
Televisión Digital Terrestre

Análisis del Proceso de Implementación en Costa Rica

Por

JUAN MANUEL CASTRO RAMÍREZ, CARLOS ALVARADO ÁVILA,
ANTONIO GONZÁLEZ TORRES

Escuela de Ingeniería
Urbanización Tournón, 10235-1000
San José, Costa Rica
<http://www.ulacit.ac.cr>

UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA



DICIEMBRE, 2014

Abstract. El artículo se enfoca en el análisis de la de la Televisión Digital Terrestre en Costa Rica. Se tomaron en cuenta los principales estándares de la *Televisión Digital* como ATSC, DVB-T, DMB-T y ISDB-T, considerados como los más utilizados. Siendo ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial) originario de Japón, Costa Rica ha escogido un estándar de forma derivada ISDB-Tb (International System for Digital Broadcast, Terrestrial, Brazilian version). Esta versión brasileña, por ser más robusto en calidad y en relación potencia-cobertura, brinda una cantidad de mejoras técnicas, con respecto a su estructura y manera de implementación. La forma de elección de la versión brasileña fue la mejor calificada a través de evaluaciones técnicas, con mediciones de recepción fija en interiores y exteriores, recepción en condiciones, tanto de movilidad como de portabilidad. Teniendo en cuenta esto, se analiza el impacto socioeconómico que se puede presentar en Costa Rica, ya que se estima que el apagón se dé finalizando el año 2017.

Key words: ATSC, Brazil, DTMB, DVB-T, ISDB-T, ISDB-Tb, Modulación Digital, Multiplexación por División de Tiempo, MPEG-2, Televisión

1 Introducción

La televisión es uno de los principales medios de comunicación a nivel mundial. Por lo que en el contexto actual las autoridades reguladoras de las telecomunicaciones en los diferentes países, a nivel global, están adoptando como norma la transmisión de la señal de acuerdo con los estándares, protocolos y tecnologías asociadas a la Televisión Digital Terrestre (TDT). El principal objetivo que persiguen al efectuar dicho cambio es aprovechar mejor el espectro radioeléctrico y las nuevas tecnologías que permiten un mayor número de canales de transmisión con una calidad superior en relación con la señal analógica.

Por este motivo, un gran número de países ha realizado la migración de las transmisiones de señal analógica a digital, en los últimos años, y otros se encuentran en proceso de efectuar dicho cambio en el corto y mediano plazo. En línea con lo anterior, se ha iniciado el proceso de cambio en Costa Rica (Cortés, Sánchez, Alfaro, & Romero, 2013a) con base en las siguientes razones:

1. Mejor uso del espectro: existen problemas por la asignación del espectro radioeléctrico. La migración ofrece al gobierno la posibilidad de replantear el modelo de asignación actual.
2. Contenido focalizado: la TDT permite enviar contenido y publicidad de interés a zonas geográficas específicas. Lo cual facilita la personalización de la publicidad y la posibilidad de llegar con información de manera más directa al público meta.
3. Capacidad para entregar televisión interactiva: el canal de subida que ofrece la TDT permite que el usuario interactúe con el sistema y realice peticiones o interacciones de acuerdo con sus intereses particulares.

En general, al realizar dicha migración se busca obtener las siguientes ventajas o beneficios:

1. Ampliar el acceso a la información y entretenimiento a los usuarios finales, debido a la mayor cobertura a nivel nacional que pueden ofrecer las tecnologías de TDT.
2. Mejorar la calidad de la imagen y el contenido que reciben los usuarios finales, utilizando técnicas de modulación digital.
3. Mejorar la portabilidad y movilidad al permitir el acceso desde un dispositivo móvil.

Cabe mencionar que en la actualidad existen 4 estándares predominantes que son utilizados en diferentes partes del mundo, estos son: ISDB ¹ (Japón), ATSC ² (Norteamérica), DVB-T ³ (Europa) y DTMB ⁴ (China).

