Minimum number of normalized CRC anomalies
downstream(0.02)                       : 65535
Maximum number of SOS downstream      : 0
SNR margin offset of ROC downstream(0.1dB) : 0
Minimum impulse noise protection of ROC
downstream                               : 0
SOS time Window upstream(64ms)         : 0
Minimum percentage of degraded tones upstream : 0
Minimum number of normalized CRC anomalies
upstream(0.02)                           : 65535
Maximum number of SOS upstream         : 0
SNR margin offset of ROC upstream(0.1dB) : 0
Minimum impulse noise protection of ROC
upstream                                 : 0
Channel1-profile Index: 2 Name: 100M/100M-VDSL2
Data path mode                           : Both
Minimum impulse noise protection downstream : HalfSymbol
Minimum impulse noise protection upstream  : HalfSymbol
Maximum interleaving delay downstream(ms) : 32
Maximum interleaving delay upstream(ms)   : 16
Minimum transmit rate downstream(Kbps)    : 64
Minimum reserved transmit rate downstream(Kbps) : 64
Maximum transmit rate downstream(Kbps)    : 100000
Minimum transmit rate upstream(Kbps)      : 64
Minimum reserved transmit rate upstream(Kbps) : 64
Maximum transmit rate upstream(Kbps)     : 100000
Rate threshold downshift downstream(Kbps) : 0
Rate threshold upshift downstream(Kbps)   : 0
Rate threshold downshift upstream(Kbps)   : 0
Rate threshold upshift upstream(Kbps)     : 0
Retransmission control in downstream     : Disable
Retransmission control in upstream       : Disable
Erasure decoding switch                   : Disable
Minimum SOS bit rate downstream(8Kbps)    : 8
Minimum SOS bit rate upstream(8Kbps)     : 8

```

ADST2899999MAD003(config-if-vdsl-0/1)#display parameter 8

```

-----
Line-template Index: 55 Name: 100M-VDSL2-final
Line-profile Index: 34 Name: VDSL_TFCA_NUEVA
Transmission mode:
T1.413          G.992.1(Annex A/B/C)
G.992.2(Annex A/C)    G.992.3(Annex A/B/I/J/L)
G.992.4(Annex A/I)    G.992.5(Annex A/B/I/J)
G.993.2(Annex A/B/C)
Bit swap downstream      : Enable

```

Bit swap upstream : Enable
Form of transmit rate adaptation downstream : AdaptAtStartup
Form of transmit rate adaptation upstream : AdaptAtStartup
Target SNR margin downstream(0.1dB) : 80
Minimum SNR margin downstream(0.1dB) : 60
Maximum SNR margin downstream(0.1dB) : 310
Target SNR margin upstream(0.1dB) : 80
Minimum SNR margin upstream(0.1dB) : 60
Maximum SNR margin upstream(0.1dB) : 310
UPBO US1 band reference PSD parameters[a, b] : 730,2319
UPBO US2 band reference PSD parameters[a, b] : 1400,1579
UPBO US3 band reference PSD parameters[a, b] : 0,0
UPBO US4 band reference PSD parameters[a, b] : 0,0
UPBO Boost Mode : Enable
UPBO US1 band reference electrical length : 0
UPBO US2 band reference electrical length : 0
UPBO US3 band reference electrical length : 0
UPBO US4 band reference electrical length : 0
UPBO use of electrical length to compute UPBO : Auto
Allow transition to idle : not allowed
Allow transition to low power : not allowed
L0 time(second) : 255
L2 time(second) : 30
L3 time(second) : 255
Maximum aggregate transmit power reduction(dB) : 3
Total maximum aggregate transmit power reduction
(dB) : 9
<defmode>
G.993.2 profile : Profile8b
VDSL2 PSD class mask : AnnexB998-M2x-A(B8-4)
VDSL2 link use of U0 : Used
Maximum nominal aggregate transmit power
downstream(0.1dBm) : 205
Maximum nominal aggregate transmit power
upstream(0.1dBm) : 145
Upstream PSD mask selection : ADLU-32/EU-32
Virtual noise mode downstream : Disable
Virtual noise mode upstream : Disable
Network timing reference clock mode : FreeRun
INM inter arrival time offset downstream(symbol): 3
INM inter arrival time step downstream : 0
INM cluster continuation value downstream
(symbol) : 0
INM equivalent INP mode downstream : 0
INM inter arrival time offset upstream(symbol) : 3
INM inter arrival time step upstream : 0
INM cluster continuation value upstream(symbol) : 0
INM equivalent INP mode upstream : 0
SOS time Window downstream(64ms) : 0
Minimum percentage of degraded tones downstream : 0
Minimum number of normalized CRC anomalies
downstream(0.02) : 65535
Maximum number of SOS downstream : 0

SNR margin offset of ROC downstream(0.1dB) : 0
 Minimum impulse noise protection of ROC
 downstream : 0
 SOS time Window upstream(64ms) : 0
 Minimum percentage of degraded tones upstream : 0
 Minimum number of normalized CRC anomalies
 upstream(0.02) : 65535
 Maximum number of SOS upstream : 0
 SNR margin offset of ROC upstream(0.1dB) : 0
 Minimum impulse noise protection of ROC
 upstream : 0

Channel1-profile Index: 2 Name: 100M/100M-VDSL2
 Data path mode : Both
 Minimum impulse noise protection downstream : HalfSymbol
 Minimum impulse noise protection upstream : HalfSymbol
 Maximum interleaving delay downstream(ms) : 32
 Maximum interleaving delay upstream(ms) : 16
 Minimum transmit rate downstream(Kbps) : 64
 Minimum reserved transmit rate downstream(Kbps) : 64
 Maximum transmit rate downstream(Kbps) : 100000
 Minimum transmit rate upstream(Kbps) : 64
 Minimum reserved transmit rate upstream(Kbps) : 64
 Maximum transmit rate upstream(Kbps) : 100000
 Rate threshold downshift downstream(Kbps) : 0
 Rate threshold upshift downstream(Kbps) : 0
 Rate threshold downshift upstream(Kbps) : 0
 Rate threshold upshift upstream(Kbps) : 0
 Retransmission control in downstream : Disable
 Retransmission control in upstream : Disable
 Erasure decoding switch : Disable
 Minimum SOS bit rate downstream(8Kbps) : 8
 Minimum SOS bit rate upstream(8Kbps) : 8

ADST2899999MAD003(config-if-vdsl-0/1)#display parameter 8

 Line-template Index: 50 Name: 100M/100M-VDSL2-NOISEF

Line-profile Index: 26 Name: VDSL_NOISE_F
 Transmission mode:
 T1.413 G.992.1(Annex A/B/C)
 G.992.2(Annex A/C) G.992.3(Annex A/B/I/J/L)
 G.992.4(Annex A/I) G.992.5(Annex A/B/I/J)
 G.993.2(Annex A/B/C)
 Bit swap downstream : Enable
 Bit swap upstream : Enable
 Form of transmit rate adaptation downstream : AdaptAtStartup
 Form of transmit rate adaptation upstream : AdaptAtStartup
 Target SNR margin downstream(0.1dB) : 80
 Minimum SNR margin downstream(0.1dB) : 60
 Maximum SNR margin downstream(0.1dB) : 310
 Target SNR margin upstream(0.1dB) : 80
 Minimum SNR margin upstream(0.1dB) : 60

Maximum SNR margin upstream(0.1dB) : 310
UPBO US1 band reference PSD parameters[a, b] : 730,1977
UPBO US2 band reference PSD parameters[a, b] : 1400,1577
UPBO US3 band reference PSD parameters[a, b] : 0,0
UPBO US4 band reference PSD parameters[a, b] : 0,0
UPBO Boost Mode : Enable
UPBO US1 band reference electrical length : 0
UPBO US2 band reference electrical length : 0
UPBO US3 band reference electrical length : 0
UPBO US4 band reference electrical length : 0
UPBO use of electrical length to compute UPBO : Auto
Allow transition to idle : not allowed
Allow transition to low power : not allowed
L0 time(second) : 255
L2 time(second) : 30
L3 time(second) : 255
Maximum aggregate transmit power reduction(dB) : 3
Total maximum aggregate transmit power reduction
(dB) : 9
<defmode>
G.993.2 profile : Profile8b
VDSL2 PSD class mask : AnnexB998-M2x-A(B8-4)
VDSL2 link use of U0 : Used
Maximum nominal aggregate transmit power
downstream(0.1dBm) : 205
Maximum nominal aggregate transmit power
upstream(0.1dBm) : 145
Upstream PSD mask selection : ADLU-32/EU-32
Virtual noise mode downstream : Disable
Virtual noise mode upstream : Disable
Network timing reference clock mode : FreeRun
INM inter arrival time offset downstream(symbol): 3
INM inter arrival time step downstream : 0
INM cluster continuation value downstream
(symbol) : 0
INM equivalent INP mode downstream : 0
INM inter arrival time offset upstream(symbol) : 3
INM inter arrival time step upstream : 0
INM cluster continuation value upstream(symbol) : 0
INM equivalent INP mode upstream : 0
SOS time Window downstream(64ms) : 0
Minimum percentage of degraded tones downstream : 0
Minimum number of normalized CRC anomalies
downstream(0.02) : 65535
Maximum number of SOS downstream : 0
SNR margin offset of ROC downstream(0.1dB) : 0
Minimum impulse noise protection of ROC
downstream : 0
SOS time Window upstream(64ms) : 0
Minimum percentage of degraded tones upstream : 0
Minimum number of normalized CRC anomalies
upstream(0.02) : 65535
Maximum number of SOS upstream : 0

SNR margin offset of ROC upstream(0.1dB) : 0
 Minimum impulse noise protection of ROC
 upstream : 0

Channel1-profile Index: 2 Name: 100M/100M-VDSL2
 Data path mode : Both
 Minimum impulse noise protection downstream : HalfSymbol
 Minimum impulse noise protection upstream : HalfSymbol
 Maximum interleaving delay downstream(ms) : 32
 Maximum interleaving delay upstream(ms) : 16
 Minimum transmit rate downstream(Kbps) : 64
 Minimum reserved transmit rate downstream(Kbps) : 64
 Maximum transmit rate downstream(Kbps) : 100000
 Minimum transmit rate upstream(Kbps) : 64
 Minimum reserved transmit rate upstream(Kbps) : 64
 Maximum transmit rate upstream(Kbps) : 100000
 Rate threshold downshift downstream(Kbps) : 0
 Rate threshold upshift downstream(Kbps) : 0
 Rate threshold downshift upstream(Kbps) : 0
 Rate threshold upshift upstream(Kbps) : 0
 Retransmission control in downstream : Disable
 Retransmission control in upstream : Disable
 Erasure decoding switch : Disable
 Minimum SOS bit rate downstream(8Kbps) : 8
 Minimum SOS bit rate upstream(8Kbps) : 8

ADST2899999MAD003(config-if-vdsl-0/1)#display parameter 8

 Line-template Index: 81 Name: 100M/100M-VDSL2-JAZZTEL

Line-profile Index: 41 Name: VDSL_JAZZTEL_VIEJO
 Transmission mode:
 T1.413 G.992.1(Annex A/B/C)
 G.992.2(Annex A/C) G.992.3(Annex A/B/I/J/L/M)
 G.992.4(Annex A/I) G.992.5(Annex A/B/I/J/M)
 G.993.2(Annex A/B/C)
 Bit swap downstream : Enable
 Bit swap upstream : Enable
 Form of transmit rate adaptation downstream : AdaptAtStartup
 Form of transmit rate adaptation upstream : AdaptAtStartup
 Target SNR margin downstream(0.1dB) : 90
 Minimum SNR margin downstream(0.1dB) : 60
 Maximum SNR margin downstream(0.1dB) : 310
 Target SNR margin upstream(0.1dB) : 90
 Minimum SNR margin upstream(0.1dB) : 60
 Maximum SNR margin upstream(0.1dB) : 310
 UPBO US1 band reference PSD parameters[a, b] : 1650,1020
 UPBO US2 band reference PSD parameters[a, b] : 1650,615
 UPBO US3 band reference PSD parameters[a, b] : 0,0
 UPBO US4 band reference PSD parameters[a, b] : 0,0
 UPBO Boost Mode : Enable
 UPBO US1 band reference electrical length : 0
 UPBO US2 band reference electrical length : 0

UPBO US3 band reference electrical length : 0
UPBO US4 band reference electrical length : 0
UPBO use of electrical length to compute UPBO : Auto
Allow transition to idle : not allowed
Allow transition to low power : not allowed
L0 time(second) : 255
L2 time(second) : 30
L3 time(second) : 255
Maximum aggregate transmit power reduction(dB) : 3
Total maximum aggregate transmit power reduction
(dB) : 9
<defmode>
G.993.2 profile : Profile8b
VDSL2 PSD class mask : AnnexB998-M2x-A(B8-4)
VDSL2 link use of U0 : Used
Maximum nominal aggregate transmit power
downstream(0.1dBm) : 205
Maximum nominal aggregate transmit power
upstream(0.1dBm) : 145
Upstream PSD mask selection : ADLU-32/EU-32
Virtual noise mode downstream : Disable
Virtual noise mode upstream : Disable
<adsl>
Maximum nominal aggregate transmit power
downstream(0.1dBm) : 145
Maximum nominal aggregate transmit power
upstream(0.1dBm) : 145
Virtual noise mode downstream : Disable
Virtual noise mode upstream : Disable
Network timing reference clock mode : FreeRun
INM inter arrival time offset downstream(symbol): 3
INM inter arrival time step downstream : 0
INM cluster continuation value downstream
(symbol) : 0
INM equivalent INP mode downstream : 0
INM inter arrival time offset upstream(symbol) : 3
INM inter arrival time step upstream : 0
INM cluster continuation value upstream(symbol) : 0
INM equivalent INP mode upstream : 0
SOS time Window downstream(64ms) : 0
Minimum percentage of degraded tones downstream : 0
Minimum number of normalized CRC anomalies
downstream(0.02) : 65535
Maximum number of SOS downstream : 0
SNR margin offset of ROC downstream(0.1dB) : 0
Minimum impulse noise protection of ROC
downstream : 0
SOS time Window upstream(64ms) : 0
Minimum percentage of degraded tones upstream : 0
Minimum number of normalized CRC anomalies
upstream(0.02) : 65535
Maximum number of SOS upstream : 0
SNR margin offset of ROC upstream(0.1dB) : 0

Minimum impulse noise protection of ROC
upstream : 0

Channel1-profile Index: 2 Name: 100M/100M-VDSL2
Data path mode : Both
Minimum impulse noise protection downstream : HalfSymbol
Minimum impulse noise protection upstream : HalfSymbol
Maximum interleaving delay downstream(ms) : 32
Maximum interleaving delay upstream(ms) : 16
Minimum transmit rate downstream(Kbps) : 64
Minimum reserved transmit rate downstream(Kbps) : 64
Maximum transmit rate downstream(Kbps) : 100000
Minimum transmit rate upstream(Kbps) : 64
Minimum reserved transmit rate upstream(Kbps) : 64
Maximum transmit rate upstream(Kbps) : 100000
Rate threshold downshift downstream(Kbps) : 0
Rate threshold upshift downstream(Kbps) : 0
Rate threshold downshift upstream(Kbps) : 0
Rate threshold upshift upstream(Kbps) : 0
Retransmission control in downstream : Disable
Retransmission control in upstream : Disable
Erasure decoding switch : Disable
Minimum SOS bit rate downstream(8Kbps) : 8
Minimum SOS bit rate upstream(8Kbps) : 8

Apéndice

B. Script de monitorización de clientes VDSL2

