

Empleo de las redes neuronales en la calificación de los lazos xDSL servicios Internet en ETECSA

Use of the neural networks in the qualification of the XDSL loops Internet services in Etecsa

Ing. Bruno Ramón González Rojas ¹

Recibido: 03/2020 | Aceptado: 07/2020

Palabras clave

xDSL
Banda Ancha
Calibre
Atenuación
Densidad Espectral de Potencia
Redes Neuronales
Factibilidad

Keywords

xDSL
Broadband
Gauge
Attenuation
Power Spectral Density
Neural Networks
Feasibility

Resumen

Los últimos años se han caracterizado por ingentes esfuerzos en el desarrollo de tecnologías de transmisión a velocidades altas por los pares de cobre de la red telefónica local, conocidas como xDSL —*Digital Subscriber Line*— (HDSL, ADSL, VDSL, etc.). En el presente artículo se trata la problemática de la influencia de los parámetros físicos de los pares de cobre medidos por la Central telefónica para los servicios ADSL —*Asymmetric Digital Subscriber Line*— y la utilización de las redes Neuronales Artificiales para la predicción de las estimaciones de la velocidad Teórica máxima a alcanzar para cada abonado, en particular teniendo en cuenta el número máximo de abonados que pueden coexistir en un mismo cable y la medición de los parámetros del modelo telefónico, con un resultado exitoso puesto en práctica con el *software* BinteK.

Abstract

The last years have been characterized by enormous efforts in the development of high speed transmission technologies through local telephone network copper pairs, known as xDSL (HDSL, ADSL, VDSL, etc.). This article deals with the problem related to the physical parameter influence of copper pairs measured by the Telephone exchange for ADSL —*Asymmetric Digital Subscriber Line*— services and the use of Artificial Neural networks for the estimation prediction of the maximum Theoretical speed to be achieved for each subscriber, in particular taking into account the maximum number of subscribers that can simultaneously coexist on the same cable and the measurement of the telephone model parameters, with a successful result implemented with the BinteK software.

Introducción

Las tecnologías de conexión a Internet de banda ancha y conectividad empresarial hacen uso de la in-

fraestructura existente de líneas telefónicas convencionales, como línea de transmisión para el servicio de voz. Por esta razón, ETECSA se ve en la necesidad

¹ Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. Dirección Territorial de Holguín. bruno.gonzalez@etecsa.cu

de evaluar el rendimiento de dicha red externa de cable telefónico para la implementación de los servicios de banda ancha ADSL —*Asymmetric Digital Subscriber Line*—.

Con el desarrollo de este trabajo queda en evidencia cómo la capacidad del par de cable telefónico, depende de las características físicas del cable, específicamente el calibre y el aislante utilizado. De igual forma, la capacidad de transferencia de datos del canal se ve afectada notablemente por la densidad espectral de potencia o PSD —*Power Spectral Density*— de la señal de los equipos terminales ATU —*ADSL Terminal Unit*—, también por el fenómeno de ruido de fondo presente en la línea de transmisión y, finalmente por el número de servicios de alta velocidad adyacente, diafonía.

Materiales y métodos

La red de cobre ampliada y mantenida por ETECSA desde 1994, ha soportado los servicios de transmisión de datos, pero no a la escala prevista actualmente tanto cualitativa como cuantitativamente, lo anterior demanda que sea necesario realizar diagnósticos de las condiciones de dicha red con el objetivo de detectar las causas de fallas o determinar la capacidad de los bucles que soportan mayores velocidades de transmisión.

Actualmente en Cuba, las técnicas de diagnóstico relacionadas para la calidad de estos servicios consisten en realizar mediciones sobre la planta externa de algunas características de los bucles de los abonados, o bien en la adquisición de información relevante a través de los sistemas de gestión de los DSLAM —*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*— o, menos frecuentemente, a través de las interfaces administrativas de los módems. En la práctica, esta última no se utiliza porque es necesario encuestar un dispositivo que es propiedad del cliente.

Por este motivo, se hace necesario obtener un procedimiento que permita el diagnóstico aplicando técnicas de sistemas expertos y redes neuronales y que posibilite caracterizar a los pares de cobre de la red externa de ETECSA para la prestación de servicios de transmisión de datos de banda ancha, garantizando un despliegue masivo y de calidad de las tecnologías de conexión de banda ancha ADSL2 y ADSL2+. Todo esto es preciso, pues existe la carencia de un modelo matemático ajustado a las condiciones actuales de la planta externa de cable telefónico en ETECSA, que

permita estimar la capacidad de dicha red externa, brindar servicios de conexión de banda ancha mediante las tecnologías ADSL y ADSL2+ y, que sea válido mediante la realización de pruebas experimentales. Asimismo que pueda estimar la tasa de transferencia de bit máxima a comercializar, garantizándole de esta forma un ancho de banda óptimo y con calidad en el desempeño de la red, con el fin de evaluar la factibilidad tomando en cuenta los parámetros de distancia y velocidad a la que se ofrece el enlace para ambas tecnologías de conexión.

Por tanto, conocer la posibilidad de brindar los servicios de conexión de banda ancha (despliegue masivo) utilizando como medio de transmisión la red externa de cable telefónico y tomando en cuenta sus condiciones actuales para el servicio de Internet Nauta Hogar, constituye la meta principal. Para lograrla se ha propuesto evaluar mediante el establecimiento de modelos teóricos y la validación por medio de mediciones prácticas la capacidad de la red externa para afrontar las tecnologías de banda ancha xDSL. Para ello, se obtuvieron las principales características eléctricas para los diferentes tipos de cable que componen la red externa de pares telefónicos de cobre, con el fin de validar los modelos teóricos obtenidos y evaluar la calidad de la transmisión de datos mediante los servicios de banda ancha y, finalmente se estimó el estado de la conexión así como su velocidad teórica máxima.