En Costa Rica el proceso de migración se encuentra en marcha y se utilizará el estándar ISDB-Tb, el cual es una actualización del ISDB-T de Japón (Cortés, Sánchez, Alfaro, & Romero, 2013b), además es uno de los estándares más utilizados en la actualidad. Éste estándar fue adoptado por el Poder Ejecutivo mediante el Decreto Ejecutivo N° 36009-MP-MINAET en Abril de 2010 (MINAET, 2013), ya que las condiciones geográficas son similares a las de Brasil.

Teniendo en cuenta lo anterior, así como los factores económicos, técnicos y sociales, las preguntas y objetivos de este trabajo son los siguientes:

1. ¿Cómo se relaciona el proceso de transición en Costa Rica de la televisión analógica a la TDT en relación con otros países y los estándares internacionales?
2. ¿Cómo se pueden considerar los avances realizados por el país en materia de TDT con respecto a los países centroamericanos, latinoamericano y a nivel global?
3. Efectuar una discusión sobre las razones por las cuales se efectuó la selección del estándar que será utilizado en nuestro país.
4. Comparar las características técnicas del estándar seleccionado con los otros tres estándares más utilizados en la Televisión Digital Terrestre.
5. Estudiar los procesos de implementación de la TDT en otros países, se toma como base los cuatro estándares más utilizados.
6. Determinar los avances de la implementación del sistema de TDT en Costa Rica y en los países centroamericanos
7. Efectuar un análisis crítico sobre los procesos de implementación de TDT en Costa Rica.
8. Describir la arquitectura típica de un sistema de TDT de forma general y la que se implementará en el país, de forma particular.

¹ Integrated Services Digital Broadcasting

² Advanced Television System Committee

³ Digital Video Broadcasting - Terrestrial

⁴ Digital Multimedia Broadcast-Terrestrial

El resto de este documento se organiza de la siguiente forma: la sección 2 presenta los antecedentes de los principales estándares de *TDT* con sus principales características, mientras que la sección 3, discute la forma cómo se han implementado los diferentes estándares de *TDT* en distintos países de Latinoamérica y el resto del mundo. También, se lleva a cabo la comparación del principal estándar ISDB-Tb en Brasil, con nuestro país. Finalmente, en la sección 4 se realiza un resumen de los resultados y se presentan las principales conclusiones de esta investigación.

2 Antecedentes

2.1 Televisión Digital Terrestre

La Televisión Digital Terrestre (TDT), también conocida como televisión digital abierta (libre y gratuita) (UCR & PROSIC, 2011), al igual que la TV Digital por cable, permite la transmisión y recepción de imágenes y sonido de alta definición aprovechando el ancho de banda de forma eficiente, con la diferencia de que las señales son transmitidas usando el espectro electromagnético. Al igual que la televisión analógica la TDT utiliza antenas de VHF ⁵ y UHF ⁶. Sin embargo, los receptores (televisores) requieren de un decodificador para interpretar la señal de acuerdo con el estándar que esté siendo utilizado en la zona o país.

Algunas de las ventajas de la TDT para los televidentes son las siguientes:

1. Subtítulos.
2. Selección de publicidad.
3. Selección de idiomas.
4. Guías televisivas (electrónicas o EPG ⁷) (Microsoft, 2014).
5. Mejor calidad del sonido en función del estándar (e.g. *Dolby Digital*).

Table 1. Servicios de la Televisión Digital

Servicio	Radiodifusión Analógica	Radiodifusión Digital
Número de Canales	Único canal	Multicanal/HD
Calidad de Video	Estándar (SDTV)	+High Quality (HDTV)
Comunicación	Difusión simple	Interactiva
Objetivo	Espectador	Cliente
Audiencia	Pasivo	Activo
¿Dónde?	Hogar	Cualquier lugar

⁵ Very High Frequency

⁶ Ultra High Frequency

⁷ Electronic Program Guides

En el cuadro 1 se muestra una comparación de los servicios ofrecidos por la *Televisión Analógica* y *Televisión Digital*

