

# Medición de Parámetros de Calidad de las Señales de Televisión Digital Terrestre (TDT) en Sitios Identificados como Zonas de Sombra Dentro del Distrito Metropolitano de Quito.

Páez X.\*

Quito-Ecuador

e-mail: xpaezster@gmail.com

---

**Resumen:** En este artículo se presenta una muestra de los resultados obtenidos en las mediciones de parámetros de calidad de las señales de televisión digital terrestre (TDT) realizadas dentro del Distrito Metropolitano de Quito en sitios identificados como zonas de sombra, donde no existe línea de vista con los lugares de transmisión de TDT. Las mediciones fueron ejecutadas en colaboración de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) y de los canales de TDT que operan en la ciudad de Quito, los cuales tuvieron que variar parámetros técnicos de operación tales como, intervalo de guarda, *bit rate*, FEC, así como su potencia de transmisión de 500 W a 3000W, buscando establecer una combinación que permita garantizar una buena calidad de señal y máxima cobertura. Se presentan los diagramas de constelación de cada canal para tener una percepción más gráfica del comportamiento de cada estación televisiva.

**Palabras clave:** Mediciones TDT, diagramas de constelación, TDT Quito, Zonas de sombra.

**Abstract:** This article presents a sample of the results obtained in measurements of quality parameters of digital terrestrial television (TDT) performed within the Metropolitan District of Quito, at sites identified as shaded areas where no there is line of sight with TDT transmission sites. The measurements were performed in collaboration with the Agency for Regulation and Control of Telecommunications (ARCOTEL) and TDT channels operating in the city of Quito, which had to change technical operating parameters such as guard interval, bit rate, FEC, and its transmission power of 500 W to 3000 W, seeking to establish a combination that will guarantee a good signal quality and maximum coverage. Constellation diagrams for each channel, for a more graphical perception of the behavior of each television station are presented.

**Keywords:** TDT measurements, constellation diagrams, TDT Quito, shadow zones.

---

## 1. INTRODUCCIÓN.

Desde la adopción del estándar de TDT *Integrated Services Digital Broadcasting, Terrestrial, Brazilian version ISDB-Tb* en el Ecuador, en marzo de 2010 [1], la ciudadanía en general ha tenido poca oportunidad de participar en los debates realizados respecto de este tema. Uno de ellos tiene que ver con cuestiones relevantes de la tecnología de TDT, tales como el acceso a la Internet, posibilidad de las características de interactividad y la democratización del espectro radioeléctrico (canalización). Actualmente el proceso de implementación de la TDT en el Ecuador lo viene realizando el Ministerio de Telecomunicaciones MINTEL, con base al Plan Maestro de Transición a la TDT [2], aprobado para este fin y que permitirá la inserción definitiva de la TDT en el Ecuador.

El presente artículo, tiene como objetivo determinar la calidad de la señal de recepción de los canales de TDT en la zona sur de la ciudad de Quito, zona considerada de difícil recepción por cuanto se carece de línea de vista con los sistemas de transmisión ubicados en el Cerro Pichincha.

Como referencia se ha tomado el Barrio Nuevo Amanecer, considerado como zona de sombra dentro del Distrito Metropolitano de Quito. Este documento se estructura en 5 secciones. En la sección 1, se presenta una Introducción sobre el tema de investigación. A continuación en la Sección 2, se presentan un Marco Teórico con las principales características técnicas de la TDT y del estándar ISDB-Tb. Dentro de la Sección 3, se realiza una descripción de los puntos de medición de TDT y de los equipos utilizados para las mediciones. En la Sección 4, se realiza un análisis de las mediciones realizadas y de los resultados obtenidos en el sector de Nuevo Amanecer, Sur de Quito. En la sección 5, se presentan las conclusiones y recomendaciones producto de los resultados de las mediciones. Finalmente, se hace referencia a trabajos similares o documentos utilizados para el desarrollo del presente trabajo.

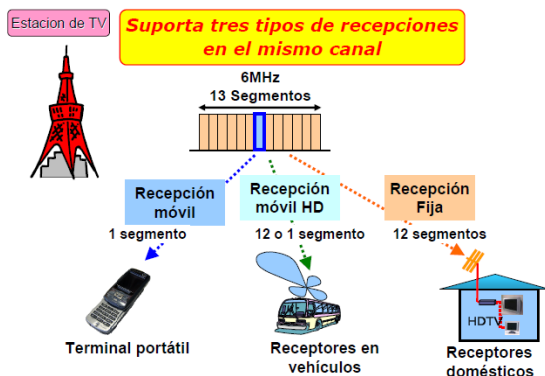
## 2. CARACTERÍSTICAS DEL ESTÁNDAR ISDB-Tb.

Se podría decir que la TDT es la Radiodifusión de vídeo y audio asociado mediante señal digital, que aprovecha las técnicas de procesado, multiplexación y modulación digital. Recomendación ITU-R BT-601-7: Parámetros básicos del sistema de TV digital.

### 2.1 Principales Ventajas de la TDT.

En la Fig. 1, se representan estas ventajas.