```
Public hora
Sub monitorización()
    Dim central(2000) As String
    Dim pilotos(2000, 2) As String
    numero_centrales = 0
    hora = Time$
    hora = Mid$(hora, 1, InStr(1, hora, ":") - 1) + Mid$(hora, InStr(1, hora, ":") + 1, 5)
    hora = Mid$(hora, 1, InStr(1, hora, ":") - 1) + Mid$(hora, InStr(1, hora, ":") + 1, 5)
    hora = Date$ + "_" + hora
    Session.PrinterLogging = True
    Session.PrintToFile = "log_vdsl_" & hora & ".txt"
    Open "pilotos_vdsl.txt" For Input As #1
    Do While Not EOF(1)
        Input #1, central(numero_centrales)
        numero_centrales = numero_centrales + 1
    Loop
    Close #1
    For indice = 0 To numero_centrales - 1
        numero_pilotos = 0
        equipo = "-"
        Session.StatusBar = (indice + 1) & "/" & numero_centrales
    repetir:
        Session.Transmit "telnet " + central(indice) + Chr$(13)
        Session.ReadLine
        Session.ReadLine (3)
        If InStr(1, Session.ReadLine(3), "Connected to ") = 0 Then
            Session.Transmit Chr$(3)
            'Wait 1
            'Session.Transmit Chr$(28)
            Open "Monitorizacion_vdsl_" & hora & ".txt" For Append As #1
                Print #1, Date; ";"; Time; ";"; "NO_HAY_GESTION_DEL_DSLAM"; ";"; central(indice)
            Close #1
            GoTo continuar
        End If
        If Session.WaitForString("User name:", 3) = False Then
            Session.Transmit Chr$(3)
            'Wait 1
            'Session.Transmit Chr$(28)
            Open "Monitorizacion_vdsl_" & hora & ".txt" For Append As #1
                Print #1, Date; ";"; Time; ";"; "NO_HAY_GESTION_DEL_DSLAM"; ";"; central(indice)
            Close #1
```

```
    GoTo volver
End If
Session.Transmit "user" + Chr$(13)
If Session.WaitForString("User password:", 3) = False Then
    Session.Transmit Chr$(29)
    Session.WaitForString "telnet>"
    Session.Transmit "quit" + Chr$(13)
    Session.WaitForString "3.00$"
    GoTo repetir
End If
Session.Transmit "password" + Chr$(13) + Chr$(32)
If Session.WaitForString(Chr$(rcLF) + "ADST", 3) = False Then
    Session.Transmit Chr$(8)
    Session.Transmit "user2" + Chr$(13)
    Session.WaitForString "User password:"
    Session.Transmit "password2" + Chr$(13) + Chr$(32)
    If Session.WaitForString(Chr$(rcLF) + "ADST", 3) = False Then
        Session.Transmit Chr$(3)
        'Wait 1
        'Session.Transmit Chr$(28)
        Open "Monitorizacion_vdsl_" & hora & ".txt" For Append As #1
            Print #1, Date; ","; Time; ","; "NO_SE_ACCEDE_AL_DSLAM"; ","; central(indice)
        Close #1
        GoTo continuar
    End If
End If
Session.Transmit "enable" + Chr$(13)
equipo = "ADST" + Mid$(Session.ReadLine, 1, 13)
Session.WaitForString equipo + "#"
If Val(Mid$(equipo, 17, 1)) / 2 = Int(Val(Mid$(equipo, 17, 1)) / 2) Then GoTo salir
Session.Transmit "scroll" + Chr$(13) + Chr$(13)
Session.WaitForString equipo + "#"
Session.Transmit "undo alarm output all" + Chr$(13)
Session.WaitForString equipo + "#"
Session.Transmit "undo event output all" + Chr$(13)
Session.WaitForString equipo + "#"
Session.Transmit "undo interactive" + Chr$(13)
Session.WaitForString equipo + "#"
Session.Transmit "display vdsl line-template info" + Chr$(13)
perfil_30 = -1
perfil_30_antiguo = -1
perfil_fast = -1
perfil_test = -1
perfil_test2 = -1
perfil_test3 = -1
otra_linea1:
linea = Session.ReadLine(1)
If linea = equipo + "#" Then
    GoTo seguir1
End If
If InStr(1, linea, " 30M/3.5M-VDSL2") <> 0 Then
    perfil_30 = Val(Mid$(linea, 9, 2))
End If
```

```
If InStr(1, linea, " 30M/1.5M-VDSL2") <> 0 Then
    perfil_30_antiguo = Val(Mid$(linea, 9, 2))
End If
If InStr(1, linea, " FAST-30M/3.5M-VDSL2") <> 0 Then
    perfil_fast = Val(Mid$(linea, 9, 2))
End If
If InStr(1, linea, " ID1-VDSL2") <> 0 Then
    perfil_test = Val(Mid$(linea, 9, 2))
End If
If InStr(1, linea, " ID2-VDSL2") <> 0 Then
    perfil_test2 = Val(Mid$(linea, 9, 2))
End If
If InStr(1, linea, " ID3-VDSL2") <> 0 Then
    perfil_test3 = Val(Mid$(linea, 9, 2))
End If
GoTo otra_linea1
seguir1:
    If perfil_30 = -1 And perfil_30_antiguo = -1 And perfil_fast = -1 And perfil_test = -1 And perfil_test2 = -1 And
perfil_test3 = -1 Then GoTo salir
    Session.Transmit "display vdsl port state all active" + Chr$(13)
otra_linea2:
    linea = Session.ReadLine(1)
    If linea = equipo + "#" Then
        GoTo seguir2
    End If
    If Val(Mid$(linea, 50, 2)) = perfil_30 Or Val(Mid$(linea, 50, 2)) = perfil_30_antiguo Or Val(Mid$(linea, 50, 2)) =
perfil_fast Or Val(Mid$(linea, 50, 2)) = perfil_test Or Val(Mid$(linea, 50, 2)) = perfil_test2 Or Val(Mid$(linea, 50, 2)) =
perfil_test3 Then
        pilotos(numero_pilotos, 0) = Mid$(linea, 5, 8)
        Select Case Val(Mid$(linea, 50, 2))
            Case perfil_30
                pilotos(numero_pilotos, 1) = "30M/3.5M-VDSL2"
                pilotos(numero_pilotos, 2) = perfil_30
            Case perfil_30_antiguo
                pilotos(numero_pilotos, 1) = "30M/1.5M-VDSL2"
                pilotos(numero_pilotos, 2) = perfil_30_antiguo
            Case perfil_fast
                pilotos(numero_pilotos, 1) = "FAST-30M/3.5M-VDSL2"
                pilotos(numero_pilotos, 2) = perfil_fast
            Case perfil_test
                pilotos(numero_pilotos, 1) = "ID1-VDSL2"
                pilotos(numero_pilotos, 2) = perfil_test
            Case perfil_test2
                pilotos(numero_pilotos, 1) = "ID2-VDSL2"
                pilotos(numero_pilotos, 2) = perfil_test2
            Case perfil_test3
                pilotos(numero_pilotos, 1) = "ID3-VDSL2"
                pilotos(numero_pilotos, 2) = perfil_test3
        End Select
        numero_pilotos = numero_pilotos + 1
    End If
    GoTo otra_linea2
seguir2:
```

```
If numero_pilotos > 0 Then
  Session.Transmit "scroll 512" + Chr$(13)
  Session.WaitForString equipo + "#"
  For indice2 = 0 To numero_pilotos - 1
    slot = Val(Mid$(pilotos(indice2, 0), 1, 2))
    puerto = Val(Mid$(pilotos(indice2, 0), 6, 2))
    perfil = ""
    'uptime = ""
    'downtime = ""
    standard = ""
    downstream = ""
    upstream = ""
    attn_down = ""
    attn_up = ""
    'max_up = ""
    snr_down = ""
    snr_up = ""
    k10 = ""
    powdn = ""
    pwr_rcv = ""
    'Mac = ""
    intdn = ""
    inpdn = ""
    intup = ""
    inpup = ""

'INTERFACE VDSL 0/y/x
Session.Transmit "display interface vdsl 0/" & slot & "/" & puerto & Chr$(13)
If Session.WaitForString("The VDSL port state is activated", 10) = False Then GoTo escribir
Session.WaitForString " Bind line-template No." & pilotos(indice2, 2) & " "
perfil = Session.ReadLine
'Session.WaitForString " Last up time           : "
'uptime = Session.ReadLine
'Session.WaitForString " Last down time         : "
'downtime = Session.ReadLine
Session.WaitForString " Current operational mode       : "
standard = Session.ReadLine
Session.WaitForString " Current rate downstream(kbps)     : "
downstream = Session.ReadLine
Session.WaitForString " Current rate upstream(kbps)       : "
upstream = Session.ReadLine

'CONFIG & SITUARNOS EN SLOT
Session.WaitForString equipo + "#"
Session.Transmit "config" + Chr$(13)
Session.WaitForString equipo + "(config)#"
Session.Transmit "interface vdsl 0/" & slot & Chr$(13)
Session.WaitForString equipo + "(config-if-vdsl-0/" & slot & ")#"

'DISPLAY CHANEL OPERATION CO
Session.Transmit "display channel operation co " & puerto & " channel 1" & Chr$(13)
Session.WaitForString " Actual interleaving delay(ms)       : "
intdn = Session.ReadLine
```

```
Session.WaitForString " Impulse noise protection(DMT symbol)   :"  
inpdn = Session.ReadLine  
Session.WaitForString "#", 2
```

'DISPLAY CHANEL OPERATION CPE