Resultados y discusión

Todo el despliegue de la red de cables de la planta externa cuyo objetivo inicial es brindar el servicio de telefonía básica está conectado a una central telefónica y por tanto contiene todos los pares telefónicos conectados a ella en el MDF —*Main Distribution Frame*—, lugar ideal para realizar todas las mediciones y proyectarse el despliegue de la tecnología de banda ancha.

Para el análisis teórico de los cálculos se utilizó el modelo que aparece en la figura 1 (UIT-T G.995.1, 2005) donde los parámetros reales de la línea son distribuidos a todo lo largo de su longitud.

La banda base telefónica se encuentra desde los 300Hz hasta los 3400Hz. Considerando la energía transportada por las diferentes frecuencias y la nitidez de los sonidos fundamentales (Logátomos), se dice que las frecuencias de voz comprendidas entre los 500 y los 1200Hz tienen una gran importancia en la telefonía.

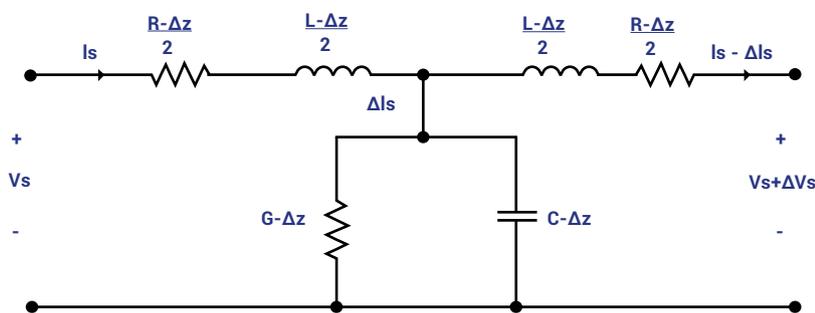


Figura 1. Circuito eléctrico para modelar el par de cobre

Por eso, se admite a menudo en las medidas y cálculos, con una corriente sinusoidal de frecuencia 800Hz o 1000Hz. Estos pueden servir para evaluar los resultados de las pruebas de conservación telefónica y se supone además que los tiempos de establecimiento y cese de las corrientes son despreciables y las ondas son periódicas en régimen permanente.

Limitaciones del Conductor de Cobre

Atenuación

Ruido

Ruido intrínseco

Ruido extrínseco

Distorsión

Dispersión de la señal

Estas limitaciones del par de cobre están presentes y afectan el despliegue de la tecnología xDSL, donde se utilizan frecuencias superiores a las de la Voz. Para superar la fuerte distorsión producida en el par de hilos, el ruido y las interferencias producidas típicamente en el par de hilos en un entorno residencial, se utiliza la modulación DMT —Discrete MultiTone— y ha sido elegida por los organismos ANSI —American National Standards Institute—, ETSI —Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones—, e ITU —International Telecommunication Union— como el estándar a utilizar en un sistema de transmisión.

Uno de los métodos para mitigar estas limitaciones es utilizar DMT con FDM —Frequency Division Multiplexing—, donde se divide el ancho de banda en 256

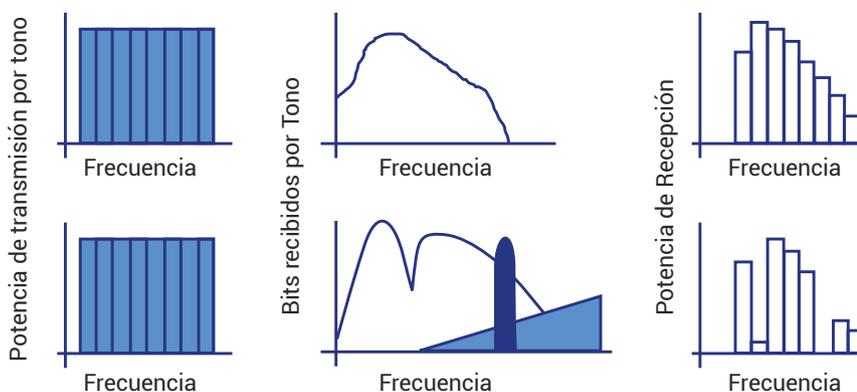


Figura 2. Espectro de transmisión de bits

canales de 4.3125 KHz y cada canal se codifica de 0 a 15 bits/segundo, también utilizan la codificación TCM —Trellis Coded Modulation—. Los subcanales para el flujo de datos de bajada son 249 en el rango de frecuencias de 26 KHz a 1.1 MHz, y los subcanales para el flujo de datos de subida son 25, estos se ubican en el rango de 26 KHz a 133,8 KHz.

Por el comportamiento individual de cada canal, en ocasiones no se transmiten todos o ningún bits como se muestra en la figura 2 por lo que cada canal debe calcularse de forma independiente.

En un primer momento se da la imposibilidad de utilizar el modelo matemático expresado por el teorema de Shannon-Hartley como punto de partida, porque no se conocen todas las variables de la ecuación para una línea física real de las que llevan instaladas años en la red de planta externa de ETCSA.

Posteriormente, se logra desarrollar dicho teorema (Ecuación 1) aplicando las transformaciones necesarias, por utilizar DMT desde frecuencias $i=1$ hasta la L , se llega a determinar las principales variables que caracterizan la capacidad del canal.

$$C = B \cdot \sum_{i=1}^L \log_2 \left(1 + \frac{|H_{channel}(f)|^2 \cdot S_i(f)}{10^{10} \cdot AWGN} \right)$$

Ecuación 1

El cálculo se complejiza un poco más porque se debe realizar de forma independiente para los canales de subida y para los de bajada según la tecnología, ya que cada canal tendrá una potencia, una frecuencia

y un número de bits distinto. El otro elemento a tener en cuenta es la diafonía como factor determinante, lo que es producto de una señal de energía de similares o diferentes sistemas de transmisión en pares adyacentes del mismo cable. Otro aspecto a considerar es la densidad espectral y la influencia de este fenómeno (figura 3).