La figura 1 muestra el funcionamiento básico de una señal analógica, la cual muestra una señal de forma continua que debe ser modulada a la hora que el receptor (antena) la reciba. En comparación con una señal digital, ésta lleva un proceso más lento, dado que una señal digital es enviada por medio de impulsos eléctricos:

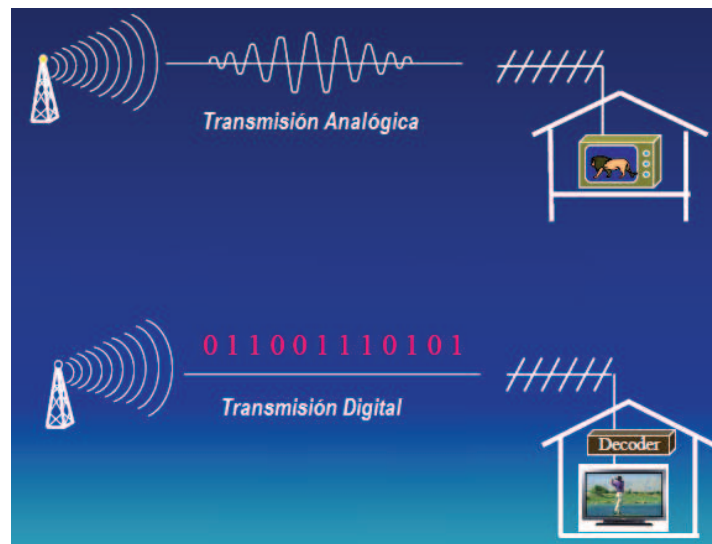


Fig. 1. Comparación de Transmisión Analógica y Digital
(DigitalTV, 2004)

Entre los principales estándares de TDT se encuentran: ATSC, DVB-T, ISDB-T y DMB-T. Para comprender las diferencias y similitudes entre estos, se ofrece se ofrece una descripción de cada uno de ellos, a continuación.

2.2 ATSC

Por sus siglas en inglés, *Advanced Television System Committee*, es una organización de estándar desarrollada en Estados Unidos por un grupo de empresas

estadounidenses como ABC ⁸, CBC ⁹, Cisco ¹⁰, Televisa ¹¹ (Committee, 2014) y DOLBY ¹² (Engineer, 2005), entre otras. Aprobada en 1996, posee una transmisión de señal digital de 6 MHz. Además de Estados Unidos, otros países como República Dominicana, México, Canadá, Corea del Sur y Puerto Rico han optado por implementar ATSC.

2.3 DVB-T

Por sus siglas en inglés, *Digital Video Broadcasting - Terrestrial*, es inicialmente formado por un grupo de países de Europa, Medio Oriente y Suráfrica (Trujillo, 2013). Este estándar se caracteriza por transmitir señales digitales para un ancho de banda entre 6.7 y 8 MHz utilizando la modulación de tipo OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Otra característica importante del estándar es que puede ser implementada bajo una red analógica pero con la ventaja de reducir el ruido.

DVB-T en Colombia

La decisión la tomó la Autoridad Nacional de Televisión y fue anunciada el 28 de agosto del 2009. El apagón analógico está programado para el 2019. A diferencia de Costa Rica, en Colombia se analizaron tres estándares: ATSC, DVB-T e ISDB-Tb. Como parte de los análisis, se realizaron pruebas de cobertura a nivel nacional, estudio de hábitos de consumo y análisis del impacto económico realizado por la Universidad de Antioquia (Antioquía, 2007). El 29 de Enero del 2010, a las 3:15 p.m. los canales Canal Uno, Señal Colombiana y Canal Institucional, empezaron su transmisión de TDT en Bogotá, en donde se espera que para el año 2019 todos los canales tengan cobertura nacional (Universal, 2010).