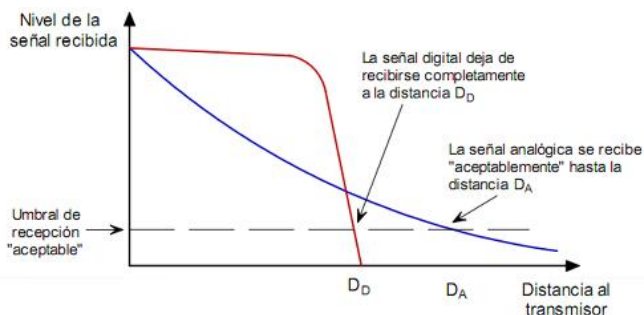
- Mejor calidad de sonido e imagen.
- Alta definición HDTV
- Inmunidad a ruidos.
- Mejor uso del espectro radioeléctrico.
- Menor potencia de transmisión.
- Posibilidad de transmisión de la señal a través de SFN (*Single Frequency Networks*).
- Sonido multicanal.
- Imagen panorámica (16:9).
- Procesado más fácil.
- Técnicas sofisticadas de compresión y edición de vídeo.
- Corrección de errores.
- Recepción móvil y en movimiento.
- Interactividad.
- Servicios multimedia



**Figura 1.** Ventajas de la TDT.

Fuente: *Digital broadcasting experts group (DIBEG)*.

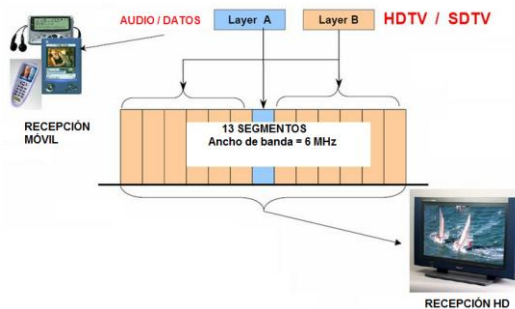
La desventaja de la señal de TDT es que deja de recibirse completamente a una determinada distancia respecto del sitio de transmisión, como se observa en la Fig. 2.



**Figura 2.** Desventaja de la señal de TDT.

Fuente: Fisher W

En los límites de cobertura de una transmisión de TDT los bits de error empiezan a incrementarse, por lo que ha determinada distancia del transmisor el receptor ya no puede corregir los errores y la señal de TDT se pierde totalmente (calidad de la señal baja). La TDT, permite transmitir multiprogramación por el mismo ancho de banda, así en la figura 3, se representa la transmisión de un solo segmento denominada 1seg o *Low-definition television (LDTV)*. *Low-definition television (LDTV)* En los otros 12 segmentos de tiene la posibilidad de tener un canal de señal *High Definition (HD)* y *standard-definition SD*.



**Figura 3.** TDT optimiza el uso de ancho de banda.

Fuente: *Digital broadcasting experts group (DIBEG)*.

### 2.2 Características principales del estándar ISDB-Tb.

- Sistema de televisión digital multiportadora OFDM modulada (QPSK, DPSK, 16-QAM o 64-QAM)
- Transmisión de banda en segmentos.
- Ancho de banda de cada segmento B/14 MHz (siendo B el ancho de banda del canal terrenal de televisión: 6, 7 u 8 MHz).
- Cada segmento puede tener su propio esquema de protección de errores individual y/o tipo de modulación (QPSK, 16-QAM o 64-QAM).
- Cada segmento puede ser combinado de manera flexible para integrar un servicio de banda ancha.
- Integración de distintos tipos de contenidos digitales: datos y multimedia.
- La tasa de datos para un canal de TDT de 5,57 MHz oscila entre 3,65 y 23,23 Mbit/s.

## 3. SITIO DE MEDICIÓN DE LAS SEÑALES DE TDT Y ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS.

Durante la ejecución de las pruebas de TDT que sirvieron de base para la adopción del estándar ISDB-Tb por parte de Ecuador, se pudo verificar de la existencia de lugares dentro del Distrito Metropolitano de Quito que correspondían a zonas de sombra, sitios en los cuales existía una mala recepción de señales analógicas de televisión, por cuanto no existe línea de vista con sistemas radiantes de transmisión ubicados en el Cerro Pichincha (coordenadas geográficas: 00°10'2.12" N; 78°31'22" W). Debido a la robustez que presenta la señal de TDT, para las mediciones que se realizaron en el mes de agosto de 2014, a los canales de TDT que actualmente operan en la ciudad de Quito, se escogió de entre los puntos antes descritos, el sector de

Nuevo Amanecer, calle Martha Bucarán ubicado en la zona Sur del Distrito Metropolitano de Quito (coordenadas geográficas: 00°17'50.8 S; 78°33'54.5" W). En la Fig. 4, se puede apreciar la representación del diagrama de perfil respecto del sitio de transmisión del sitio de medición denominado Nuevo Amanecer.



Figura 4. Diagrama de perfil del sitio Nuevo Amanecer. Fuente: Software ICS Telecom.

Para realizar las mediciones se utilizó una antena con polarización horizontal, de ganancia 14 dBi, ubicada a 10 metros sobre el suelo, cable con atenuación de 1.5 dB y un equipo analizador de TDT, marca Rohde&Schwarz (R&S), modelo ETH.

Para agosto de 2014, fecha en la que se realizaron las mediciones de TDT, en el Ecuador se tenía ya en operación más de 18 canales de TDT, distribuidos en las ciudades de Quito y Guayaquil. Para el presente estudio, se ha tomado como referencia los 9 canales de TDT que operan en el Distrito Metropolitano de Quito, descritos en la Tabla 1.

Tabla 1. Canales de TDT que operan en Quito.