Según el estándar T1.413 de la ANSI, se muestra el modelo matemático para la densidad espectral de potencia del ruido en el extremo cercano NEXT —Near End Crosstalk— y la densidad espectral de potencia del ruido en el extremo lejano FEXT —Far End Crosstalk—.

Las máscaras de densidad espectral de potencia se obtienen en las recomendaciones G.992.3 y G992.5 de la UIT y se define la PSD tanto para la ATU-C —ADSL Transmission Unit – Central Office— como de la ATU-R —ADSL Transmission Unit–Remote Terminal ADSL— en el sentido de la subida y la bajada.

En cada cable de la red está presente la pérdida de potencia de la señal, debido al factor de atenuación. De igual forma, otro factor determinante es el ruido de diafonía, producto de una señal de energía de similares o diferentes sistemas de transmisión en pares adyacentes del mismo cable como se muestra en la figura 3 (b). Donde, la Diafonía de Extremo Cercano (NEXT) se presenta cuando el receptor en un par perturbado está localizado en el mismo extremo del cable que el transmisor del par perturbador. Por su parte, la Diafonía de Extremo Lejano (FEXT) es la interferencia que se produce cuando el receptor en un par perturbado está

localizado en el otro extremo del cable que el transmisor del par perturbador. La figura 3 muestra el comportamiento de ambos fenómenos de diafonía sobre un cable telefónico de cobre.

Entonces, al considerar el efecto del ruido de diafonía dentro del modelo teórico UIT-T G.995.1 de 2005, las ecuaciones de capacidad del canal de transmisión, serían reajustadas como se detalla en el denominador de las ecuaciones 2 y 3 donde B es el ancho de banda del canal, $PSDDSL_NEXT+PSDDSL_FEXT$ son las funciones densidad espectral de la diafonía cercana y lejana; AWGN —American Wire Gauge— es el ruido blanco aditivo gaussiano del canal; PSDSEÑAL es la función de densidad espectral de la señal; Hchanneli es la función de transferencia del canal de comunicación (del par telefónico); i es la secuencia de cada una de las portadoras de frecuencia y el término $10\sigma/10$ es el margen de seguridad y está compuesto por la constante SNRGAP; la ECG —Effective Coding Gain— y el margen de Shannon, o margen de ruido.

$$\text{Margen de Seguridad } \sigma = SNR_{GAP} - ECG + \text{Margen Shannon}$$

Suponiendo un SNRGAP de 9,8 dB, un ECG de 3,8dB y un margen de Shannon de 6 dB, entonces el margen de seguridad para las tecnologías ADSL2 y ADSL2+ es de 12 dB.

Las ecuaciones utilizadas para determinar la capacidad teórica del canal si el cliente tiene un módem con tecnología ADSL2 son:

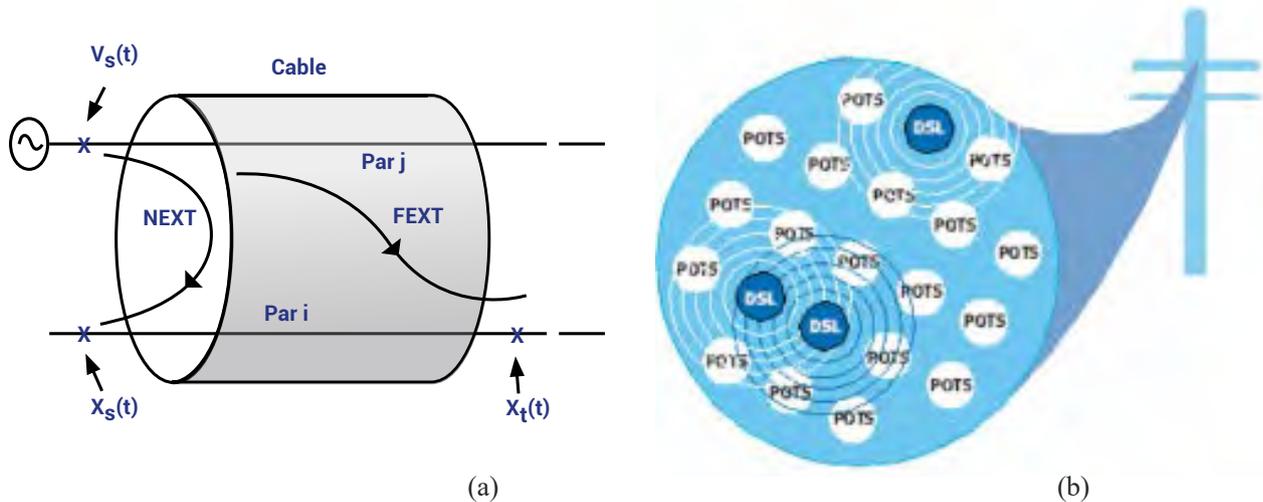


Figura 3. Interferencias de diafonía NEXT y FEXT. (a) Modelo y (b) Representación Física

$$C_{UP} = B \cdot \sum_{i=7}^{31} \log_2 \left(1 + \frac{PSD_{SEÑAL}(i\Delta f) |H_{channel_i}(i\Delta f)|^2}{(PSD_{DSL_NEXT} + PSD_{DSL_FEXT} + AWGN) \cdot 10^{10}} \right) bps \tag{2}$$

$$C_{DOWN} = B \cdot \sum_{i=33}^{511} \log_2 \left(1 + \frac{PSD_{SEÑAL}(i\Delta f) |H_{channel_i}(i\Delta f)|^2}{(PSD_{DSL_NEXT} + PSD_{DSL_FEXT} + AWGN) \cdot 10^{10}} \right) bps \tag{3}$$

Si dispone de un módem con tecnología ADSL2+, se utilizarían las mismas ecuaciones pero con rangos de frecuencias mayores para la subida, se mantienen los canales del 7 al 31 y para la descarga del 33 al 511.