```
Session.Transmit "display channel operation cpe " & puerto & " channel 1" & Chr$(13)  
Session.WaitForString " Actual interleaving delay(ms)         :"  
intup = Session.ReadLine  
Session.WaitForString " Impulse noise protection(DMT symbol)   :"  
inpup = Session.ReadLine
```

'LINE OPERATION x

```
Session.Transmit "display line operation " & puerto & Chr$(13)  
If Session.WaitForString(" Line attenuation downstream(dB)     :", 10) = False Then GoTo escribir  
attn_down = Session.ReadLine  
Session.WaitForString " Line attenuation upstream(dB)          :"  
attn_up = Session.ReadLine  
'Session.WaitForString " Maximum attainable rate upstream(Kbps) :"  
'max_up = Session.ReadLine  
Session.WaitForString " Line SNR margin downstream(dB)        :"  
snr_down = Session.ReadLine  
Session.WaitForString " Line SNR margin upstream(dB)          :"  
snr_up = Session.ReadLine  
Session.WaitForString " Actual KLO value(0.1dB)                :"  
klo = Session.ReadLine  
Session.WaitForString " Total output power downstream(dBm)    :"  
powdn = Session.ReadLine  
Session.WaitForString " Total output power upstream(dBm)      :"  
pwr_rcv = Session.ReadLine
```

```
Session.WaitForString equipo + "(config-if-vdsl-0/" & slot & ")#"  
Session.Transmit "quit" + Chr$(13)  
Session.WaitForString equipo + "(config)#"  
Session.Transmit "quit" + Chr$(13)  
Session.WaitForString equipo + "#"  
'//No queremos MAC  
'Session.Transmit "display mac-address port 0/" & slot & "/" & puerto & Chr$(13)  
'If Session.WaitForString("MAC TYPE", 10) = False Then GoTo escribir  
'Session.ReadLine  
'Session.ReadLine  
'Session.ReadLine  
'Mac = Mid$(Session.ReadLine, 21, 14)  
'Session.WaitForString equipo + "#"
```

escribir:

```
Open "Monitorizacion_vdsl_" & hora & ".txt" For Append As #1  
  'Print #1, Date; ";"; Time; ";"; equipo; ";"; central(indice); ";"; slot; ";"; puerto; ";"; perfil; ";"; uptime; ";";  
  downtime; ";"; standard; ";"; downstream; ";"; upstream; ";"; max_up; ";"; attn_down; ";"; attn_up; ";"; snr_down;  
  ";"; snr_up; ";"; Mac; ";"; pwr_rcv  
  Print #1, Date; ";"; Time; ";"; equipo; ";"; central(indice); ";"; slot; ";"; puerto; ";"; perfil; ";"; standard; ";";  
  downstream; ";"; upstream; ";"; attn_down; ";"; attn_up; ";"; snr_down; ";"; snr_up; ";"; pwr_rcv; ";"; powdn; ";";  
  intdn; ";"; intup; ";"; inpdn; ";"; inpup; ";"; klo
```

```
        Close #1
        Next indice2
    End If
salir:
    Session.Transmit "quit" + Chr$(13)
    Session.ReadLine
    If InStr(1, Session.ReadLine, "Check whether system data has been changed. Please save data before logout.")
<> 0 Then
        Session.WaitForString "Are you sure to log out? (y/n)[n]:"
        Session.Transmit "y" + Chr$(13)
    End If
continuar:
    Session.WaitForString "3.00$"
volver:
    Next indice
    Session.PrinterLogging = False
    Session.PrintToFile = Empty
    '//No llamamos a sacar_telefono, con DSLAM SLOT y PUERTO nos vale.
    'Call sacar_telefono
End Sub
Sub sacar_telefono()
    Dim central(2000, 3) As String
    numero_clientes = 0
    'archivo = GetOpenFilename("Text Files (*.txt), *.txt")
    'If Mid$(archivo, Len(archivo) - 3, 4) <> ".txt" Then
        'MsgBox "El archivo no es un .txt"
    'End
    'End If
    Open "Monitorizacion_vdsl_" & hora & ".txt" For Input As #1
    Do While Not EOF(1)
        Line Input #1, linea
        If InStr(1, linea, "NO_SE_ACCEDE_AL_DSLAM") <> 0 Or InStr(1, linea, "NO_HAY_GESTION_DEL_DSLAM") <> 0
Then GoTo fuera
            central(numero_clientes, 0) = Mid$(linea, InStr(1, linea, "10.10."), (InStr(InStr(1, linea, "10.10."), linea, ";") -
InStr(1, linea, "10.10.")))
            central(numero_clientes, 0) = Mid$(central(numero_clientes, 0), 1, Len(central(numero_clientes, 0)) - 1) &
(Val(Right$(central(numero_clientes, 0), 1)) + 1)
            central(numero_clientes, 1) = Mid$(linea, InStr(1, linea, ";") + 2, 2)
            central(numero_clientes, 2) = Mid$(linea, InStr(InStr(1, linea, ";") + 2, linea, ";") + 2, 2)
            central(numero_clientes, 3) = linea
            numero_clientes = numero_clientes + 1
        End If
    Loop
    Close #1
    For indice = 0 To numero_clientes - 1
        numero_pilotos = 0
        equipo = "-"
        Session.StatusBar = (indice + 1) & "/" & numero_clientes
    Next indice
repetir:
    Session.Transmit "telnet " + central(indice, 0) + Chr$(13)
    Session.ReadLine
    Session.ReadLine (3)
    If InStr(1, Session.ReadLine(3), "Connected to ") = 0 Then
```

```
Session.Transmit Chr$(3)
'Wait 1
'Session.Transmit Chr$(28)
Open "RESULTADO_" & hora & ".txt" For Append As #1
  Print #1, Date; ";"; Time; ";"; "NO_HAY_GESTION_DEL_DSLAM"; ";"; central(indice, 0)
Close #1
GoTo continuar
End If
If Session.WaitForString("User name:", 3) = False Then
  Session.Transmit Chr$(3)
  'Wait 1
  'Session.Transmit Chr$(28)
  Open "RESULTADO_" & hora & ".txt" For Append As #1
    Print #1, Date; ";"; Time; ";"; "NO_HAY_GESTION_DEL_DSLAM"; ";"; central(indice, 0)
  Close #1
  GoTo volver
End If
Session.Transmit "user" + Chr$(13)
If Session.WaitForString("User password:", 3) = False Then
  Session.Transmit Chr$(29)
  Session.WaitForString "telnet>"
  Session.Transmit "quit" + Chr$(13)
  Session.WaitForString "3.00$"
  GoTo repetir
End If
Session.Transmit "password" + Chr$(13) + Chr$(32)
If Session.WaitForString(Chr$(rLf) + "ADST", 3) = False Then
  Session.Transmit Chr$(8)
  Session.Transmit "user2" + Chr$(13)
  Session.WaitForString "User password:"
  Session.Transmit "password2" + Chr$(13) + Chr$(32)
  If Session.WaitForString(Chr$(rLf) + "ADST", 3) = False Then
    Session.Transmit Chr$(3)
    'Wait 1
    'Session.Transmit Chr$(28)
    Open "RESULTADO_" & hora & ".txt" For Append As #1
      Print #1, Date; ";"; Time; ";"; "NO_SE_ACCEDE_AL_DSLAM"; ";"; central(indice, 0)
    Close #1
    GoTo continuar
  End If
End If
Session.Transmit "enable" + Chr$(13)
equipo = "ADST" + Mid$(Session.ReadLine, 1, 13)
Session.WaitForString equipo + "#"
tid = Empty
telno = ""
If Val(central(indice, 1)) > 0 And Val(central(indice, 1)) < 5 Then
  tid = ((Val(central(indice, 1)) - 1) * 48) + Val(central(indice, 2))
End If
If Val(central(indice, 1)) > 4 And Val(central(indice, 1)) < 9 Then
  tid = (((Val(central(indice, 1)) - 1) * 48) + Val(central(indice, 2)) + 64)
End If
If Val(central(indice, 1)) > 10 And Val(central(indice, 1)) < 15 Then
```