Canal	Frecuencia Inicial	Frecuencia Final	Portadora Central TDT	Estación
26	542	548	545,14286	ECUADOR TV
30	566	572	569,14286	GAMA TV
32	578	584	581,14286	TELEAMAZONAS
34	590	596	593,14286	RTS
36	602	608	605,14286	ECUAVISIA
39	620	626	623,14286	TV SATELITAL
41	632	638	635,14286	TELESUCESOS
43	644	650	647,14286	RTU
45	656	662	659,14286	CANAL UNO

#### 4. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE TDT.

##### 5.

Las mediciones de parámetros de calidad de las señales de TDT, fueron realizadas en varios puntos dentro del Distrito Metropolitano de Quito, tomando como referencia las configuraciones mostradas en la Fig. 5, en la que intervinieron parámetros técnicos como: potencia de transmisión, bit rate, intervalo de guarda y FEC, esto con el objeto de poder definir una combinación en la que los parámetros técnicos de operación de los diferentes canales de TDT, permitan garantizar la calidad de su señal.

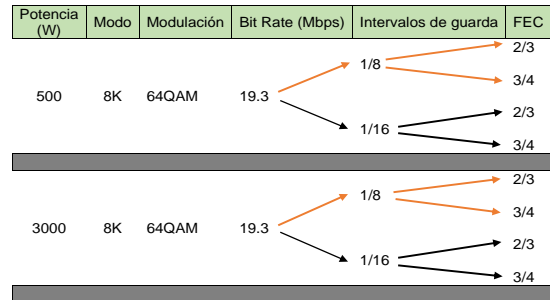


Figura 5. Combinación de parámetros en el transmisor.

#### 4.1 Resultados obtenidos para una potencia de transmisión de 500 W.

En la Fig. 6, se muestra los parámetros de operación del canal 26 UHF EcuadorTV, que dentro de los 6 MHz de ancho de banda transmite señales: 1seg, SDTV y HDTV.

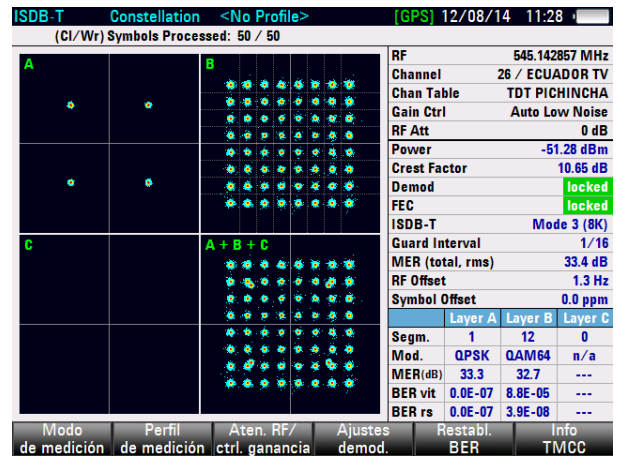


Figura 6. Diagrama de constelación del canal 26.

Existe la presencia de ruido blanco gaussiano (AWGN = Additive white Gaussian noise), con interferencias de baja intensidad, sin embargo todos los símbolos son reconocidos por el demodulador sin errores. Se pueden notar los símbolos con una ligera distorsión.

En la Fig. 7, se muestra la captura de pantalla de los parámetros de operación del canal 30 UHF Gamatv.

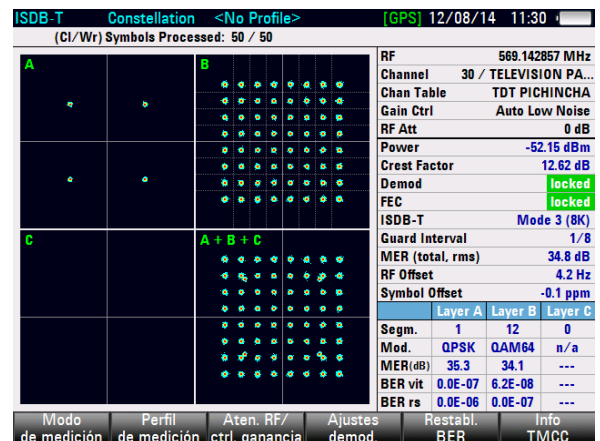


Figura 7. Diagrama de constelación del canal 30.

Ligera presencia de ruido blanco gaussiano aditivo, todos los símbolos son reconocidos por el demodulador sin errores, esto permitió que en este lugar se obtenga una señal de buena calidad.

En la Fig. 8, se presenta la medición del canal 32 UHF Telemazonas, que opera con 3 señales digitales: 1seg, SDTV y HDTV.

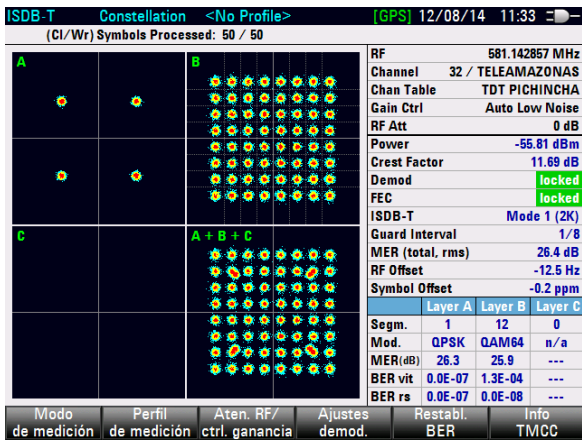


Figura 8. Diagrama de constelación del canal 32.

Existe la presencia de ruido blanco gaussiano (AWGN), con presencia de interferencias de baja intensidad.

En la Fig. 9, el canal 34 UHF Telesistema, se presenta una señal con muchos errores, alto ruido AWGN, haciendo que la etapa de corrección de errores del analizador, no pueda reconfigurar la señal.