Las ecuaciones (2) y (3) conllevan a comprender físicamente todas las variables que intervienen en la determinación de la capacidad del canal, pero la determinación de los valores de esas variables se obtienen por el método directo de mediciones y otras por método indirecto mediante el cálculo, hasta aquí no es muy complicado y difícil, pero estos modelos matemáticos para su precisión, requieren que los valores de las mediciones se realicen por cada tramo de cable aun cuando existen empates en la red de planta externa.

Modelo teórico para la red de planta externa administrada por ETECSA

La red de cables que administra ETECSA, como se ha mencionado anteriormente no es nueva, por lo que presenta muchas derivaciones y empates en sus tramos y no se admite, por normas, que esos empates se abran para realizar mediciones, y mucho menos in-

tervenir los pares en servicios, es decir interrumpirlos para realizar mediciones, por tanto solo se podrían realizar mediciones con instrumentos en los pares libres de los cables y solo desde el MDF hasta la caja terminal donde es el final, por lo que no se tienen en cuenta los tramos de cables desde el puerto del DSLAM y el tramo

de la caja terminal hasta el conector de entrada del local del cliente y su distribución interior donde se encuentra el módem.

En la figura 4 se representa el recorrido del cable desde el módem del equipo multiplexor de datos hasta el módem del cliente y el único punto probable para realizar le medición con instrumento.

En la figura 5 se representan los tramos que se miden con instrumentos por el personal de planta exterior y como se observa, hay tramos que no se pueden medir por no causar afectaciones al servicio, como el caso de medir hasta los empates y casos para los cuales no está prevista la medición como son los tramos de MDF al DSLAM y de la red de abonado en el interior del local del cliente.

En la figura 6 se representan los lazos de la red de planta exterior escogidos, donde se muestran las diversidades de los cambios de calibre en el recorrido del par telefónico desde el MDF hasta la caja terminal, por tanto las mediciones que se rea-licen, no pueden ser por cada tramo de calibre, sino el valor promedio, sumando los diferentes calibres de empates. Aquí es

donde se hace engorrosa la aplicación de los modelos teóricos antes presentados, y deja de convertirse en un método aplicativo, sobre todo cuando se necesita realizar un despliegue masivo en una red que ha sufrido muchos cambios para darle vitalidad al servicio de telefonía en Cuba por parte de ETECSA.

Para pronosticar el despliegue de esta tecnología se utilizó como base el diagnóstico de las mediciones de la red de planta

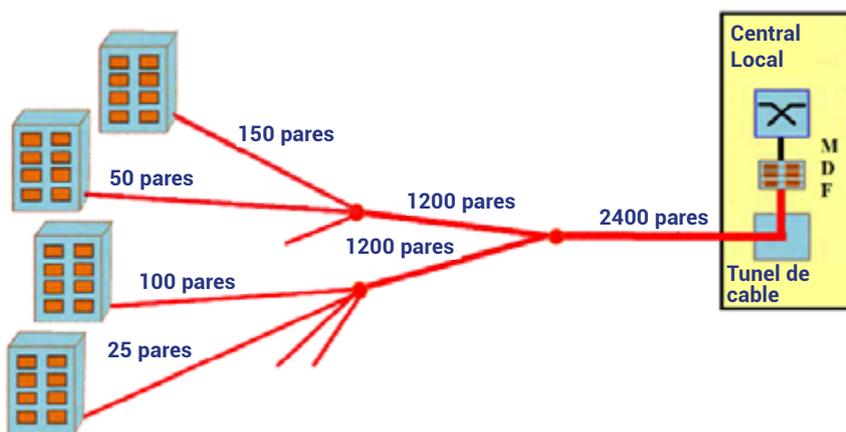


Figura. 4. Modelo representativo sencillo de la red de cables que administra la Empresa