```
    tid = (((Val(central(indice, 1)) - 3) * 48) + Val(central(indice, 2)) + 256)
End If
If Val(central(indice, 1)) > 14 And Val(central(indice, 1)) < 19 Then
    tid = (((Val(central(indice, 1)) - 3) * 48) + Val(central(indice, 2)) + 320)
End If
Session.Transmit "display mgpstnuser 0 " & tid & " 1" + Chr$(13)
If Session.WaitForString("TelNo", 3) = False Then GoTo escribir
Session.ReadLine
Session.ReadLine
linea2 = Session.ReadLine
telno = Mid$(linea2, 24, 9)
Session.WaitForString equipo + "#"
escribir:
    Open "RESULTADO_" & hora & ".txt" For Append As #1
        Print #1, telno; ";"; central(indice, 3)
    Close #1
salir:
    Session.Transmit "quit" + Chr$(13)
    Session.ReadLine
    If InStr(1, Session.ReadLine, "Check whether system data has been changed. Please save data before logout.")
<> 0 Then
        Session.WaitForString "Are you sure to log out? (y/n)[n]:"
        Session.Transmit "y" + Chr$(13)
    End If
continuar:
    Session.WaitForString "3.00$"
volver:
    Next indice
    Session.PrinterLogging = False
    Session.PrintToFile = Empty
End Sub
```


Apéndice

C. Valores de la monitorización de clientes VDSL2

Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	Att Dn (dB)	Att Up (dB)	SNR Dn (dB)	SNR Up (dB)	Pot Rx (dBm)	Pot Tx (dBm)	Int Dn (ms)	Int Up (ms)	INP Dn (simb)	INP Up (simb)	k_l (10 ⁻¹ dB)	Dist (m)
18961	1135	28,5	11,7	8,5	8,5	10,4	18,5	26	8	1,9	1	317	640
22497	3583	19,7	9	16,2	12	6,1	18,5	22	2	1,3	0,5	230	387
30719	3583	19,5	9	10,7	16,2	6,3	18,6	16	2	1,9	0,5	213	456
22967	3584	22,5	10,7	12,2	8	6,2	18,5	22	2	1	0,5	274	678
30719	3583	21,2	7,7	11,5	16,5	5,8	18,6	16	2	1,9	0,5	236	165
14748	997	32,5	18	8	9	10,5	18,5	32	8	3,5	0,5	385	653
15725	1155	23,7	11,2	8	8,5	10,4	18,4	31	8	2,4	0,8	347	638
27918	3330	23,7	14,2	7	7,5	6,2	18,6	18	4	1	0,5	253	617
10179	1143	29,7	15,2	11,2	9	10,4	18,1	32	8	3,2	0,5	433	684
16285	1105	29,7	12,7	9,7	8,2	10,4	18,5	30	8	2,3	1	368	741
19748	1135	27,5	13,5	7	8	10,4	18,5	25	8	1,5	1	365	513
30719	3583	19	8,7	10,5	13,2	6,3	18,6	16	2	1,9	0,5	218	469
18403	1065	32	16,5	6,5	8,5	10,4	18,5	27	8	2,2	0,7	347	518
23577	894	26	11,2	7,5	6,7	3,1	18,5	21	8	1,2	2	294	618
20544	3583	20,7	8	11	8	5,8	18,5	24	2	1,5	0,5	252	325
20296	3583	20,7	9,2	8	8,2	5,8	18,6	24	2	1,8	0,5	248	509
23178	2221	26,5	11,5	6,5	7,2	5,5	18,5	22	4	1,1	0,7	286	636
6678	2824	18	7,7	9	8	5,7	18,1	32	5	3,2	0,7	264	453
16656	1105	29,2	12,7	11,7	8,7	10,4	18,5	29	8	2,2	1	339	728
18263	1143	31,5	14,7	10,5	9	10,4	18,5	27	8	1,6	0,5	372	618
23607	3032	25	10,7	8,2	7,7	5,7	18,5	21	5	1,5	0,6	268	558
14933	1709	23,7	10,7	7,2	8	5,7	18,5	32	5	2,4	1,1	278	1429
26999	3583	19	7	7,2	13,7	6,1	18,6	18	2	1,4	0,5	251	319
16338	1150	24,7	12	8,2	8,7	10,4	18,4	30	8	2,7	0,8	359	638
16483	1117	33,5	14	8,7	8,7	10,4	18,4	30	8	1,8	0,5	360	579
24873	2137	21,5	9,7	8,7	8,5	4,5	18,5	20	5	1,2	0,7	273	473
17452	1150	28	13,2	8,2	8,5	10,4	18,5	28	8	2,1	0,8	343	440
22647	3378	22,5	10,5	8,5	7,7	5,7	18,5	22	4	1,3	0,5	275	754
30719	3583	19	7,5	8	18	6,1	18,6	16	2	1,9	0,5	203	302
9712	3583	21,5	11	8,5	11,7	6,1	18,1	32	2	4,2	0,5	229	380
15483	1057	24,5	12	8,2	8,7	1,3	18,4	31	7	2,9	1	319	819
30295	3583	23,2	14	8	10,7	6,3	18,6	17	2	1	0,5	247	592
17823	1065	30,5	14,2	7,5	8,5	10,4	18,5	28	8	1,7	0,7	364	767
18625	771	34	14,5	7,5	8,5	10,4	18,5	26	10	1,6	0,9	383	601
30719	3583	21	8,7	11,5	19,5	6,3	18,6	16	2	1,9	0,5	211	465

Apéndice C. Valores de la monitorización de clientes VDSL2

Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	Att Dn (dB)	Att Up (dB)	SNR Dn (dB)	SNR Up (dB)	Pot Rx (dBm)	Pot Tx (dBm)	Int Dn (ms)	Int Up (ms)	INP Dn (simb)	INP Up (simb)	k _{l0} (10 ⁻¹ dB)	Dist (m)
15696	995	30	14,7	9,2	10	10,4	18,5	30	15	4	4	355	436
30719	3583	15,5	6,7	14,2	18,5	-2,1	18,6	16	2	1,9	0,5	163	70
20907	650	25	14	7,2	7,5	0,8	18,5	24	12	1,4	1	279	537
20123	1096	22,5	10,5	8	8,5	0,1	18,5	24	10	1,6	1	298	667
21713	365	30	12,5	7,5	7,5	1,4	18,5	23	14	1,4	3,1	324	635
19209	1997	27,7	12	8	7,7	5	18,5	25	5	1,9	0,8	321	657
30719	3583	21,5	7,5	7,7	16,5	6,3	18,6	16	2	1,4	0,5	211	209
30719	3583	16,2	7,5	13,7	19,2	2,7	18,6	16	2	1,9	0,5	186	417
30719	3583	15,7	6,5	10,7	22,5	6,2	18,6	16	2	1,9	0,5	204	495
21541	3035	27,5	12,2	8,2	7,7	6,1	18,5	23	4	1,7	0,6	266	518
25595	3584	24,5	10	8,5	8,2	6,1	18,5	19	2	1,1	0,5	264	531
9418	943	29,5	12,7	13	12,7	10,4	18,3	32	8	3,7	0,7	352	352
15851	3583	24	9	7,5	14,5	6,3	18,6	31	2	3,3	0,5	216	312
26953	3583	18	7,5	9	19,7	6,2	18,6	19	2	1,4	0,5	205	350
26328	3583	22,5	12,2	10,7	10,2	6,2	18,6	19	2	1,1	0,5	257	509
24495	1162	32,5	12,5	7,2	8,5	10,5	18,5	20	8	1,2	0,8	336	618
18126	1150	30	15,7	7,5	8,7	10,4	18,5	27	8	2	0,8	394	760
16708	1627	25,2	11	8,2	7,7	4,1	18,5	29	6	1,8	0,9	304	710
30719	3583	20,2	7,7	10	18,7	6,3	18,6	16	2	1,9	0,5	254	373
15709	2980	24	11,2	10,2	8,5	6,2	18,5	30	4	3,3	0,6	288	667
6759	3583	23,2	11,5	11,5	15,7	6,2	18,3	32	2	4,2	0,5	248	344
13630	1105	30,7	15,7	9	9	10,4	18,3	32	8	3	1	408	992
16277	1256	28,5	12,7	10,7	8,5	2	18,5	30	6	2,3	0,9	309	697
19822	1150	26	11,7	7,7	8,2	10,4	18,5	25	8	1,9	0,8	327	783
8153	1289	24,5	11,2	9	8	4,9	18,5	31	7	4,1	1,4	279	586
29519	3584	24	14,5	7,7	8	6,3	18,6	17	2	1	0,5	261	542
22655	2623	23,7	10	7,5	6,7	6,1	18,5	22	5	1,6	0,7	289	515
30719	3583	18,2	6,7	11	17	6,1	18,5	16	2	1,9	0,5	230	125
28370	3583	20,2	9	8	14	6,2	18,5	18	2	1	0,5	237	559
30719	3583	17,5	6	16,5	17,2	0,8	18,6	16	2	1,9	0,5	177	49
22127	3583	22	9,2	6,5	13,2	6,3	18,6	22	2	1,7	0,5	249	488
26470	3577	23,7	9,7	7,7	7,5	5,8	18,6	19	4	1,4	0,5	251	542
28427	3583	20,5	7,7	7,2	11,7	6,3	18,6	18	2	1,3	0,5	260	311
23060	3583	21	8,2	12,7	15,7	6,1	18,5	22	2	1,3	0,5	247	325
5759	687	41,7	27	8,5	8,2	10,4	18,2	32	11	4,2	1	423	764
30719	3576	25,2	12,7	8,5	7,5	6,2	18,6	16	3	1,9	0,5	234	186
14063	920	42,5	21	7	7,7	10,4	18,3	32	8	3	0,7	402	656
14754	1143	31,5	15,7	8,2	8,7	10,4	18,5	32	8	2,5	0,5	416	650
28679	3583	22,2	12	8,7	12,2	6,2	18,6	17	2	1,3	0,5	217	561
21400	1132	27,5	12,2	8	8,7	10,4	18,5	23	8	1,4	0,5	313	688
16869	2383	24,7	10	8	8,7	4,7	18,5	29	5	2,6	0,6	277	523
28832	3583	20,5	8,7	8	10	5,8	18,5	17	2	1	0,5	250	442
13611	1132	24,7	10	9,7	9,2	10,4	18,5	32	8	3,5	0,5	337	497
26642	3583	20,7	7,7	8,2	18,5	6,3	18,6	19	2	1,4	0,5	208	148
14929	3583	25,5	10,7	16,5	9	5,9	18,5	32	3	3,2	0,5	273	101
17161	1143	29,7	16,7	8,7	8,7	10,4	18,4	29	8	1,9	0,5	414	539

Apéndice

Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	Att Dn (dB)	Att Up (dB)	SNR Dn (dB)	SNR Up (dB)	Pot Rx (dBm)	Pot Tx (dBm)	Int Dn (ms)	Int Up (ms)	INP Dn (simb)	INP Up (simb)	k _{l0} (10 ⁻¹ dB)	Dist (m)
24051	1155	23,2	11	8,2	8,5	10,4	18,5	21	8	1,2	0,8	310	707
23939	1135	26	11,5	6,7	8,5	10,4	18,5	21	8	1,4	1	355	714
30719	3584	20,5	8,2	10	7,7	5,6	18,6	16	2	1,9	0,5	241	163
22798	3583	20,7	9,7	10,7	8,5	6,2	18,5	22	2	1,3	0,5	243	531
19189	562	25,2	12	9	7,5	2,1	18,5	26	12	1,5	3,2	288	733
5118	1117	29,7	16,7	15	9,2	10,4	17,6	32	8	3,7	1	458	770
14378	1098	30	13,2	7,5	8,5	10,4	18,4	32	8	2,5	1	356	741
16838	1019	34	17,2	9,2	9	10,4	18,5	29	8	1,8	0,5	373	525
16357	1158	30,5	14,5	8,7	9	10,4	18,5	29	8	3,1	0,8	384	580
14282	1050	29,7	13,2	9,2	8,5	10,4	18,4	32	8	3,5	0,7	317	694
18266	1646	27,5	12,5	8,7	8	4,1	18,5	27	6	1,6	0,9	286	539
20936	1219	24,5	11,2	8,2	8	2,2	18,5	23	8	1,8	1,3	290	796
841	432	43	39,5	12	7,5	10,4	15,6	24	15	3,4	0,6	477	728
30719	3583	18,5	7,2	13,2	16	-1,9	18,6	16	2	1,9	0,5	166	99
30719	3429	17,5	10,5	11	7,7	5,5	18,4	15	5	1,8	0,5	264	211
13455	1424	25	14,5	8,2	8,5	3,2	18,4	32	6	3	1,1	290	557
28201	3583	17,5	7,2	7,2	10,2	6,2	18,6	17	2	1,8	0,5	245	317
11102	1093	34,2	14	12,7	8,5	10,4	18,4	32	9	3,7	0,5	350	596
15837	1140	27,7	14	8	7,7	2,4	18,4	31	8	2,3	1,3	318	591
22264	3583	22,2	8	7	13	6,2	18,6	22	2	1,7	0,5	224	224
16155	871	28,2	13,2	10,5	8,2	-1,9	18,5	30	9	2,7	0,8	310	688
1129	680	34,2	18	8,2	8,2	10,4	16	31	11	4,6	1	489	1090
30719	3583	17	9	14,7	15,7	6,3	18,6	16	2	1,9	0,5	224	197
11728	1143	30,5	15,5	8,2	9,2	10,4	18,5	32	8	3,5	0,5	394	640
25094	3583	18,7	8,2	11	16,2	6,1	18,5	20	2	1,2	0,5	222	444
30719	3583	16,7	6,5	10,2	8,7	6,3	18,6	16	2	1,9	0,5	258	302
20852	1262	28,2	11,2	8,2	7	3,4	18,5	24	6	1,4	1,2	320	618
17515	1124	25,7	12	8,2	8,7	10,4	18,5	28	8	1,9	1	381	789
16212	1150	30,5	15	7,2	7,7	10,4	18,5	30	8	2,7	0,8	387	650
15059	999	25	11,5	8,5	8,5	-0,2	18,4	32	8	2,5	1,1	314	534
17583	1143	28	12,2	10,5	9	10,4	18,5	28	8	1,7	0,5	314	226
25609	2555	21,2	9,5	8	7,7	5,2	18,5	19	5	1,4	0,6	265	598
22944	3583	22	10,2	8,5	8	6,1	18,5	22	2	1,3	0,5	254	557
18299	979	31	13,5	7,2	8	-0,9	18,5	27	8	2	1,1	312	788
30364	3583	20,7	9,2	7,7	10,2	6,2	18,5	17	2	1	0,5	252	489
13995	1155	30,5	15	9,5	8,7	10,4	18,4	32	8	2,4	0,8	391	650
14990	1004	31,7	17	7,2	8,7	10,4	18,5	32	8	2,5	0,5	438	548
28316	3583	18,7	7,2	7,5	14	6,3	18,6	18	2	1,3	0,5	284	389