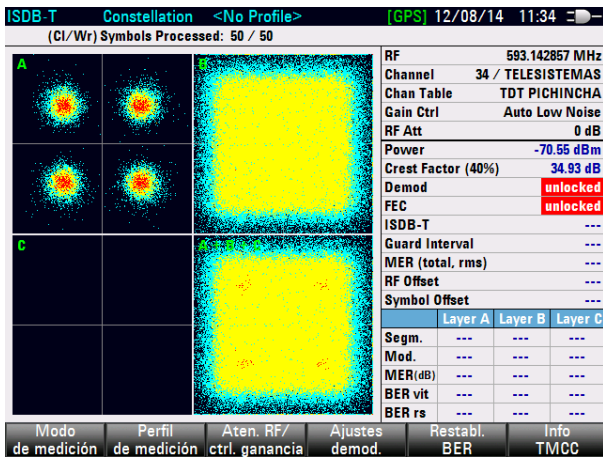


Figura 9. Diagrama de constelación del canal 34.

El canal 34 UHF, presenta un alto nivel de ruido (AWGN) e interferencias, los símbolos no son reconocidos por el demodulador presentando a la salida del receptor de TV una señal sin imágenes.

La Fig. 10, representa la operación del canal 36 UHF Ecuavisa, con problemas en la recepción.

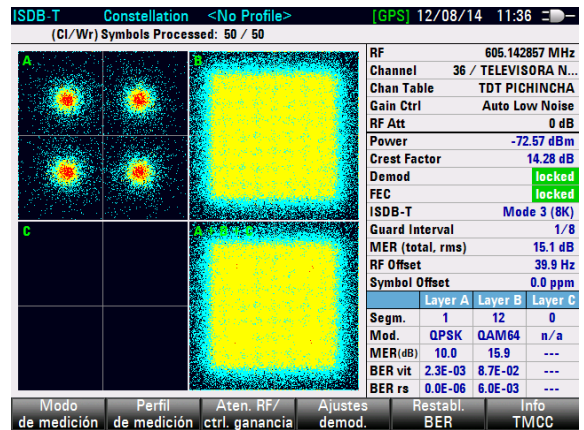


Figura 10. Diagrama de constelación del canal 36.

El canal de televisión Ecuavisa, presenta alto ruido por lo que los símbolos no son reconocidos por el demodulador.

La Fig. 11, que corresponde al canal 39 UHF Televisión Satelital, presenta una ausencia total de la señal.

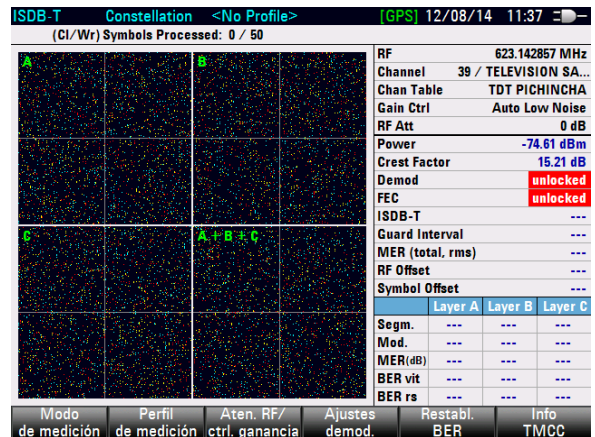


Figura 11. Diagrama de constelación del canal 39.

El canal 39 UHF, presenta una alta tasa de errores ocasionado por un alto nivel de ruido e interferencias.

En la Fig. 12, el canal Telesucesos, la señal 1 seg permanece con pixelaciones, mientras la señal SDTV, presenta baja calidad, con carencia de imágenes.

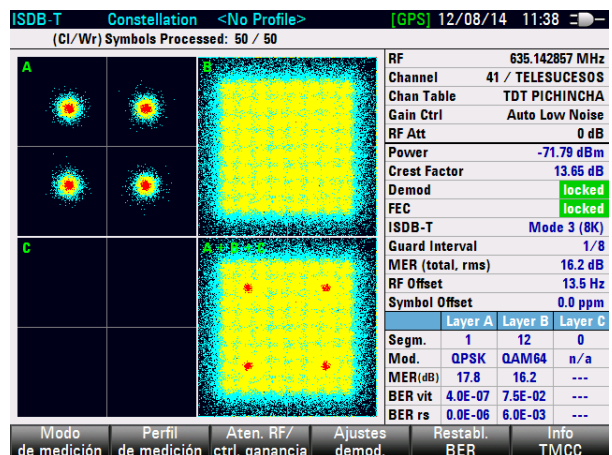


Figura 12. Diagrama de constelación del canal 41.

El canal Telesucesos, tiene una alta tasa de errores

Todas las mediciones presentadas en las figuras anteriores, se cuantifican en la Tabla 2, presentada a continuación.

ESTACIÓN	C/N (dB)	BIT RATE (Mbps)	INTERVALOS DE GUARDA	FEC
ECUADORTV	29,3	17,84	1/16	3/4
GAMA TV	35,6	....	1/8	3/4
TELEAMAZONAS	33,9	14,97	1/8	2/3
TELESISTEMA	19,5	....	....	....
ECUAVISAS	16,5	16,85	1/8	3/4
TV SATELITAL	13,4	....	....	....
TELESUCESOS	12,7	16,85	1/8	3/4
RTU	18,3	....	1/8	7/8
CANAL UNO	17,1	16,85	1/8	3/4

ocasionado por la presencia de ruido e interferencias.

La Fig. 13, representa al canal 43UHF RTU.