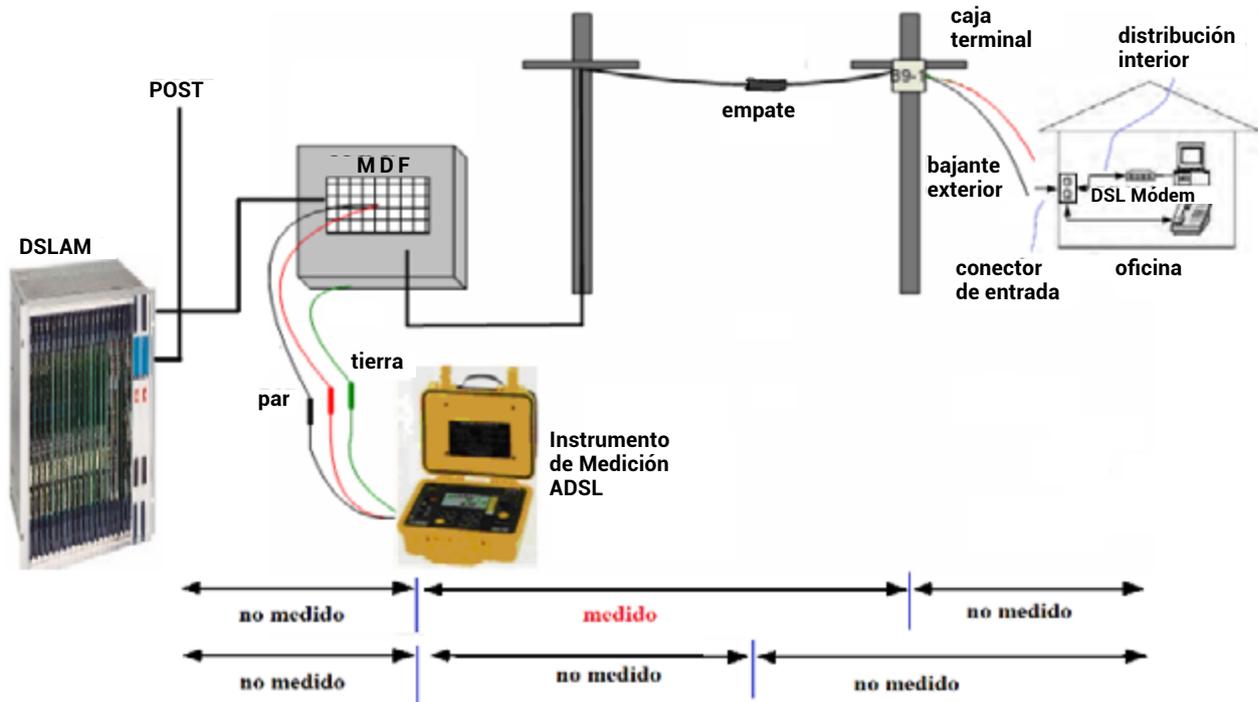


Figura 5. Modelo representativo sencillo de la red de cables que administra la Empresa

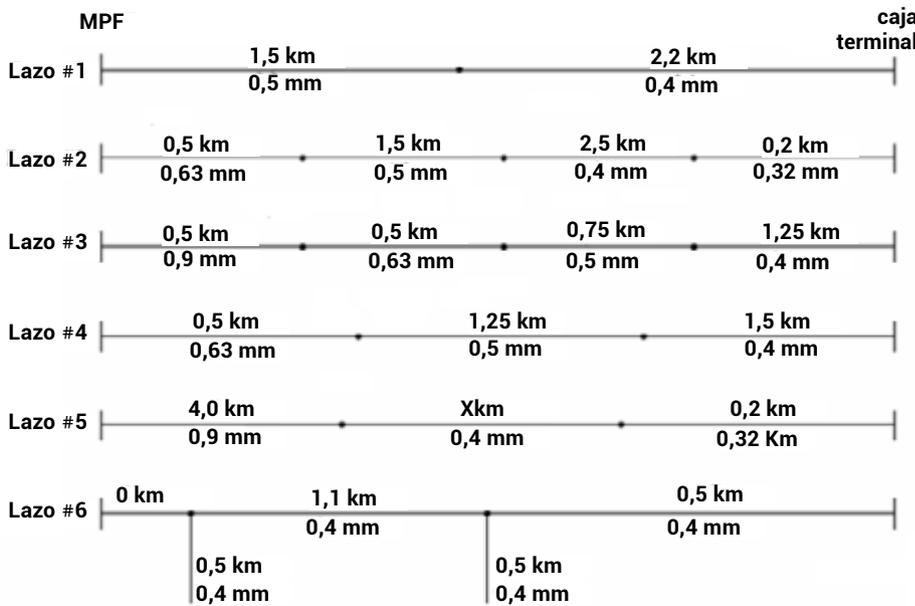


Figura 6. Ejemplos de lazos de abonados en la red de planta externa de ETECSA

exterior realizada por la propia central telefónica y los DSLAM, sin necesidad de enviar técnicos a toda el área de cobertura de cables y además realizando las mediciones desde el mismo puerto que brindara el servicio, tomando en cuenta la longitud y las características del tramo de cable desde la tarjeta hasta el MDF.

La central telefónica que converge hacia la transmisión de datos formando redes de nueva generación

para ETECSA permitirá realizar una estimación de la velocidad que pueden alcanzar ambos servicios, a una distancia determinada. Una vez calculada la velocidad máxima o capacidad del canal para cualquiera de las dos tecnologías, será posible determinar la factibilidad de ofrecer los servicios de banda ancha en una zona o lugar determinado, sin necesidad de realizar una valoración técnica mediante mediciones y pruebas de

NGN —Next Generation Network— ALCATEL ISAM 7302, está provista de comandos para la realización de las pruebas *Metallic Ended Line Testing* (MELT). ALCATEL-LUCENT 7302 (2012) y los comandos para ello aparecen en la tabla 1 y es el instrumento de medición que se utilizó para determinar la caracterización masiva del despliegue.

El modelo de evaluación de la capacidad y factibilidad de los servicios de banda ancha para las tecnologías ADSL2 y ADSL2+,

Comando	Prueba
Low-Capacit-Phone	Baja Capacidad
Capacitance type-low	Resistencia
Impedance type-low	Impedancia
Type-low noise-level	SNR
Dialton-delay type-low	Demora de Tono
Msocket-detection type-low	Det Conexión
One type-low status-monitor	Status

Tabla 1. Prueba de línea de Voz en ISAM 7302

Parámetro	Característica
load-distribution-down	Espectro de bit/canales de descarga
gain-allocation-down	Espectro dB/canales de descarga
snr-up	Espectro de ruido en subida
tx-psd-dn	Espectro de potencia de descarga
load-distribution-up	Espectro de bit/canales de descarga
gain-allocation-up	Espectro dB/canales de subida
tx-psd-up	Espectro de potencia de subida

Tabla 2. Pruebas de líneas de datos en ISAM 7302

campo. Se espera realizar la valoración técnica solo en aquellos casos donde la velocidad solicitada por el usuario sea mayor que la capacidad mínima del canal y menor que la capacidad máxima de este canal.