En Abril del 2010 las principales empresas de venta de electrónicos empiezan a vender televisores con receptores de TDT en el estándar DVB-T, además se promete que los decodificadores no costaran más de \$15 USD, situación que no se pudo lograr, pues al salir al mercado los decodificadores tienen un precio de \$40 USD (2.6 veces el precio prometido). En el año 2012, se decide optar por la transmisión en la segunda versión del estándar Europeo(DVB-T2). Para tener la posibilidad de incluir más canales, transmitir contenido en alta definición e inclusive transmitir señal en 3D. Actualmente de encuentran en funcionamiento 17 canales y est[an utilizando el estándar DVB-T2, cinco de ellos dan contenido en HD.

2.4 DMB-T

Por sus siglas en inglés, *Digital Multimedia Broadcast-Terrestrial*, es el estándar que China desarrolló en el 2004, el cual comprende un ancho de banda entre 6.7

⁸ American Broadcasting Company

⁹ Canadian Broadcast Corporation

¹⁰ Cisco Systems, Inc

¹¹ Grupo Televisa

¹² Dolby Laboratories

a 8 MHz. Otros países que lo han implementado son Bélgica, Austria, Albania y Hong Kong (Chinavasion, 2014), entre otros.

Como su nombre lo indica, el estándar DMB brinda señales multimedia (como video, audio) pero de forma digital por medio de la radiodifusión bajo el sistema DAB (Digital Audio Broadcasting) en tecnologías existentes, lo cual da un servicio más confiable de datos a dispositivos móviles y antenas (Yong Ju Lee1 et al., 2009).

2.5 ISDB-T

Por sus siglas en inglés, *Integrated Services Digital Broadcasting*, es el estándar de origen Japonés aprobado en 1997, que fue desarrollado por el consorcio ARIB (Association of Radio Industries and Business) y el consorcio DiBEG (Digital Broadcasting Expert Group) (Sotelo, Durán, & Joskowicz, 2011) para transmitir en 6.7 y 8 MHz.

Arquitectura Al igual que en la televisión clásica y dispositivos móviles, el estándar ISDB-T ofrece receptores fijos que transmiten datos, audio y video de alta calidad. A diferencia de DVB-T, este utiliza una modulación BST-OFDM¹³, donde cada segmento es una catorceava parte con respecto al ancho de banda habitual (ya sea 6,7/14 y 8/14), en otras palabras a unos 430 kHz. Por ejemplo los 8 MHz, su catorceavo segmento se deja sin utilización para dejar en cada extremo del canal radioeléctrico, una banda de guarda.

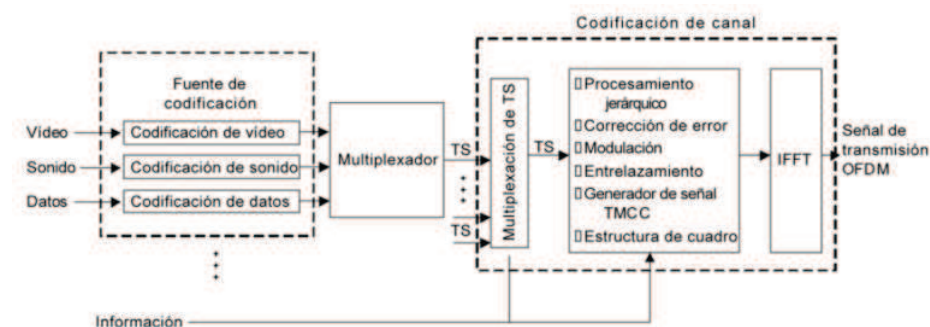


Fig. 2. Sistema ISDB-T

Como se muestra en la figura 2, en el modulador OFDM se recibe una entrada de MPEG-2 TS¹⁴. Para cada entrada, los cuales llevan consigo diferentes servicios o programas, son multiplexados nuevamente para así obtener uno sólo.

¹³ Band Segmented Transmission-OFDM, donde el canal se divide en 13 segmentos.

¹⁴ Transport Stream.

Llevádo a la vez el flujo hacia los receptores (Joskowicz, Sotelo, & Durán, 2011) con información de control para la transmisión tales como los parámetros y configuración de segmentos por medio de la transmisión y control de la configuración de multiplexación, TMCC ¹⁵.