23210	1601	25,5	12,5	9,5	8	3,6	18,5	21	6	1,3	1	305	699
11822	852	30	15,5	15	15,2	10,4	18,6	32	9	3	0,8	388	746
19811	1110	27,5	12,5	8	7,2	3,4	18,5	25	9	1,5	1,7	280	539
14883	1169	29,5	14,2	10	8,5	10,4	18,5	32	8	3	0,8	393	577
18826	1177	28,7	14,5	8,5	9	10,4	18,5	26	8	1,6	0,8	366	539
28096	3583	21	9	7,7	9	6,3	18,6	18	2	1,3	0,5	242	516
28023	3583	20,5	8,7	7,2	8,2	5,4	18,5	18	2	1,1	0,5	260	349
24800	1763	23,7	10	8	7,5	5,3	18,5	20	7	1,2	1,1	270	533

Apéndice C. Valores de la monitorización de clientes VDSL2

Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	Att Dn (dB)	Att Up (dB)	SNR Dn (dB)	SNR Up (dB)	Pot Rx (dBm)	Pot Tx (dBm)	Int Dn (ms)	Int Up (ms)	INP Dn (simb)	INP Up (simb)	k _{l0} (10 ⁻¹ dB)	Dist (m)
13199	1117	32,2	16,5	8,2	8,5	10,4	18,4	32	8	2,5	1	431	813
18807	3311	22	10,2	9	7,5	6	18,5	26	4	2	0,6	278	0
2703	430	38	23,7	12,2	13,7	10,4	17,5	0	0	0	0	455	653
30719	3583	19	7,5	8,7	13,7	6,2	18,4	16	2	1,9	0,5	213	315
30719	3583	17,2	6,2	15,5	17	2,9	18,6	16	2	1,9	0,5	187	303
22632	1169	27,7	12,7	8	8,7	10,4	18,5	22	8	1,3	0,8	334	718
21898	3583	19,2	7,5	8,2	20	6,2	18,5	23	2	1,4	0,5	211	327
18590	1150	29,2	13,5	9	8,7	10,4	18,5	26	8	2	0,8	350	692
23086	1027	28	16,5	7,5	8	0,9	18,5	21	8	1,3	1,1	322	328
14080	308	28,2	12,5	8	7,5	1,9	18,5	32	14	3,9	2,4	312	759
25579	3583	21,5	9,2	8,2	10,5	6,1	18,5	20	2	1,2	0,5	272	552
24414	3584	24,5	10,2	8,5	7,5	6,2	18,5	21	2	1,2	0,5	267	625
8410	1132	32	14,2	10	8,7	10,4	18,1	32	8	3,7	0,5	419	737
13042	1132	31	14,5	11,7	8,7	10,4	18,2	32	8	2,5	0,5	371	541
8317	1027	31,7	14,2	6,5	8,5	10,4	18,4	32	9	4,2	0,7	383	343
9957	1155	28	14	12,5	8,5	10,4	18,3	32	8	3,2	0,8	363	776
30719	3583	18	8	12,5	19	5,4	18,5	16	2	1,9	0,5	199	277
17073	1262	28,7	12	7,2	8,2	1,6	18,5	29	6	2,2	0,9	318	581
30719	3583	21,7	9	8	11,7	6,2	18,6	16	2	1,9	0,5	239	353
22249	1881	24,5	15	7,7	7,7	3,6	18,5	22	6	2	0,8	278	437
22957	1008	29,2	16,5	7,2	9	10,4	18,5	21	8	1,6	0,5	345	588
18876	1124	27,2	11,5	8,2	8,5	10,4	18,5	26	8	1,6	1	327	701
7025	2463	29	12,2	12,7	8,2	5,7	18,2	32	5	4,2	0,7	282	417
16445	1155	29	15,2	8	8,7	10,4	18,5	30	8	2,3	0,8	389	652
19508	1098	27,5	13,5	8,7	9	10,4	18,5	25	8	1,9	1	326	406
26159	3583	18,2	7,7	8,7	18,2	5,9	18,5	19	2	1,7	0,5	225	1588
9055	1143	28,5	14,5	7,7	9	10,4	18,2	32	8	3,7	0,5	331	686
30719	3583	14,5	6,2	17,5	21	-1,7	18,6	16	2	1,9	0,5	165	200
30719	3583	14,5	6,5	19,5	19,2	-3,6	18,6	16	2	1,9	0,5	156	200
16537	1253	27	11	8,5	8,7	1,9	18,4	30	8	1,8	1,2	364	718
27340	3583	21,2	9,5	8,2	11,5	5,8	18,4	18	2	1,1	0,5	245	543
18992	1899	28,7	11,7	8,5	8,2	4,2	18,5	26	5	1,6	0,8	295	166
26191	3583	22,5	9,2	11,5	12,5	6,2	18,6	19	2	1,4	0,5	245	324
25760	2310	22,7	11	8,5	8	5,8	18,5	19	5	1,4	0,8	273	637
16034	3583	17,2	7,2	19,7	16,5	3	18,5	30	2	2,8	0,5	190	383
17637	3583	18,7	8	8,7	12,5	6,1	18,3	28	2	1,7	0,5	264	347
19822	1181	27	13	8	9	10,4	18,5	25	8	1,9	0,8	343	443
30719	3583	19,5	7,7	9,5	20,5	6	18,6	16	2	1,9	0,5	202	261
18237	1105	29,5	13,2	8,5	8,7	10,4	18,5	27	8	2	1	333	707
27266	3583	18,7	8,5	8	10,5	5,6	18,5	18	2	1,1	0,5	257	377
23129	2223	20,2	9,2	8	7,7	4,8	18,5	21	5	1,3	0,7	273	653
27509	3581	23,2	9,7	7,5	7,5	5,8	18,6	18	4	1	0,5	260	552
17693	1124	32	15,2	9,7	9	10,4	18,5	28	8	2,1	1	380	618
30719	3583	20	9	9,2	13	6,3	18,5	16	2	1,9	0,5	240	577
17146	789	24,7	11,7	8,2	8,5	4,1	18,4	29	9	1,9	2,3	346	752
15285	3583	19,7	9	8,5	10,7	6,2	18,5	32	2	2,9	0,5	242	52

Apéndice

Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	Att Dn (dB)	Att Up (dB)	SNR Dn (dB)	SNR Up (dB)	Pot Rx (dBm)	Pot Tx (dBm)	Int Dn (ms)	Int Up (ms)	INP Dn (simb)	INP Up (simb)	k _{l0} (10 ⁻¹ dB)	Dist (m)
22540	3583	24,2	9,7	7,7	8,2	6,2	18,6	22	2	1,7	0,5	263	523
17586	1072	29	16,7	11	8,7	10,4	18,5	28	8	2,5	1	349	231
24326	2593	24,5	14	7,5	7,5	4,9	18,5	20	4	1,2	0,6	269	515
26134	3583	22,7	9,5	8,5	7,5	6,2	18,6	19	2	1,4	0,5	249	434
24488	3584	18,5	8,2	13	9	6,2	18,2	20	2	1,5	0,5	253	349
30719	3583	21,5	11	12,7	8,7	6,2	18,6	16	2	1,9	0,5	216	83
30719	3583	16,5	6	17,5	17,5	-0,4	18,6	16	2	1,9	0,5	173	184
25595	3576	20,5	9,2	8,2	8	6,1	18,5	19	3	1,1	0,5	267	536
18850	3406	22,2	10,2	8,2	8,2	6,1	18,5	26	4	1,6	0,5	314	0
22844	1569	23,5	11	8	7,5	2,7	18,5	22	7	1,3	1	294	716
30719	3583	19,2	8,5	9,7	16	6,3	18,6	16	2	1,9	0,5	222	459
15799	1143	25,2	11,5	9	8,5	10,4	18,5	31	8	2,3	0,5	338	681
27792	2878	23,5	11	7,7	8	6,2	18,5	18	4	1,3	0,5	280	740
30719	3583	19,2	8,7	13	19	6,3	18,6	16	2	1,9	0,5	225	168
28208	3583	19,7	8,7	8,2	10,5	6,2	18,6	18	2	1	0,5	241	387
16554	3583	21,7	8,5	10,7	13,2	6,3	18,5	29	2	3,1	0,5	241	558
10297	1170	32,5	13	8	7,7	4,3	18,5	32	7	3,2	1,6	298	491
23002	3071	19	8	10	7	6,2	18,5	21	4	1,3	0,6	257	432
13928	1098	28,5	12,7	8,7	9,2	10,4	18,5	32	8	3,5	1	347	702
18024	1105	29,2	12,5	7,7	8,5	10,4	18,5	27	8	1,6	1	333	793
30719	3583	18,2	7,2	12,5	17	5,1	18,6	16	2	1,9	0,5	198	306
16282	1165	33,5	13,5	8,2	7,7	2,1	18,5	30	8	2,5	1,3	325	594
13814	3114	23,7	10	14,2	7,7	5,7	18,5	32	5	3,4	0,6	265	597
30719	3583	16,5	7,2	13	19,2	1,6	18,6	16	2	1,9	0,5	183	543
26652	1691	19,7	9	7,7	7,7	5,8	18,4	19	6	1,1	1,1	268	516

Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	Att Dn (dB)	Att Up (dB)	SNR Dn (dB)	SNR Up (dB)	Pot Rx (dBm)	Pot Tx (dBm)	Int Dn (ms)	Int Up (ms)	INP Dn (simb)	INP Up (simb)	k _{l0} (dB)	Dist (m)
17341	1094	32	13	7,5	8,2	10,4	18,5	28	8	1,7	1	377	579
22315	3583	23	15	8,2	9,5	6,3	18,3	22	2	1,3	0,5	305	509
18784	1676	27,7	12,2	7,5	7,5	3,2	18,5	26	7	2	0,9	310	683
30719	3583	17,2	6,5	17,2	16,7	-2,8	18,6	16	2	1,9	0,5	160	286
22199	1890	23,7	9,7	7,5	8	2	18,5	22	6	1,3	0,6	283	510
28778	3583	21	9,5	12,5	18	6,2	18,5	17	2	1,3	0,5	204	403
23920	3583	23,7	14	9,5	8,5	5,8	18,5	21	2	1,2	0,5	251	542
30719	3583	17,2	7	13	20,2	0,1	18,6	16	2	1,9	0,5	174	274
16970	3583	21	10,2	12	11,5	6,2	18,6	29	2	3,1	0,5	263	471
14146	1121	24,5	10,5	10,7	8	4,9	18,5	32	8	2,9	1,6	296	618
17445	1173	26,5	13	11,2	9	10,4	18,5	28	8	1,7	0,8	334	446
16522	904	28	12,5	8,2	7,5	4,1	18,5	29	8	2,2	2	310	781
19711	1135	32	13,7	9	9	10,4	18,5	25	8	1,9	1	346	825
23450	3399	21,5	9,7	8,5	7,5	6,1	18,5	21	4	1,2	0,5	275	612
21055	1154	28,2	13,2	8,7	8,7	10,4	18,5	23	8	1,7	1	341	436
21250	1135	26,7	11,2	8	8,7	10,4	18,5	23	8	1,7	1	319	588
14939	1616	27,7	11	14	9	3,4	18,4	32	6	3	0,9	289	90

Apéndice C. Valores de la monitorización de clientes VDSL2

Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	Att Dn (dB)	Att Up (dB)	SNR Dn (dB)	SNR Up (dB)	Pot Rx (dBm)	Pot Tx (dBm)	Int Dn (ms)	Int Up (ms)	INP Dn (simb)	INP Up (simb)	kl ₀ (dB)	Dist (m)
11089	481	34,5	14,7	9	8	10,5	18,4	32	15	4	0,9	386	612
17968	3583	21,7	9,5	18,7	15,2	6,1	18,6	27	2	3,3	0,5	203	403
21966	1162	27,7	12	8,5	8,7	10,4	18,5	22	8	1,7	0,8	306	719
30719	3583	14,7	6,5	9,5	18,5	-0,4	18,6	16	2	1,9	0,5	171	76
30719	3583	17,5	6,5	12	21	6,3	18,5	16	2	1,9	0,5	204	303
24587	3583	20,7	8,2	7,7	12	6,2	18,6	20	2	1,5	0,5	229	420
17884	1143	28,2	11,5	10,7	9	10,4	18,5	28	8	1,7	0,5	318	657
18118	2928	24,7	10,5	10,7	7,2	6	18,5	26	5	2,8	0,6	257	510
13349	1050	32,7	16,7	8,5	8,5	10,4	18,3	32	8	2,4	0,7	399	595
11053	1143	29,7	14,7	8	9,2	10,4	18,1	32	8	3,2	0,5	441	684
20078	1879	26,2	10	8	8	4,3	18,5	24	5	1,8	0,8	290	83
20312	3584	26,5	13,2	14,2	8,5	6,2	18,5	24	2	1,8	0,5	255	301
18934	1083	34,2	14,5	8	8,7	10,4	18,5	26	8	1,6	1	355	612
30719	3583	19,2	7,5	8	13	4,1	18,6	16	2	1,9	0,5	195	348
30719	3583	20,5	6,7	12,7	21,2	5,8	18,6	16	2	1,9	0,5	204	50
26146	3583	18,5	7,5	8,7	14,7	5,7	18,6	19	2	2	0,5	231	555
29787	3583	18	7	7,5	18,7	6,3	18,6	17	2	1,2	0,5	216	314
30719	3583	17,5	6,7	9,2	16,2	4,2	18,6	16	2	1,9	0,5	195	330
17682	970	34,5	14	8,5	9,7	10,4	18,5	28	9	2,1	0,5	338	505
16519	226	28,7	15	8,7	10	10,3	18,5	30	14	2,7	1	356	721
6610	1094	36	19,5	7,7	9	10,4	17,8	32	8	3,2	1	488	1252
21420	1105	22,5	9,7	8,2	9	10,4	18,5	23	8	1,4	1	304	402
14932	1558	21,7	10	12	7,7	4	18,4	32	6	3	1	299	617
30719	3583	16,5	5,7	15,5	14,5	3,3	18,6	16	2	1,9	0,5	189	67
22844	1146	26	10,5	7,5	8,5	10,4	18,5	22	8	1,3	1	313	604
26525	3584	21,2	9,7	7,7	7,5	6,1	18,5	19	2	1,2	0,5	256	500
2272	215	31	18	12,7	12	10,4	16,9	31	14	3,9	0,6	315	536
29249	3583	22,2	8,5	7,5	10	6,2	18,5	17	2	1	0,5	229	426
14045	1143	29,2	14,7	9,7	9,2	10,4	18,3	32	8	2,4	0,5	401	728
16962	1117	25,2	11,7	7,7	8,2	10,4	18,5	29	8	2,2	0,5	344	463
30719	3583	21	7	11	11,7	4,6	18,6	16	2	1,9	0,5	197	102
18225	1124	27,5	11,5	8,2	8,7	10,4	18,5	27	8	2	1	340	725
22341	2901	27,5	12,5	9	8	6	18,5	22	4	1,6	0,5	270	426
30719	3583	20,7	7,2	9	18	6,2	18,6	16	2	1,9	0,5	219	301
24994	2387	19,5	7,5	7,7	7,7	5,3	18,6	20	4	1,5	0,6	275	332
30719	3583	16,5	6,5	16	18,5	-1,8	18,6	16	2	1,9	0,5	164	171
16113	1150	29,7	14,2	8,2	8,7	10,4	18,4	30	8	1,8	0,8	375	577
20603	3242	25	9,5	8	7,7	6,2	18,5	24	5	1,8	0,6	253	558
30626	3583	18	7,5	7,7	15,5	6,3	18,6	16	2	1	0,5	225	70