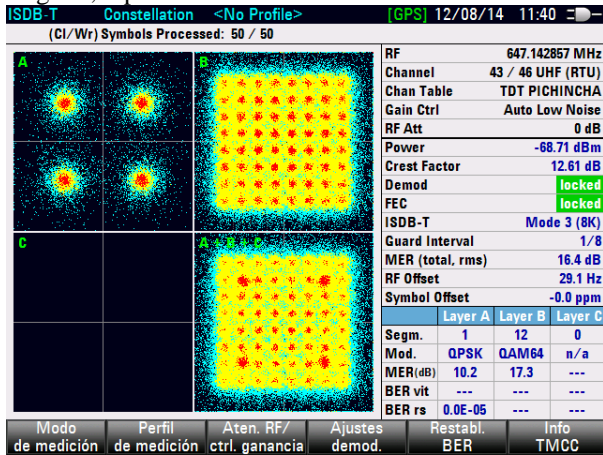


Figura 13. Diagrama de constelación del canal 43.

El canal RTU, muestra interferencia perjudicial por un nivel de ruido alto, los símbolos no son reconocidos por el demodulador. Los símbolos contienen perturbaciones.

La Fig. 14, representa a Canal UNO Canal 45.

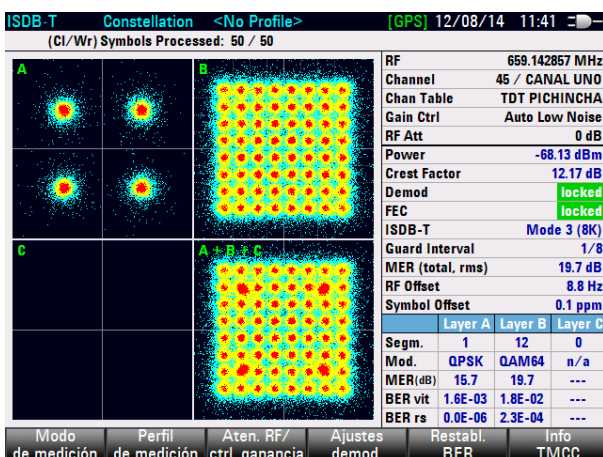


Figura 14. Diagrama de constelación del canal 45.

La señal de canal UNO, presenta ruido con presencia de interferencias perjudiciales, todos los símbolos son reconocidos por el demodulador con errores, se pueden notar además los símbolos con alta distorsión.

Tabla 2. Parámetros con potencia de 500 W, modulación 64QAM.

Los datos de la Tabla 2, son los que presenta en la parte de recepción el analizador de TDT R&S modelo ETH, es por ello que determinados canales no presentan valores en algunos campos. Los datos obtenidos permitieron realizar una comparación en Matlab, representada en la Fig. 15.

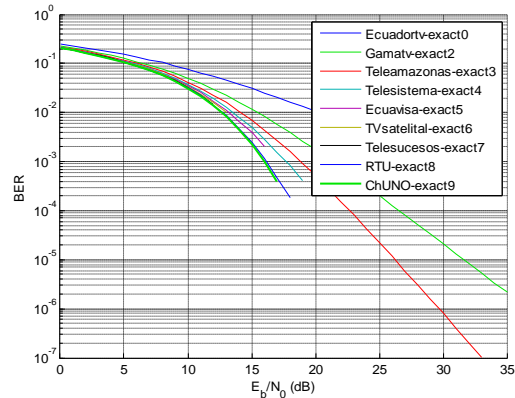


Figura 15. Representación en Matlab de BER y Eb/No.

De los resultados obtenidos en el sector Nuevo Amanecer, con los sistemas de transmisión operando con 500 W de potencia, el canal 30 TDT Gamatv, presentó la mejor calidad de señal, en forma subjetiva se podría decir que este canal mostró menores errores, pudiendo los datos ser recuperados.

#### 4.2 Resultados obtenidos para una potencia de transmisión de 3000 W.

Representación en la Fig. 16, del canal 26 UHF Ecuadortv al operar su sistema de transmisión con 3000 W.

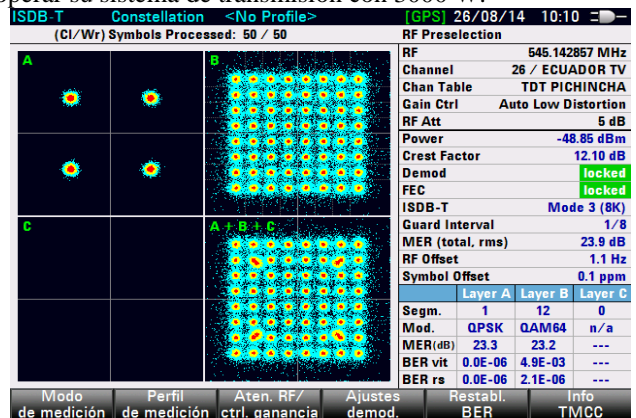


Figura 16. Diagrama de constelación del canal 26.

El canal 26 operando con potencia de 3000 W, presenta ruido con señales interferentes, los símbolos son reconocidos por el demodulador pero con errores.

Los parámetros de operación del canal 30 UHF Gamatv, en el sitio Nuevo Amanecer, son representados en la Fig. 17.

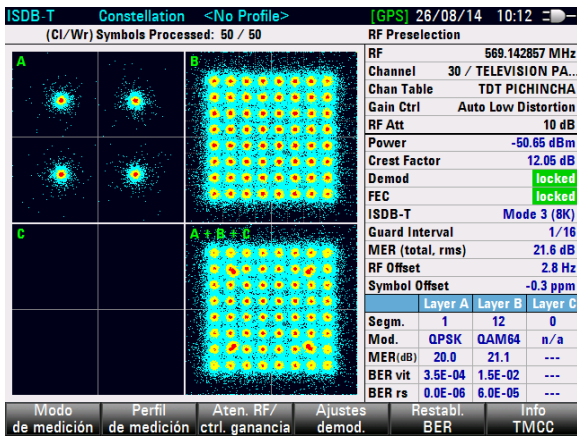


Figura 17. Diagrama de constelación del canal 30.