ISDB-Tb Por sus siglas en inglés, *International System for Digital Broadcast, Terrestrial, Brazilian version*. Los gobiernos en general, buscan un mejoramiento tanto de la calidad de señal, aprovechamiento del espectro como cobertura de la misma. Tal es el caso del estándar adoptado en Brazil por el Foro SBTVD ¹⁶ (Nair, Augustine, & Antony, 2013) en el año 2007. Esta versión posee mejoras respecto al despliegue del sistema ISDB-T, que en otras palabras es una actualización del ISDB-T de Japón, ya que la señal es más robusta y utiliza técnicas como la Multiplexación por División de Tiempo (TDM) para el *streaming* de datos, voz y video digitalizados.

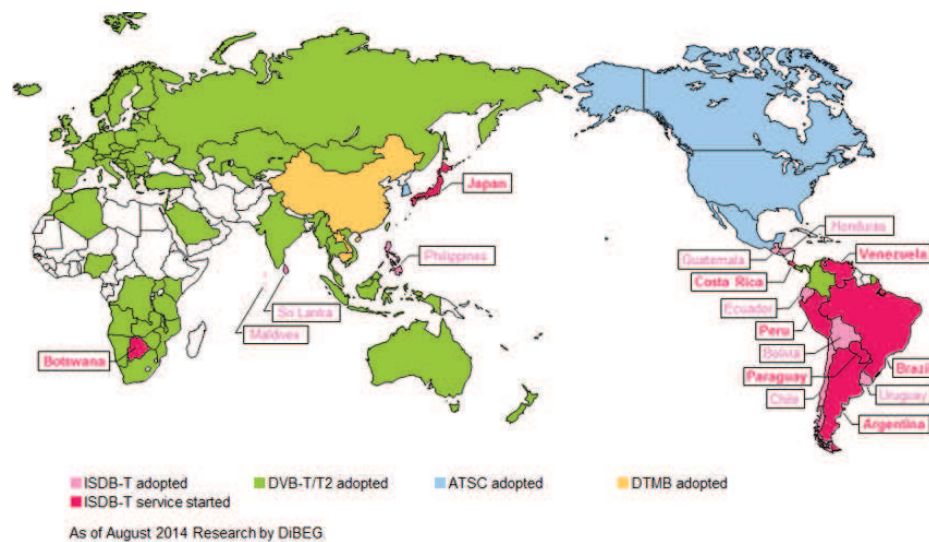


Fig. 3. Adopción de los 4 estándares a nivel mundial (DiBEG, 2014)

En la figura 3 se muestra claramente el auge que han tenido los principales y más importantes estándares a nivel mundial hasta el segundo semestre del 2014.

¹⁵ Transmission and Multiplexing Configuration Control

¹⁶ Sistema Brasileiro de Televisão Digital. Inglés: Brazilian Digital Television System

3 Discusión: Estado de la implementación en Costa Rica

Actualmente muchos costarricenses tienen dudas respecto a los alcances y limitaciones del estándar escogido para la transición de la televisión nacional. Por lo tanto, es importante aclarar las razones de elección del estándar ISDB-Tb, con el fin de tener una perspectiva más amplia del panorama nacional ante esta nueva tecnología. Además se pretende evidenciar las posibles mejoras, beneficios y problemáticas a enfrentar por parte de los usuarios de la TDT en nuestro país.

Mediante el Decreto Ejecutivo No. 33058-006-MGP del 4 de Abril del 2006 se estableció lo siguiente:

“Artículo 1º — Para garantizar la continuidad del servicio de televisión analógica y con el fin de fomentar el inicio del desarrollo del proceso de transición a la televisión terrenal digital, de conformidad con lo establecido en el Reglamento al Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, se autoriza la utilización, hasta el 30 de agosto del 2007, de un canal adicional para que los concesionarios de canales de televisión puedan iniciar pruebas en el sistema de televisión digital. . . (MICITT/33058-006-MGP, 2013)

Esto se hizo con la finalidad de que todos los intermediarios en Costa Rica tuvieran la oportunidad de experimentar bajo un el sistema de televisión terrestre, sin embargo, sólomente la Televisora de Costa Rica S.A. y la Corporación Costarricense de Televisión S. A. fueron las que aprovecharon dicha oportunidad. Es importante resaltar que, durante esas pruebas el estándar utilizado fue ATSC.