En otros casos, como por ejemplo, cuando se solicite una velocidad de conexión inferior a la capacidad mínima del canal, el servicio será considerado como factible. Por otra parte, si la velocidad de conexión solicitada es superior a la capacidad del canal, el servicio será considerado como no factible; debido a que se estaría esperando una velocidad de conexión aún mayor al límite teórico matemáticamente calculado. La figura 7 muestra un diagrama de nivel 1, donde se pueden observar las variables de entrada y salida posibles, que conformarían el algoritmo para

estimar la capacidad y factibilidad de ambos servicios de banda ancha.

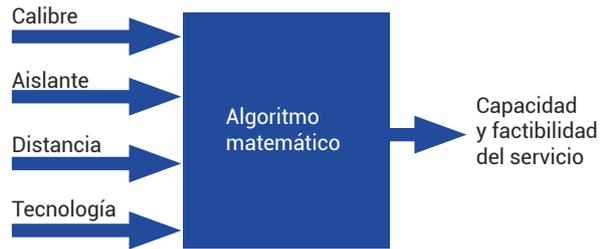


Figura 7. Diagrama de bloque del modelo propuesto para ETECSA

Despliegue

La calificación masiva para servicios xDSL es la respuesta para el dilema más grande de ETECSA, en cuanto a aceptar o no un pedido del cliente para este servicio.

La clave para minimizar decisiones de instalación incorrectas por empresas de DSL sin comprometer la satisfacción del cliente, es tener una información fiable de punta a punta sobre el lazo local. Armado con datos concretos referentes a las verdaderas características, capacidades y enrutamientos de cada par de cobre. La figura 8 muestra lo complejo que es determinar distancias y cambios de calibres además de la coexistencia de servicios, para tener en cuenta en los modelos matemáticos, los pares perturbadores por diafonía. La principal limitante del servicio no solo es la distancia donde se encuentra el Suscriptor, sino

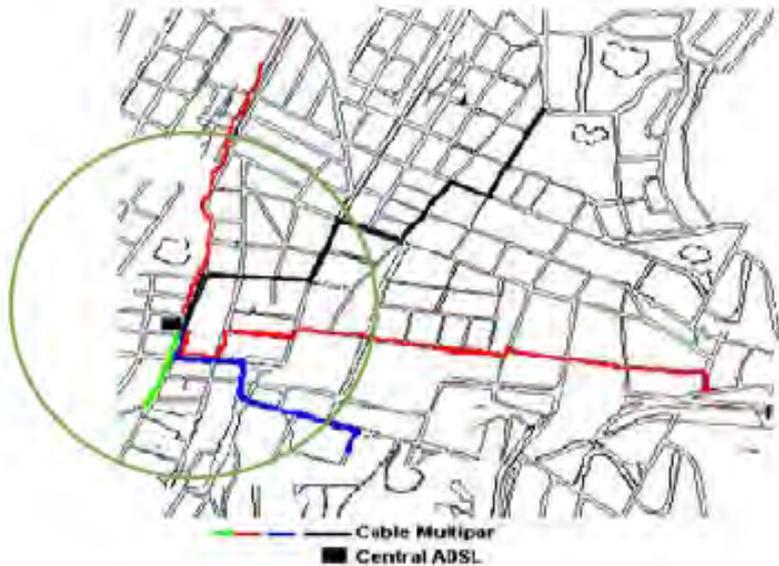


Figura 8. Despliegue de servicios xDSL en área de 2Km

también las características del par mencionado anteriormente.

Pruebas y parámetros en el tendido del cobre para el servicio ADSL2 que se realizó en ETECSA

En la interpretación de los resultados se advirtieron pares abiertos como el 7-12, el 1A-70 con altos valores de resistencias, pares cruzados como el 12-100 con -36V, bajo aislamiento entre hilo y tierra como el 29-2, cables con óxidos metálicos en conectores como 28-105, estas situaciones provocan que el balance longitudinal se deteriore por debajo de 40 dB que según norma ANSI T1.413 y en la recomendación G.992.1 en su Anexo A, Sección A.4.3.1, especifica cómo el valor más bajo aceptable, si es menor, indica un desbalance en los hilos del par haciéndolo susceptible al ruido. Las pruebas se completan además con las mediciones de capacidad, así como el balance de la línea que se observa en la tabla 4, advirtiéndose valores críticos en el par 12-393 y 1A-68 con un desbalance Capacitivo más de 2, que es el permisible por las normas de ETECSA.

En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos por medición de los parámetros de la central

C/Par	R tr (kohm)	R rt (kohm)	R tg (kohm)	R rg (koh)	DC tr (V)	DC tg (V)	DC rg (V)
7-10	2747	4630	12514	2147483	0.012	0	-0.012
7-11	2998	2147483	4584	2147483	0	0.171	0.171
7-12	2147483	2147483	2147483	2147483	-0.073	-0.012	0.061
28-105	2147483	11	2147483	2147483	0.073	0.061	-0.012
28-104	1304	1083	16941	2147483	-0.024	-0.037	-0.012
28-103	1001	157	3094	2147483	0.256	0.183	-0.073
29-1	2602	3939	8510	2147483	-0.024	0	0.024
29-2	1106	159	1150	2147483	2.161	2.051	-0.11
29-3	81	242	5075	2147483	-0.037	0.049	0.085
12-100	7851	1162	2147483	334	33.459	-2.747	-36.206
12-99	8375	2147483	13147	2147483	0.024	-0.037	-0.061
12-98	2362	2865	9392	2147483	0.195	1.624	1.428
12-395	481	763	2147483	2147483	-0.012	0.012	0.024
12-394	1396	436	2147483	2147483	-0.085	0.049	0.134
12-393	4831	5784	2147483	2147483	0.049	-0.012	-0.061
12-392	3	537	2147483	2147483	0.073	-0.037	-0.11
1A-70	2147483	2147483	2147483	2147483	-0.024	0.024	0.049
1A-69	7538	2147483	14736	2147483	0.024	0.293	0.269
1A-68	3125	285	2147483	2147483	0.037	-0.012	-0.049
1H-105	5277	1564	2147483	3718	0.452	-0.049	-0.5
1H-106	3685	6007	19345	2147483	0.061	0	-0.061
1H-107	7659	2147483	12294	2147483	0.024	-0.037	-0.061
1H-108	5277	1564	2147483	3718	0.452	-0.049	-0.5