21246	1146	27,5	12,7	8	8,7	10,4	18,5	23	8	1,7	1	340	744
19163	1132	32	13,2	10,7	8,7	10,4	18,5	26	8	1,9	0,5	322	752
14089	3584	21,2	7	11,5	8,2	6,2	18	32	2	3	0,5	233	51
27683	3583	19,2	8,5	6,7	12	6,2	18,6	18	2	1,1	0,5	231	417
26024	3583	19,2	7,2	7,2	15	6,1	18,5	19	2	1,1	0,5	210	342
26540	3583	22,2	9,2	7,2	7,7	5,9	18,6	19	3	1,1	0,5	243	517
18887	1064	27	13	8,2	9,2	10,4	18,5	26	8	2,1	1	338	418

Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	Att Dn (dB)	Att Up (dB)	SNR Dn (dB)	SNR Up (dB)	Pot Rx (dBm)	Pot Tx (dBm)	Int Dn (ms)	Int Up (ms)	INP Dn (simb)	INP Up (simb)	kl ₀ (dB)	Dist (m)
20909	1710	25	13,5	8,2	8	3	18,5	23	6	2,1	0,9	277	542
20350	3582	21,5	9,2	8,5	8,5	6,3	18,6	0	0	0	0	279	561
29940	3583	22	9	7,5	7,5	5,8	18,5	17	3	1	0,5	239	528
13936	1460	24,5	12	8,7	9	3,7	18,3	32	6	2,7	1	312	395
15040	1150	29,7	14,5	8,2	8	10,4	18,4	32	8	2,5	0,8	417	713
30719	3583	21	6,7	11,2	17,5	2,3	18,6	16	2	1,9	0,5	184	126
22626	1602	20,7	9,5	7,5	8	5,8	18,5	22	5	1,1	1,1	281	588
30719	3583	17,7	7,7	14,2	17,5	3,1	18,6	16	2	1,9	0,5	188	277
23820	2157	26,2	13	8,7	7	5,8	18,5	21	5	1,2	0,8	270	110
30366	3583	20	8,2	8,2	14,2	6,2	18,5	16	2	1,2	0,5	242	271
23805	1150	22,7	9,7	6,5	8,7	10,4	18,5	21	8	1,2	0,8	310	576
17629	1143	26	12	7	9	10,4	18,5	28	8	2,3	0,5	337	719
18674	3583	18,5	7,5	8,2	12,7	6,2	18,6	26	2	2	0,5	239	411
22589	552	25,5	10,7	7,5	7	2,3	18,5	22	13	1,3	3,2	301	614
26575	3583	21	8,5	7,7	10,7	6,2	18,5	19	2	1,1	0,5	246	446
24016	3583	19,5	8,7	10,2	10	5,6	18,5	21	2	1,2	0,5	260	504
30719	3583	14	6	18,2	16,7	-5,9	18,6	16	2	1,9	0,5	147	195
9812	1918	24,5	9,5	8,2	9	4,6	18,2	32	5	3,2	0,8	280	523
26318	3199	18,2	8	8,2	7,7	5,9	18,6	19	5	1,4	0,6	267	404
29341	3583	20	9	8	15,7	6,3	18,6	17	2	1	0,5	216	486
24834	3583	17,5	6,5	9	12	6,1	18,5	20	2	1,2	0,5	224	425
27621	3583	19,2	8,5	7,2	10,5	6,3	18,6	18	2	1,1	0,5	234	532
26260	1155	26	10,7	8	9	10,4	18,5	19	8	1,4	0,8	301	728
30719	3583	16,7	7,5	16,2	18,5	1,9	18,6	16	2	1,9	0,5	182	549
22952	898	34,5	13,7	7	7,7	10,4	18,5	22	9	1,3	0,7	321	759
30484	3583	20,7	8,5	8	9,5	6,2	18,5	17	2	1	0,5	250	446
30719	3583	19,7	7,7	13,7	15	1,6	18,6	16	2	1,9	0,5	183	316
30719	3583	16,2	5,7	17,5	17,7	1,4	18,6	16	2	1,9	0,5	180	329
24113	1531	22,7	9,5	7,7	7,5	4,3	18,5	21	6	1,2	1	275	619
26386	3345	20	7,2	8	7,5	5,6	18,4	19	4	1,4	0,5	266	470
26916	2314	20,7	8,5	8	8	4,4	18,5	18	5	1,1	0,7	274	481
24990	2638	25,5	11	7,7	7,7	5,6	18,5	20	4	1,2	0,6	272	703
20262	1015	26,2	11,2	11,7	8,5	-1,5	18,5	24	11	1,8	1,1	308	633
24784	2670	23,7	9,5	8,5	7,7	4,1	18,5	20	4	1	0,6	270	577
28108	3583	21,7	7,7	8,2	14,2	6,2	18,5	18	2	1,3	0,5	226	475
30719	3583	21	10,5	14	13	0,6	18,6	16	2	1,9	0,5	176	436
16034	1946	22	9,7	7,7	7,5	4,6	18,5	30	5	2,5	0,8	314	662
30719	3583	17	7	9,5	16,5	1,9	18,6	16	2	1,9	0,5	182	539
30719	3583	15,5	6,2	14,2	18	-4,9	18,5	16	2	1,9	0,5	150	281
29638	3583	22,7	9,2	8,2	8	6,3	18,6	17	2	1	0,5	244	734
26981	2930	25,2	10,7	8,2	7,5	6	18,5	18	4	1,1	0,5	276	794
27943	2788	22	10,2	9,7	8	5,6	18,5	18	5	1	0,7	273	795
22096	1777	22,5	10,5	9	8	4	18,5	22	6	1,7	0,9	293	735
15882	1205	25,2	10,5	10,2	7,5	3	18,3	30	7	3,2	1,3	280	739
30719	3584	16,2	6	12,7	7,7	5,8	18,6	16	2	1,9	0,5	257	174
30719	3583	12,5	4,5	16,2	18,7	6,2	18,6	16	2	1,9	0,5	205	157

Apéndice C. Valores de la monitorización de clientes VDSL2

Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	Att Dn (dB)	Att Up (dB)	SNR Dn (dB)	SNR Up (dB)	Pot Rx (dBm)	Pot Tx (dBm)	Int Dn (ms)	Int Up (ms)	INP Dn (simb)	INP Up (simb)	k _{l0} (dB)	Dist (m)
29129	3583	21,5	9,2	7,2	8,2	5,8	18,6	17	2	1	0,5	230	637
25970	1143	26,5	12	8	9	10,4	18,5	19	8	1,1	0,5	303	794
26259	3583	21,2	9,5	8	8,2	6,3	18,5	19	2	1,1	0,5	256	758
19171	3583	12,7	4,7	23,7	12	-13,8	18,6	25	2	3,1	0,5	107	151
29453	3583	23	10	8,5	13	6,2	18,5	17	2	1	0,5	221	607
23497	1356	28,7	18,5	8	7,7	3,7	18,5	21	6	1,6	1,1	287	649
18478	1155	24	12	8,5	8,5	10,5	18,5	26	8	2	0,8	304	835
30719	3583	12	4,7	18	17,2	-9,1	18,6	16	2	1,9	0,5	132	237
30719	3583	15,5	5,5	20,7	14,2	-6,7	18,6	16	2	1,9	0,5	141	284
11933	2690	23,7	10	10,2	8,5	5,8	18,4	32	4	4	0,6	304	590
28690	3584	19,2	11,2	8,2	7,2	6,3	18,6	17	2	1	0,5	253	476
24700	3583	24	10,2	8,5	11,2	6,3	18,6	20	2	1,2	0,5	237	670
30719	3583	18,2	8,2	13,5	15,5	5,9	18,6	16	2	1,9	0,5	213	567
25599	3583	18,5	7,5	7,7	8	6,2	18,5	20	2	1,2	0,5	255	504
15012	3583	26	12,2	9,5	8	5,7	18,5	32	2	3,5	0,5	245	489
25167	2381	21	9,2	8,2	6,7	4,2	18,5	20	5	1,2	0,6	274	628
19799	3140	21,7	9,7	8	7,5	5,4	18,5	25	5	1,5	0,6	281	765
20412	1006	33,7	16,7	8	7,7	0,8	18,5	24	8	1,4	1,1	317	595
25406	1453	24	11,5	8,2	8	3,1	18,5	19	6	1,4	1	302	713
2194	256	57,5	37	7,5	7,7	1,6	17,4	32	15	4	2,9	319	363
16010	3583	23,5	8,7	8,2	11	5,8	18,5	31	2	2,8	0,5	211	386
6051	215	33	15	19,7	27,2	10,4	18,6	32	14	4,2	0,6	355	1015
24495	1173	16,5	7,2	7,2	8,7	10,4	18,5	20	8	1,2	0,8	305	467
24665	3584	23,5	12	8,5	8	6,2	18,5	20	2	1,2	0,5	261	554
3535	215	29	13,2	25,2	25	10,4	16,1	32	14	4	0,6	334	653
14371	1162	24,5	11,7	8,5	6,7	10,4	18,4	32	8	3	0,8	390	721
23337	3583	18,2	8	13,7	19	5,6	18,6	21	2	1,3	0,5	202	455
30719	3583	21	9	8	9,7	6,2	18,6	16	2	1,9	0,5	248	735
16278	446	27,5	16	7,7	7,5	10,4	18,5	30	15	1,8	0,9	292	477
26512	1374	23,7	8,7	7,7	7,5	4,3	18,5	19	6	1,4	1,1	280	647
30719	3583	16	7,2	16,7	18,7	-0,2	18,6	16	2	1,9	0,5	172	431
30719	3583	16,7	7	9,5	18,5	6,1	18,3	16	2	1,9	0,5	203	453
15599	2330	20,5	9,2	9,5	8,5	4,8	18,3	31	5	2,1	0,7	303	612
28517	3584	24,5	9,5	7,5	6,5	6,2	18,6	17	2	1	0,5	262	670
19513	1882	23,2	10,5	7	7,2	5,1	18,5	25	6	1,8	1	305	784
30395	3583	18	8,7	9,5	14,5	6,2	18,5	17	2	1	0,5	205	505
5294	516	26	12	12,5	6,5	10,4	17,8	30	15	4	1,4	302	748
30719	3583	18,2	8,5	10	12	6,2	18,5	16	2	1,9	0,5	240	545
20247	1904	22,5	9,5	7,2	7,7	5,6	18,5	24	6	1,5	1	300	648
30719	3583	23	9,7	11,5	15,5	3,7	18,6	16	2	1,9	0,5	191	357
17686	2484	21,2	9,7	9,2	8	5,8	18,5	28	4	2,1	0,6	312	664
19316	1645	25	10,5	8,7	8	2,8	18,5	26	7	1,5	0,7	280	567
30719	3583	16,2	7,2	17,7	16	-0,7	18,6	16	2	1,9	0,5	172	521
21894	3584	24,5	11,5	8,2	7,7	6,1	18,5	23	3	1,3	0,5	264	649
29042	1273	21,2	9,7	8	8	1,6	18,6	17	9	1,3	0,9	286	743
16464	1150	23	9,2	12,7	8,2	10,4	18,5	30	8	1,8	0,8	298	613

Apéndice

Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	Att Dn (dB)	Att Up (dB)	SNR Dn (dB)	SNR Up (dB)	Pot Rx (dBm)	Pot Tx (dBm)	Int Dn (ms)	Int Up (ms)	INP Dn (simb)	INP Up (simb)	kl ₀ (dB)	Dist (m)
17527	1135	28	14	9,5	9	10,4	18,4	28	8	1,9	1	359	1058
29990	3583	20,5	11,5	8	9,2	5,8	18,6	17	2	1	0,5	236	440
30719	3583	21	9,2	8,2	10,7	6,3	18,5	16	2	1,9	0,5	242	673
18988	1150	25,2	12	7,7	8,2	10,4	18,5	26	8	1,6	0,8	368	723
30719	3583	23,5	10,7	6,5	10,7	6,3	18,6	16	2	1,9	0,5	238	688
30719	3583	18,7	7,2	10	18,7	6,3	18,6	16	2	1,9	0,5	205	483
28386	2218	25,2	11,2	8	8	5,2	18,5	18	5	1	0,7	283	0
22995	3583	23,5	9,7	8,5	7,7	5,9	18,6	21	4	1,6	0,5	249	613
21055	1143	27,7	11,7	8,7	8,7	10,4	18,5	23	8	1,7	0,5	318	786
21898	1160	23,5	10,5	8,7	8,5	1,9	18,5	23	8	1,3	1,3	298	786
11576	748	31,7	15,7	9,2	19,2	10,4	18,4	32	10	3	0,9	358	750
30719	3065	16,7	6	8,7	8	5,8	18,6	16	4	1,9	0,6	248	359
20063	3583	25,7	12	13,7	9	6,1	18,5	24	3	1,8	0,5	259	472
23268	889	28,5	11,7	9,5	8,5	10,4	18,5	21	9	1,3	0,8	292	637
30337	3583	20,7	8,5	7,7	7,2	6,3	18,6	17	2	1	0,5	253	603
25040	1992	26	9,5	8	7,5	5,8	18,5	20	5	1,2	0,9	258	557
24768	3583	15,5	4,5	8,2	16,2	-5,5	18,4	20	2	2,1	0,5	149	109
23995	2754	23,2	11,7	11,7	8	6,2	18,5	20	4	1,5	0,7	266	673
24060	1235	26,5	11,5	7,7	7	2,8	18,5	20	6	1,5	1,2	298	720
30114	2135	21	8,2	7,2	7	5,8	18,4	16	5	1,2	0,9	258	460
30719	3583	16	6,2	18,2	14	-4	18,6	16	2	1,9	0,5	154	205
16579	855	25,5	14	6,7	6,5	10,4	18,5	29	9	2,2	0,8	357	721
30719	3583	24,7	11,5	7	8,2	5,8	18,5	16	2	1,9	0,5	227	471
7726	1091	28,7	13,7	16,5	9	10,4	17,9	32	8	4,2	1	390	970
18622	1146	24	10,5	7,7	9	10,4	18,5	26	8	1,6	1	333	742
30719	3583	18,7	10,5	9,5	16,5	4	18,6	16	2	1,9	0,5	194	338
6941	3580	21,7	11	12,7	9,5	5,8	18,5	31	4	4,1	0,5	242	548
25976	3583	24	9	9,7	14,7	6,3	18,6	19	2	1,4	0,5	224	343
8968	1162	27	12,2	9	9	10,4	18	32	8	3,4	0,8	367	788
22659	792	26	11	7,5	7,7	3	18,5	22	9	1,3	2,3	285	752
20446	1169	24	11	8	8,7	10,4	18,5	24	8	1,8	0,8	302	769
24375	1289	23,5	10,7	7,5	6,7	4,8	18,5	20	7	1,3	1,4	289	741
30719	3583	19	10,7	13	14	2,1	18,6	16	2	1,9	0,5	183	423
11902	909	31,5	12	8,2	6,5	2	18,5	32	8	3,5	2	287	488
21862	866	25,7	10,7	7,7	7,5	3,5	18,5	22	11	1,7	2,1	286	752
3321	924	30,5	15,7	13,5	8,5	10,4	16,2	31	8	3,9	0,7	338	770
18283	1522	27,5	11,5	8,5	8	3,3	18,5	27	6	2	1	294	704
23006	898	23,7	10	7	8	10,4	18,5	22	9	1,3	0,7	316	575
13464	1093	32,2	15	8	9,2	10,4	18,5	32	9	3,5	0,5	379	987
30719	3583	16,5	7,5	11,2	17,5	1,9	18,6	16	2	1,9	0,5	182	406
16159	1143	30,5	13	7	8,7	10,4	18,3	30	8	2,3	0,5	307	633