Se observa la presencia de ruido con señales interferentes, los símbolos son reconocidos con errores.

En la Fig. 18, que corresponde a Teleamazonas Canal 32, se observa la presencia de ruido y los símbolos son reconocidos con errores.

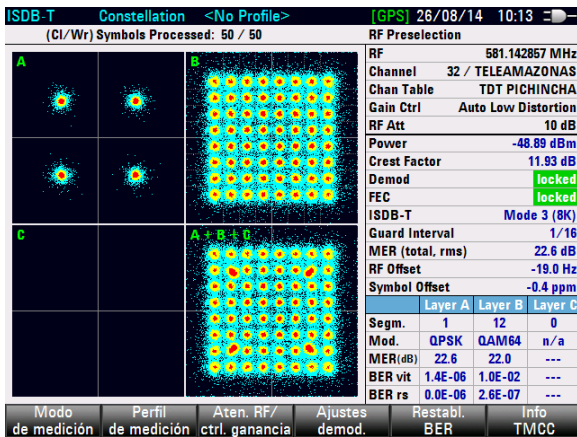


Figura 18. Diagrama de constelación del canal 32.

A continuación se presenta la Fig.19, que representa al canal Telesistema Canal 34.

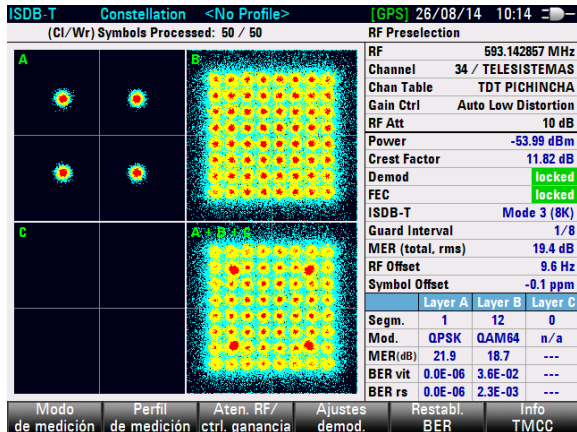


Figura 19. Diagrama de constelación del canal 34.

El canal Telesistema, presenta ruido con señales interferentes, los símbolos son reconocidos por el demodulador con errores.

En la Fig. 20, se puede observar que el canal 36 Ecuavisa, presenta en la recepción baja calidad de señal, lo que se traduce en ausencia total de imágenes.

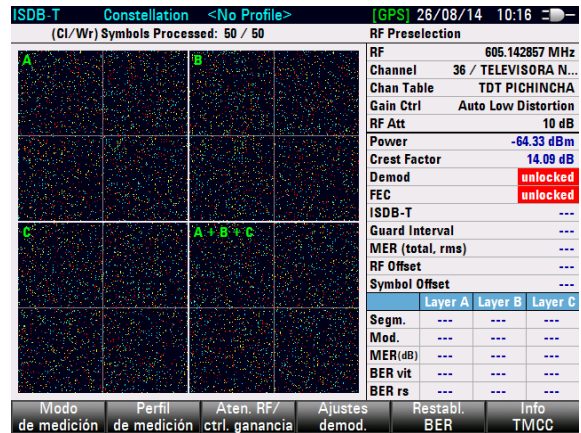


Figura 20. Diagrama de constelación del canal 36.

Existe alta presencia de ruido, con señales interferentes, los símbolos no son reconocidos.

La Fig. 21, el canal Televisión Satelital Canal 39 presenta en la recepción una señal de baja calidad.

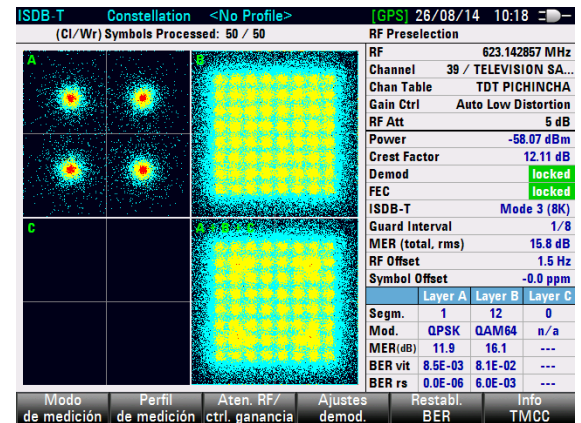


Figura 21. Diagrama de constelación del canal 39.

La señal de Televisión Digital, presenta alta presencia de ruido, con señales interferentes, los símbolos son reconocidos con mucha distorsión.

En el diagrama de constelaciones mostrado en la Fig. 22, se observa que el canal Telesucesos 41 UHF, no presenta imagen alguna en este sector.

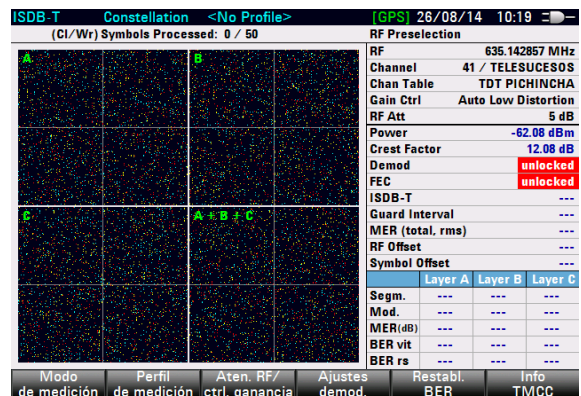


Figura 22. Diagrama de constelación del canal 32.