Tabla 3. Valores medidos de resistencias de aislamiento y niveles de voltajes en el ISAM-V 7302

C/Par	C tr (nF)	C tg (nF)	C rg (nF)	Long (m)	Balance C	L (mH)
7-10	261.509	0	0	0.0	0.000	0.00
7-11	359.337	36.467	35.398	718.7	0.297	0.50
7-12	0.087	0	0	0.0	0.000	0.00
28-105	359.251	39.423	38.362	777.9	0.295	0.54
28-104	337.453	37.504	36.485	739.9	0.302	0.52
28-103	495.734	38.4	37.521	759.2	0.177	0.53
29-1	249.247	20.812	19.858	406.7	0.383	0.28
29-2	434.279	30.527	30.528	610.6	0.000	0.43
29-3	275.157	30.729	29.64	603.7	0.396	0.42
12-100	182.775	101.141	102.482	2036.2	-0.734	1.43
12-99	262.186	103.418	101.764	2051.8	0.631	1.44
12-98	236.305	108.799	106.923	2157.2	0.794	1.51
12-395	74.388	31.328	30.419	617.5	1.222	0.43
12-394	127.322	36.255	35.609	718.6	0.507	0.50
12-393	31.269	36.367	35.355	717.2	3.236	0.50
12-392	0	0	0	0.0	0.000	0.00
1A-70	0.087	0	0	0.0	0.000	0.00
1A-69	289.289	22.817	21.697	445.1	0.387	0.31
1A-68	43.877	22.355	21.35	437.1	2.290	0.31
1H-105	579.014	68.205	67.15	1353.6	0.182	0.95
1H-106	251.975	68.64	67.303	1359.4	0.531	0.95
1H-107	264.282	80.102	79.021	1591.2	0.409	1.11
1H-108	579.014	68.205	67.15	1353.6	0.182	0.95

Tabla 4. Valores medidos de capacidad y cálculos de longitud y balance longitudinal en el ISAM-V 7302

Modalidad	Velocidad
Estandar	256 Kbit/seg
ADSL 0	64 Kbit/seg
ADSL I	512 Kbit/seg
ADSL II	1024 Kbit/seg
ADSL III	2048 Kbit/seg

Tabla 5. Clasificación de las velocidades

Telefónica y se calcula o se estima la distancia del lazo de abonado.

Con la red Neuronal de la figura 9 donde se observan 11 neuronas de entrada 14 neuronas en la capa intermedia y dos neuronas en la capa de salida donde, Velocidad de subida se representa con las siglas UP y Velocidad de descarga siglas DW. Las neuronas de entrada representan el Ruido de Subida (NUP), el Ruido de descarga (NDW), las capacidades (CTR, CTG, CRG), las resistencias (TRT, RRG, RTG), las tenciones inducidas (VDTR, VATR), y la cantidad de servicios en el cable (S). Utilizando este modelo de red Neuronal

se procesaron las mediciones de un cable de 200 pares con las características del Lazo #2 de la figura 6, con anterioridad presentada, para clasificar 5 velocidades mostradas en la tabla 5. Los resultados de la clasificación de los pares se muestran en la figura 10 con una diafonía causada por 10 pares trabajando con frecuencias ADSL2, de esta manera puede caracterizarse el ancho de banda posible a brindar por el cable y, como la medición es para cada par, caracterizar la velocidad aproximada para cada uno de ellos.

En la figura 11 se observa la influencia de la Neurona S (cantidad de servicios) que provoca una