20297	1162	25,5	11	9	8,7	10,4	18,5	24	8	1,5	0,8	307	786
16857	1158	25	11	13,2	8,5	10,4	18,5	29	8	2,6	0,8	325	771
3112	1348	24	11,5	27	11,5	5,9	18,3	32	6	4	1,4	310	674
23836	2278	25,7	13	8	7,5	4,3	18,5	21	5	1,4	0,7	275	700
3709	1112	23,5	10,7	7	8,2	2	16,5	32	8	4	1,4	306	648

Apéndice C. Valores de la monitorización de clientes VDSL2

Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	Att Dn (dB)	Att Up (dB)	SNR Dn (dB)	SNR Up (dB)	Pot Rx (dBm)	Pot Tx (dBm)	Int Dn (ms)	Int Up (ms)	INP Dn (simb)	INP Up (simb)	kl ₀ (dB)	Dist (m)
19674	520	24,5	11,7	9,7	8,2	3,6	18,5	25	13	1,7	3,4	326	799
30719	2465	19,7	7,5	13,2	9,5	4,8	18,6	16	5	1,9	0,6	245	316
18612	2520	21	9,5	7,7	8	4,8	18,5	26	5	2	0,6	271	579
23044	3369	21	8	7,7	8,5	5,8	18,6	21	4	1,3	0,5	273	472
26336	3583	18,5	8	8,2	12,7	5,9	18,6	19	2	1,1	0,5	220	512
17950	3532	22,7	11,5	14,7	8,2	5,2	18,5	27	4	1,6	0,5	253	399
10671	3583	23,2	12	24,5	20,2	6,2	18,5	32	2	3,7	0,5	232	471
28012	3584	21,2	9	8	8	6,3	18,6	18	2	1	0,5	256	608
15648	1093	30,5	14	8,5	8,7	10,4	18,5	31	9	3,1	0,5	354	1000
1058	714	42,5	21,2	7,7	6	10,4	16,6	29	11	4	0,9	517	1216
30719	3583	18,5	8	10,5	14,2	6,3	18,6	16	2	1,9	0,5	212	480
22203	814	26,7	11,5	7,5	8,2	10,4	18,5	22	9	1,3	0,8	315	540
26460	3446	16,7	7	8	8	4,9	18,6	18	5	1,1	0,5	283	375
30719	3583	19,7	7,7	11,7	13,5	5	18,6	16	2	1,9	0,5	199	518
30719	3583	17	7	12,2	12,7	5,6	18,4	16	2	1,9	0,5	202	371
30719	3583	19,5	7,7	10,2	19,2	6,2	18,6	16	2	1,9	0,5	249	339
12281	1065	33	15	9,7	9	10,4	18,5	32	8	3,5	0,7	384	1018
25376	3583	24	9,5	10,2	8,2	5,8	18,6	20	2	1,5	0,5	231	464
17105	1010	26,2	12	7,7	7,7	0,2	18,5	28	8	2,6	1,1	295	676
14520	1124	29	14,5	10,5	8,7	10,4	18,3	32	8	2,5	1	406	1110
21916	3582	25,5	11	8	7,7	5,6	18,5	22	3	1,7	0,5	256	364
22724	3583	19	7,7	12,2	17	3,5	18,3	22	2	1,3	0,5	190	365
27644	3303	22,2	9,7	7,5	7,2	5,3	18,5	18	5	1	0,6	258	613
3864	1018	30,5	12,7	23,5	9,5	2,4	17,9	31	8	3,9	1,1	284	538
26769	3583	19,7	7,7	8	13	6,3	18,6	18	2	1,7	0,5	227	425
27997	3322	22,5	10,2	8,5	7,7	5,8	18,5	18	4	1	0,6	268	675
23438	374	26	11	8	7,7	2,3	18,5	21	16	1,3	2,6	289	721
14368	1042	25,2	10,2	11,2	7,7	2,3	18,5	32	8	3,5	1,1	289	593
18417	3583	13	5	8,5	18,7	1,8	18,6	26	2	3,2	0,5	184	187
16792	1741	24	10	10,2	7,5	2,6	18,4	29	6	1,8	0,9	275	605
30719	3583	15,2	6,5	18,7	16	-1,5	18,6	16	2	1,9	0,5	168	338
25371	1065	28,2	16,2	8	9	10,4	18,5	20	8	1,2	0,7	313	706
18931	1143	26,2	11	9	8,5	10,4	18,5	26	8	1,7	0,5	335	705
9555	1086	28,2	13,5	9,2	8,7	10,4	18,3	32	9	4,2	0,5	317	738
21594	1253	24	10,5	8,2	8,2	2	18,5	23	8	1,4	1,2	297	717
12690	697	27,7	11	8	8	2,6	18,2	32	13	2,5	2,7	299	588
23378	451	26,5	11,5	8,2	7	2,6	18,5	21	15	1,6	3,2	298	745
30719	3583	19,7	7,5	12,2	15,7	5,5	18,6	16	2	1,9	0,5	199	404
23013	1100	23	9,7	7,7	7,5	3	18,5	22	7	1,3	1	272	634
22345	1143	27,5	11,5	7,7	9	10,4	18,5	22	8	1,6	0,5	306	680
30719	3583	21,7	8	8,5	10,7	6,3	18,6	16	2	1,9	0,5	237	470
30719	3583	19,7	11,5	9,2	15,5	5,3	18,6	16	2	1,9	0,5	198	423
26172	3583	20	9	8	9,2	6,2	18,6	19	2	1,4	0,5	259	625
22705	3584	25,7	9,7	7,2	7,7	6,2	18,5	22	2	1,3	0,5	262	580
30719	3583	16	5,5	18	23	2,2	18,6	16	2	1,9	0,5	186	169
18961	1098	32,2	13,2	7,7	9	10,4	18,5	26	8	1,9	1	355	670

Apéndice

Dwns (Kbps)	Upst (Kbps)	Att Dn (dB)	Att Up (dB)	SNR Dn (dB)	SNR Up (dB)	Pot Rx (dBm)	Pot Tx (dBm)	Int Dn (ms)	Int Up (ms)	INP Dn (simb)	INP Up (simb)	k _{l0} (dB)	Dist (m)
1467	863	23,2	10,7	22,2	14,7	10,4	16,8	32	9	4,1	0,8	343	722
24954	3430	24,7	11,2	7,5	7	5,8	18,5	20	4	1,2	0,5	261	630
27989	3583	19,5	9	8	10,5	6,3	18,6	18	2	1,3	0,5	270	494
24025	3583	19,7	9	8	11,5	6,2	18,6	21	2	1,5	0,5	293	514
26819	492	22	20,5	8,5	7,2	1,9	18,6	18	15	1,6	2	277	609
30719	3583	18,7	6,7	9,7	17,7	1,8	18,6	16	2	1,9	0,5	182	291
12078	3100	26,2	11	7,5	7,2	6,2	18,5	32	5	3,5	0,6	295	446
24388	3435	22,7	10	8,2	7,2	6,2	18,5	20	4	1,2	0,5	288	694
11318	1136	27,5	12	9,7	8,7	10,4	18,5	32	8	4	0,5	346	772
30195	3583	22	9,5	8	8,5	6,2	18,5	17	2	1	0,5	260	634
30719	3583	15,2	6	21,2	14,5	-8,1	18,6	16	2	1,9	0,5	134	172
30719	3583	12,7	5,2	16,2	15	-7,2	18,6	16	2	1,9	0,5	141	206
15901	3583	22,7	10,5	8	16	6,3	18,5	30	2	3,7	0,5	205	322
30719	3584	17,5	7,5	9	7,7	5,5	18,6	16	2	1,9	0,5	270	406
2843	226	28,7	13,7	9,5	9	10,4	17,3	32	14	4	1	344	631
30719	3583	17,2	7,2	13	19	3,7	18,6	16	2	1,9	0,5	191	373
25549	3584	24	10,5	6,2	8	6,2	18,5	20	2	1,2	0,5	250	607
21954	3583	20,2	8,7	8,5	10	5,8	18,6	23	2	1,7	0,5	287	483
30719	3583	20	8,5	8,2	13	6,3	18,6	16	2	1,9	0,5	219	453
23109	3583	22,5	9,5	14,7	11,2	6,3	18,6	21	2	1,6	0,5	256	576
30719	3583	18,2	8,5	12,5	18	4,5	18,6	16	2	1,9	0,5	195	489
23384	2417	20,5	9	8,7	7,5	4,4	18,5	21	5	1,3	0,6	264	546
17800	1907	22,2	10,5	8,5	7	5,6	18,5	27	6	2,1	1	273	623
15478	1064	28	12,2	7,5	8	0,2	18,5	31	8	3,1	1	307	757
27114	2335	22,7	10	7,2	7,7	4,6	18,5	18	5	1,3	0,6	266	667
21615	3583	21	8,5	11,2	13,5	5,9	18,4	23	2	2,1	0,5	220	435
29971	3583	21,2	9	7,7	8	5,8	18,4	17	2	1	0,5	238	517
17735	1139	29	12,5	9,7	9	10,4	18,5	28	8	2,1	0,5	325	364
17450	1537	25,2	10	7,2	7	5,8	18,5	28	6	1,9	1,2	294	615
16285	1150	27,2	11,5	7,5	9	10,4	18,5	30	8	2,3	0,8	319	753
23542	3583	19,5	8,2	8	8	5,8	18,6	21	2	1,6	0,5	258	512
26835	1072	25,7	15,2	7,5	9,2	10,4	18,5	19	8	1,1	1	310	755
30716	3583	21	12	7,5	11	5,8	18,6	16	2	1,9	0,5	218	441
30175	3583	18,7	8	7,7	13,7	6,2	18,5	17	2	1	0,5	216	476
9194	1112	31,5	16,2	17,2	8,7	10,4	18,4	32	8	4,1	0,5	340	584
19362	1813	21,7	8,7	7,7	7,5	5,4	18,5	25	6	1,5	1	318	557

Apéndice

D. Presupuesto

1) Ejecución Material

▪ Compra de ordenador personal (Software incluido)	2000 €
▪ Alquiler de impresora láser durante 6 meses	50 €
▪ Material de oficina	150 €
▪ Total ejecución material	2200 €

2) Gastos generales

▪ 16% sobre Ejecución Material	352 €
--------------------------------	-------

3) Beneficio Industrial

▪ 6% sobre Ejecución Material	132 €
-------------------------------	-------

4) Honorarios Proyecto

▪ 640 horas a 15€/hora	9600 €
------------------------	--------

5) Material fungible

▪ Gastos de impresión	60 €
▪ Encuadernación	200 €

6) Subtotal del presupuesto

▪ Subtotal Presupuesto	12060 €
------------------------	---------

7) I.V.A aplicable

▪ 16% Subtotal Presupuesto	1929.6 €
----------------------------	----------

8) Total presupuesto

▪ Total presupuesto	13989.6 €
---------------------	-----------

Apéndice

E. Pliego de condiciones

Este documento contiene las condiciones legales que guiarán la realización, en este proyecto, de un *estudio de minimización de interferencias en el protocolo VDSL2*. En lo que sigue, se supondrá que el proyecto ha sido encargado por una empresa cliente a una empresa consultora con la finalidad de realizar dicho sistema. Dicha empresa ha debido desarrollar una línea de investigación con objeto de elaborar el proyecto. Esta línea de investigación, junto con el posterior desarrollo de los programas está amparada por las condiciones particulares del siguiente pliego.

Supuesto que la utilización industrial de los métodos recogidos en el presente proyecto ha sido decidida por parte de la empresa cliente o de otras, la obra a realizar se regulará por las siguientes:

Condiciones generales

1. La modalidad de contratación será el concurso. La adjudicación se hará, por tanto, a la proposición más favorable sin atender exclusivamente al valor económico, dependiendo de las mayores garantías ofrecidas. La empresa que somete el proyecto a concurso se reserva el derecho a declararlo desierto.
2. El montaje y mecanización completa de los equipos que intervengan será realizado totalmente por la empresa licitadora.
3. En la oferta, se hará constar el precio total por el que se compromete a realizar la obra y el tanto por ciento de baja que supone este precio en relación con un importe límite si este se hubiera fijado.

4. La obra se realizará bajo la dirección técnica de un Ingeniero Superior de Telecomunicación, auxiliado por el número de Ingenieros Técnicos y Programadores que se estime preciso para el desarrollo de la misma.

5. Aparte del Ingeniero Director, el contratista tendrá derecho a contratar al resto del personal, pudiendo ceder esta prerrogativa a favor del Ingeniero Director, quien no estará obligado a aceptarla.

6. El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de los planos, pliego de condiciones y presupuestos. El Ingeniero autor del proyecto autorizará con su firma las copias solicitadas por el contratista después de confrontarlas.