El canal Telesistema, presenta alta presencia de ruido, con señales interferentes, los símbolos no son reconocidos. RTU Canal 43UHF representado en la Fig. 23, muestra que la señal de este canal presenta problemas en la recepción. La señal 1 seg se presenta con mucha interferencia.

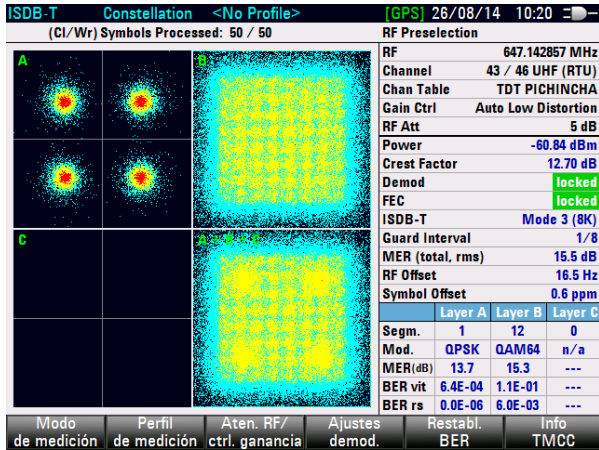


Figura 23. Diagrama de constelación del canal 43.

En la Fig. 24, el diagrama de constelación presentado por la señal del Canal 45 UNO, refiere a una señal con presencia de ruido, por lo que se presentan pixelaciones en la imagen.

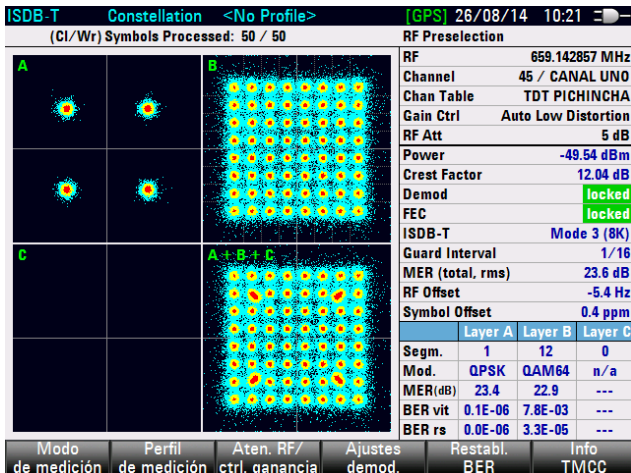


Figura 24. Diagrama de constelación del canal 45.

En la Tabla 3, se resume todas las mediciones efectuadas a los canales de TDT al operar con 3000 W de potencia.

Tabla 3. Parámetros con potencia de 3000 W y modulación 64QAM.

Nombre de la Estación	C/N (dB)	Bit rate (Mbps)	Intervalo de guarda	FEC
Ecuadortv	32.9	17.84	1/16	3/4
Gamatv	42.8	.....	1/8	3/4
Teleamazonas	43.1	14.97	1/8	2/3
Telesistema	38.2	.....	.....	.....
Ecuavisa	23.2	16.85	1/8	3/4
Televisión Satelital	21.3	.....	.....	.....
Telesucesos	17.9	16.85	1/8	3/4
RTU	21.6	.....	1/8	7/8
Canal UNO	31.4	16.85	1/8	3/4

Con los datos obtenidos en la Tabla 3, se realizó una gráfica comparativa en Matlab, Fig. 24, la que permitió observar el comportamiento de los diferentes canales.

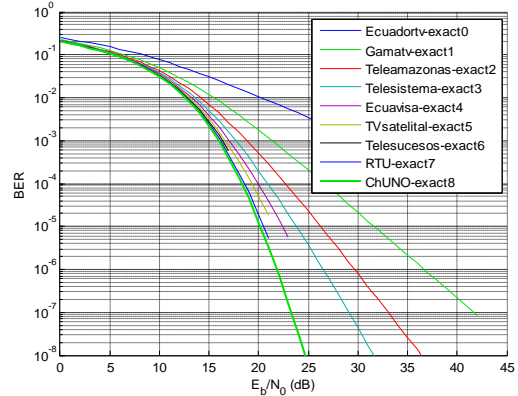


Figura 24. Representación en Matlab de BER vs Eb/No con base a los resultados obtenidos con potencia de 3000 W.

De los resultados obtenidos en el mismo sitio donde se realizaron las mediciones de TDT para una potencia de 500 W, al incrementar la potencia a 3000 W, se pudo notar que el Canal 45 TDT UNO, presenta una mejor calidad de señal, siendo su desempeño técnico superior a los demás canales de Televisión Digital Terrestre. En la Fig. 24, se observa que la señal de Canal UNO, se presenta sin error en más de 25 dB, lo que permite que la señal, comparada con los demás canales presente menor número de errores, siendo estos restaurados en la etapa de corrección de errores.

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones.

Algunos de los puntos de medición que fueron identificados como posibles zonas de sombra durante las pruebas de TDT en el año 2009, en las actuales mediciones, fueron cubiertos con el aumento de potencia de transmisión a 3000W, comprobándose la robustez de la señal ISDB-Tb, frente a interferencias por multitrayectoria y atenuación, mediante la utilización de OFDM y Time-interleaving utilizada por este estándar de TDT. La mejora en algunos caso puede deberse a que con la mayor potencia podía llegar hacia el receptor un determinado número de reflexiones radioeléctricas, producto de choque en los diferentes accidentes geográficos cercanos al sitio de medición. Sin embargo existen viviendas que se encuentran fuera de la primera zona de Fresnel y que por más que se aumente la potencia no llegará hasta este sitio, siendo necesario instalar un transmisor de baja potencia (gapfiller) para cubrir esta zona.