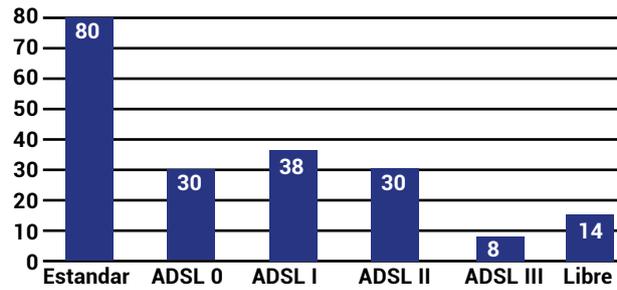


Figura 10. Caracterización de 200 pares de cobre para servicio ADSL2

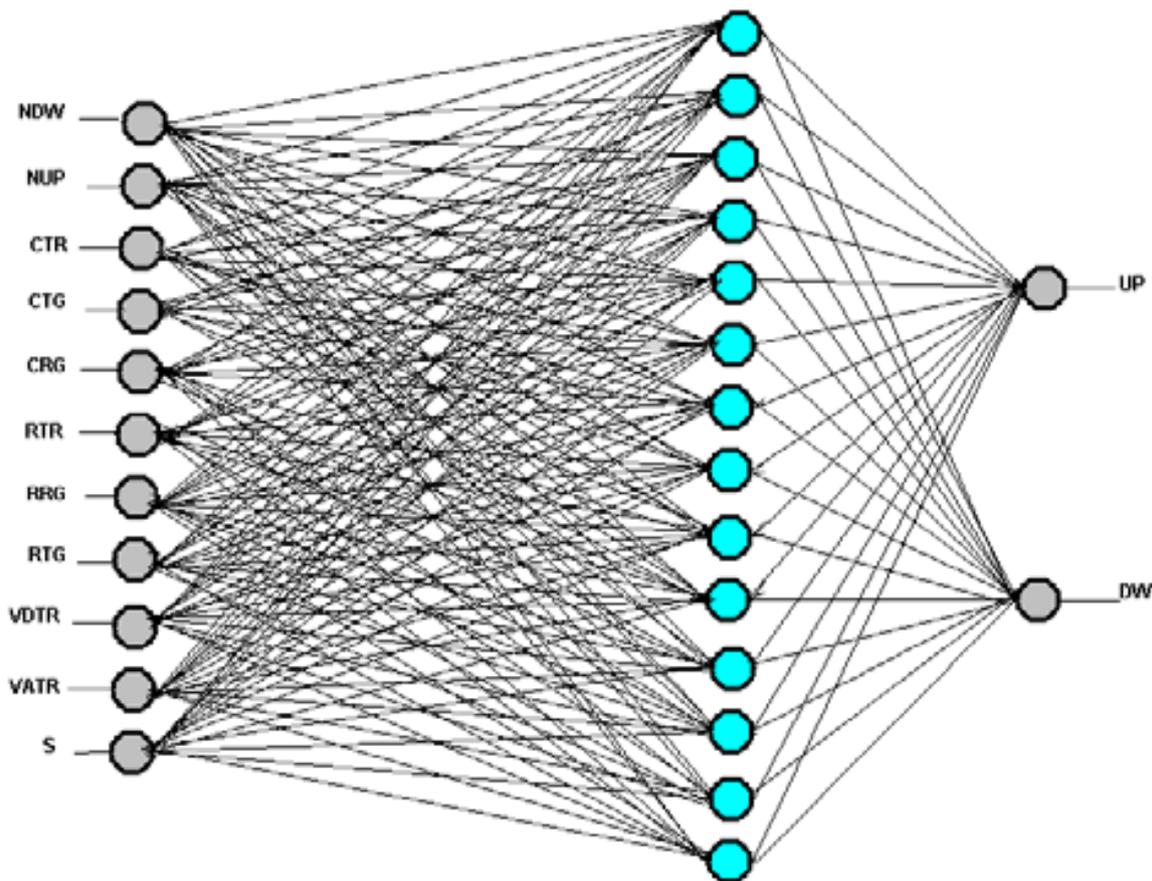


Figura 9. Red Neuronal Propuesta para la precalificación masiva de los pares de cobre

disminución de la velocidad alrededor de 1.5Mbps para tecnología ADSL por encima de los 9 servicios en la misma caja terminal. Con estas pruebas se distinguen las variaciones de la longitud de los lazos, ya que no solo se considera la distancia medida de los cables multipar del MDF hasta la caja terminal, sino toma en cuenta la distancia real desde el puerto del módem en el ISAM 7302-V hasta el módem del usuario.

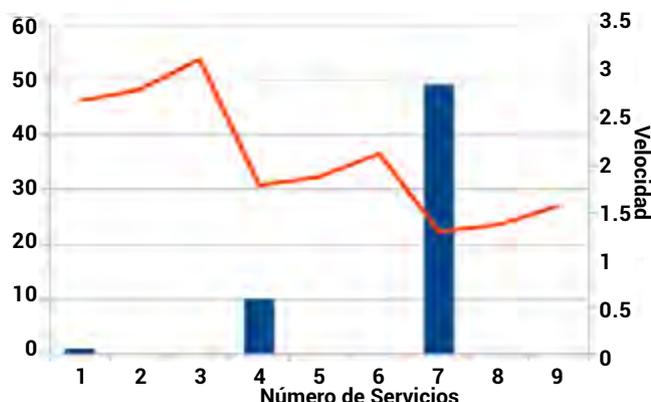


Figura 11. Influencia del número de Servicios de datos contratados en el mismo cable

Conclusiones

Los parámetros principales para evaluar la factibilidad de un servicio son el límite teórico de capacidad del canal calculado por el algoritmo. Esto es debido a que si la velocidad solicitada por el cliente se encuentra por debajo del límite mínimo teórico de capacidad, el servicio es completamente factible. Por otra parte, si la velocidad deseada se encuentra por encima del límite teórico máximo de capacidad el servicio no es factible del todo, esto debido a que el servicio no podrá alcanzar la velocidad requerida ni siquiera teóricamente.

Si la velocidad solicitada se encuentra dentro del rango que definen ambos límites, será necesaria una valoración técnica para decidir la factibilidad del servicio solicitado. Las velocidades Teóricas y las velocidades medidas por el ISAM-V 7302, difieren en márgenes, pero mantienen las tendencias, ya que las mediciones que realiza la central telefónica son solo mediciones primarias para caracterizar la línea de abonado telefónico, pero constituye un elemento importante para realizar el despliegue pues especifica pares óptimos, pares con falta de mantenimiento y pares críticos sin servicios de datos.

Referencias bibliográficas

- ALCATEL-LUCENT 7302. (2012). *Intelligent services access manager. Comandos utilizados en la operación y mantenimiento, Release R4.2.05.*
- ALCATEL-LUCENT 7302. (2012). *CLI_Command_Guide_R3_6_04. Comandos utilizados en la operación y mantenimiento.*
- ANSI. (1998). *Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) Metallic Interface. T1.413.*
- ETECSA. (2010). *Procedimiento Técnico para realizar las mediciones en Redes de Cobre.*
- Recomendación UIT-T L.19. (2003). *Red de cobre multipar que soporta servicios múltiples compartidos tales como telefonía tradicional RDSI y xDSL.*
- Stremler, F. (1993). *Introducción a los sistemas de comunicación, Tercera Edición.* Addison-Wesley Iberoamericana.
- UIT-T G.992.3. (2002). *Transceptores de línea de abonado digital asimétrica 2.*
- UIT-T G.995.1. (2005). *Gestión de capa física para transceptores de línea de abonado digital.*