7. Se abonará al contratista la obra que realmente ejecute con sujeción al proyecto que sirvió de base para la contratación, a las modificaciones autorizadas por la superioridad o a las órdenes que con arreglo a sus facultades le hayan comunicado por escrito al Ingeniero Director de obras siempre que dicha obra se haya ajustado a los preceptos de los pliegos de condiciones, con arreglo a los cuales, se harán las modificaciones y la valoración de las diversas unidades sin que el importe total pueda exceder de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número de unidades que se consignan en el proyecto o en el presupuesto, no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones de ninguna clase, salvo en los casos de rescisión.

8. Tanto en las certificaciones de obras como en la liquidación final, se abonarán los trabajos realizados por el contratista a los precios de ejecución material que figuran en el presupuesto para cada unidad de la obra.

9. Si excepcionalmente se hubiera ejecutado algún trabajo que no se ajustase a las condiciones de la contrata pero que sin embargo es admisible a juicio del Ingeniero Director de obras, se dará conocimiento a la Dirección, proponiendo a la vez la rebaja de precios que el Ingeniero estime justa y si la Dirección resolviera aceptar la obra, quedará el contratista obligado a conformarse con la rebaja acordada.

10. Cuando se juzgue necesario emplear materiales o ejecutar obras que no figuren en el presupuesto de la contrata, se evaluará su importe a los precios asignados a otras obras o materiales análogos si los hubiere y cuando no, se discutirán entre el Ingeniero Director y el contratista, sometiéndolos a la aprobación de la Dirección. Los nuevos precios

convenidos por uno u otro procedimiento, se sujetarán siempre al establecido en el punto anterior.

11. Cuando el contratista, con autorización del Ingeniero Director de obras, emplee materiales de calidad más elevada o de mayores dimensiones de lo estipulado en el proyecto, o sustituya una clase de fabricación por otra que tenga asignado mayor precio o ejecute con mayores dimensiones cualquier otra parte de las obras, o en general, introduzca en ellas cualquier modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero Director de obras, no tendrá derecho sin embargo, sino a lo que le correspondería si hubiera realizado la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.

12. Las cantidades calculadas para obras accesorias, aunque figuren por partida alzada en el presupuesto final (general), no serán abonadas sino a los precios de la contrata, según las condiciones de la misma y los proyectos particulares que para ellas se formen, o en su defecto, por lo que resulte de su medición final.

13. El contratista queda obligado a abonar al Ingeniero autor del proyecto y director de obras así como a los Ingenieros Técnicos, el importe de sus respectivos honorarios facultativos por formación del proyecto, dirección técnica y administración en su caso, con arreglo a las tarifas y honorarios vigentes.

14. Concluida la ejecución de la obra, será reconocida por el Ingeniero Director que a tal efecto designe la empresa.

15. La garantía definitiva será del 4% del presupuesto y la provisional del 2%.

16. La forma de pago será por certificaciones mensuales de la obra ejecutada, de acuerdo con los precios del presupuesto, deducida la baja si la hubiera.

17. La fecha de comienzo de las obras será a partir de los 15 días naturales del replanteo oficial de las mismas y la definitiva, al año de haber ejecutado la provisional, procediéndose si no existe reclamación alguna, a la reclamación de la fianza.

18. Si el contratista al efectuar el replanteo, observase algún error en el proyecto, deberá comunicarlo en el plazo de quince días al Ingeniero Director de obras, pues transcurrido ese plazo será responsable de la exactitud del proyecto.

19. El contratista está obligado a designar una persona responsable que se entenderá con el Ingeniero Director de obras, o con el delegado que éste designe, para todo relacionado con ella. Al ser el Ingeniero Director de obras el que interpreta el proyecto, el contratista deberá consultarle cualquier duda que surja en su realización.

20. Durante la realización de la obra, se girarán visitas de inspección por personal facultativo de la empresa cliente, para hacer las comprobaciones que se crean oportunas. Es obligación del contratista, la conservación de la obra ya ejecutada hasta la recepción de la misma, por lo que el deterioro parcial o total de ella, aunque sea por agentes atmosféricos u otras causas, deberá ser reparado o reconstruido por su cuenta.

21. El contratista, deberá realizar la obra en el plazo mencionado a partir de la fecha del contrato, incurriendo en multa, por retraso de la ejecución siempre que éste no sea debido a causas de fuerza mayor. A la terminación de la obra, se hará una recepción provisional previo reconocimiento y examen por la dirección técnica, el depositario de efectos, el interventor y el jefe de servicio o un representante, estampando su conformidad el contratista.

22. Hecha la recepción provisional, se certificará al contratista el resto de la obra, reservándose la administración el importe de los gastos de conservación de la misma hasta su recepción definitiva y la fianza durante el tiempo señalado como plazo de garantía. La recepción definitiva se hará en las mismas condiciones que la provisional, extendiéndose el acta correspondiente. El Director Técnico propondrá a la Junta Económica la devolución de la fianza al contratista de acuerdo con las condiciones económicas legales establecidas.

23. Las tarifas para la determinación de honorarios, reguladas por orden de la Presidencia del Gobierno el 19 de Octubre de 1961, se aplicarán sobre el denominado en la actualidad "Presupuesto de Ejecución de Contrata" y anteriormente llamado "Presupuesto de Ejecución Material" que hoy designa otro concepto.

Condiciones particulares

La empresa consultora, que ha desarrollado el presente proyecto, lo entregará a la empresa cliente bajo las condiciones generales ya formuladas, debiendo añadirse las siguientes condiciones particulares:

1. La propiedad intelectual de los procesos descritos y analizados en el presente trabajo, pertenece por entero a la empresa consultora representada por el Ingeniero Director del Proyecto.

2. La empresa consultora se reserva el derecho a la utilización total o parcial de los resultados de la investigación realizada para desarrollar el siguiente proyecto, bien para su publicación o bien para su uso en trabajos o proyectos posteriores, para la misma empresa cliente o para otra.

3. Cualquier tipo de reproducción aparte de las reseñadas en las condiciones generales, bien sea para uso particular de la empresa cliente, o para cualquier otra aplicación, contará con autorización expresa y por escrito del Ingeniero Director del Proyecto, que actuará en representación de la empresa consultora.

4. En la autorización se ha de hacer constar la aplicación a que se destinan sus reproducciones así como su cantidad.

5. En todas las reproducciones se indicará su procedencia, explicitando el nombre del proyecto, nombre del Ingeniero Director y de la empresa consultora.

6. Si el proyecto pasa la etapa de desarrollo, cualquier modificación que se realice sobre él, deberá ser notificada al Ingeniero Director del Proyecto y a criterio de éste, la empresa consultora decidirá aceptar o no la modificación propuesta.

7. Si la modificación se acepta, la empresa consultora se hará responsable al mismo nivel que el proyecto inicial del que resulta el añadirla.

8. Si la modificación no es aceptada, por el contrario, la empresa consultora declinará toda responsabilidad que se derive de la aplicación o influencia de la misma.

9. Si la empresa cliente decide desarrollar industrialmente uno o varios productos en los que resulte parcial o totalmente aplicable el estudio de este proyecto, deberá comunicarlo a la empresa consultora.

10. La empresa consultora no se responsabiliza de los efectos laterales que se puedan producir en el momento en que se utilice la herramienta objeto del presente proyecto para la realización de otras aplicaciones.

11. La empresa consultora tendrá prioridad respecto a otras en la elaboración de los proyectos auxiliares que fuese necesario desarrollar para dicha aplicación industrial, siempre que no haga explícita renuncia a este hecho. En este caso, deberá autorizar expresamente los proyectos presentados por otros.

12. El Ingeniero Director del presente proyecto, será el responsable de la dirección de la aplicación industrial siempre que la empresa consultora lo estime oportuno. En caso contrario, la persona designada deberá contar con la autorización del mismo, quien delegará en él las responsabilidades que ostente.