El ruido blanco Gaussiano aditivo conlleva a que los puntos de la constelación tengan forma de nube, cuanto más grande sea el punto de la constelación, mayor es el efecto del ruido. Las fuentes de interferencia afectan a las portadoras individuales o al rango de portadoras, estas se pueden parecer al ruido y los puntos de la constelación se vuelven nubes ruidosas, pero también podrían ser sinusoidales cuando los puntos de la constelación aparecen como círculos.

En algunos casos el error permanece aún en niveles altos de Eb/No, lo que se traduce en niveles altos de relación Portadora a Ruido C/N.

Mediante el análisis de un diagrama de constelación se pueden obtener datos de: Relación Señal a Ruido S/N, Convulsión de fase, Desequilibrio de amplitud I/Q, Error de fase I/Q, Tasa de error de modulación MER.

Dentro de la transmisión jerárquica que mantiene el estándar ISDB-Tb se verificó que mientras más altos son los valores de la modulación y del error de corrección menos robusta se presenta la de señal de TDT.

El parámetro Intervalo de Guarda mitiga el efecto multitrayectoria, por ello cuanto mayor es el número de portadoras se puede transmitir en alta definición (HDTV) sin embargo la señal se vuelve más vulnerable a los efectos de multitrayectoria y desvanecimiento.

La comparación de los niveles de potencia de transmisión que utilizan los sistemas de televisión analógica y digital, hace predecir una considerable disminución de los niveles de radiación no ionizante, siendo esto un gran avance en beneficio de la protección del medio ambiente.

La relación C/N representa la diferencia expresada en dB entre la potencia de la señal y el ruido que la acompaña. En televisión analógica una baja relación C/N da lugar a una imagen con ruido, pero en una señal digital el efecto degrada la información, lo que conlleva la aparición de un número mayor de errores, superior al margen de corrección del equipo, dando como resultado final la anulación de la imagen reproducida.

La tasa de errores de bit, es el parámetro principal de las medidas de cuantificación de las instalaciones receptoras, ya que se efectúa sobre el *transport stream* y por tanto, después de la demodulación y la corrección de errores del canal correspondiente. Los errores que presenta en este caso el analizador de TDT, son reales e irre recuperables.

Un código convolucional 1/2 quiere decir que de cada bit de entrada al codificador, salen dos (redundancia del 50%). En recepción, el descodificador convolucional se basará en el algoritmo de Viterbi. Este sistema se puede adecuar a otros códigos: 2/3, 3/4, 5/6, 7/8. La manera de especificar las características del codificador de Viterbi es mediante el FEC (*Forward Error Correction*).

El codificador de Viterbi, a diferencia del codificador Reed-Solomon, garantiza protección a nivel de bit.

La tasa de errores de bit tiene diferentes puntos de medida del sistema de transmisión, fundamentalmente de si el sistema emplea o no codificación Viterbi. Estos son:

BER antes de Viterbi.

BER después de Viterbi, que corresponde a la etapa del decodificador Reed-Solomon.

BER después del decodificador Reed-Solomon.

La tasa de error de mayor interés y que proporciona la mayor parte de información es la tasa de error de bits pre-Viterbi.

## 5.2 Recomendaciones:

En los sitios que fueron identificados como zonas de sombra cuando se realizaron las pruebas de TDT, previas a la decisión del estándar ISDB-T y que se ha comprobado mediante las actuales mediciones que su recepción mejoró

debido al aumento de potencia en los sistemas de transmisión, necesariamente deberán utilizar antenas en el rango de UHF exteriores para su recepción.

## REFERENCIAS

- [1] Informe para la definición e implementación de la televisión digital terrestre en el Ecuador (2010, 26 de marzo). [En línea]. Quito: Superintendencia de Telecomunicaciones. Disponible en: [http://www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/informe\\_tdt\\_mar26\\_2010.pdf](http://www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/informe_tdt_mar26_2010.pdf) [2013, 20 de mayo].
- [2] Plan Maestro de Transición a la TDT en el Ecuador (2012). [En línea]. Quito: Consejo Nacional de Telecomunicaciones. Disponible en: [http://www.conatel.gob.ec/site\\_conatel/images/stories/resolucionesconatel/2012/RTV-681-24-CONATEL-2012-PLAN%20MAESTRO-ACTUAL.pdf](http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/images/stories/resolucionesconatel/2012/RTV-681-24-CONATEL-2012-PLAN%20MAESTRO-ACTUAL.pdf) [2013, 20 de mayo].
- [3] Bernard G. (1990). *Televisión Práctica y Sistemas de Video*. (5a. ed.). España: Marcombo, S.A.
- [4] Señal de Televisión. (1990). [En línea]. Perú: Universidad San Martín de Porres. Disponible en: <http://www.usmp.edu.pe/visión2011/exposiciones>.
- [5] Fisher W. (2004). *Digital Televisión: A practical Guide for Engineers*. (p. 331 – 363). Munich: Springer-Verlag Berlin Heidelberg Rhode&Schwarz GmbH & Co. ETS300744.
- [6] JAPON. NHK, Japan Broadcasting Corporation. 2008. *ISDB-Tb tecnologías de transmisión y sistemas de alertas de emergencia* (P.14).
- [7] Takada, M. (2008). *ISDB-T Seminario: ISDB-T tecnologías de transmisión y sistemas de alertas de emergencia* (p. 1 -37). Bogota: NHK, Japan Broadcasting Corporation.