El 5 de Agosto del 2007, se emitió el Decreto Ejecutivo 34125-G, donde se extendió indefinidamente el periodo para las transmisiones digitales:

“Artículo 1º — A fin de fomentar el desarrollo del proceso de transición a la televisión terrenal digital, de conformidad con lo establecido en el Reglamento al Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, y siendo que actualmente existen empresas que han realizado inversiones para realizar pruebas en el sistema digital, se autoriza a los concesionarios de canales de televisión la utilización del canal adicional asignado según el Decreto Ejecutivo N° 33058-G de fecha 4 de abril del 2006, para que continúen realizando pruebas en el sistema digital, hasta que el Poder Ejecutivo determine que existen elementos suficientes para la adopción del estándar digital. . . (MICITT/33058-G, 2013)

Para una toma de decisiones, se publica el Plan Nacional de Desarrollo de Telecomunicaciones (PNDT), el cual contiene las políticas propuestas durante la administración Arias Sánchez (MINAET & MICITT, 2009). Este plan regula la redistribución del espectro radioeléctrico, y da así, un gran paso para el proceso de escogencia del estándar.

3.1 Elección del estándar en Costa Rica.

Comisión Especial Mixta. Gracias al proceso de regulación establecido por el PNDT, el Poder Ejecutivo emitió el decreto 35657-MP-MINAET donde el objetivo principal era crear esta comisión. El papel principal era informar, analizar y

recomendar por medio de un informe técnico de la Subcomisión de Ingenieros y Técnicos, el estándar de TDT más adecuado y competente aplicable al territorio de Costa Rica, y que lleve un plan estratégico para el desarrollo de migración.

El apagón analógico en Costa Rica se fijó para el 15 de diciembre de 2017. Esto conlleva a una mejor penetración del servicio a zonas rurales del país las cuales actualmente, reciben una pobre cobertura analógica.

Cabe recalcar que Sinart (Sistema Nacional de Radio y Televisión) fue la primera entidad nacional en transmitir señales digitales bajo el estándar ISDB-Tb. Ahora bien, se estima que para la fecha del apagón, Canal 13 (Sinart) pueda transmitir señales digitales oficialmente para los canales 13.2 y 13.3. Este decreto fue suscrito por la ex-Presidenta de la República, Laura Chinchilla (Lara, 2014).

El Gobierno de Costa Rica ha elegido al Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) como el ente oficial de capacitaciones técnicas a profesionales privados y públicos (Arguedas O, 2013), entre la Universidad de Costa Rica, Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL) y el Viceministerio de Telecomunicaciones, los cuales han asistido tanto a Brasil como a Japón para sustentarse de conocimientos respecto a este estándar.

Característica	DVB-T	ATSC	ISDB-T	DTMB
Modulación	QPSK, 16QAM, 64QAM	8VSD	OFDM QPSK/QAM	BPSK/QAM
Ancho de Banda (MHz)	6.7, 8	6	6.7, 8	6
Capacidad de Canal (Mb/s)	24	19.39	3.65	4.3
Capacidad Máx. de Canal(Mb/s)	31	19.39	23.234	32.5
SNR	16.7	15	17.2	15

Fig. 4. Características de los estándares más utilizados

3.2 Implicaciones en el país a nivel socio-económico y tecnológico

Para evaluar cómo afecta la implementación del estándar ISDB-Tb a Costa Rica es necesario, evaluar el estado socioeconómico de nuestro país. En Costa Rica, al igual que otros países de América Latina, un importante porcentaje de la población se encuentra bajo la línea de pobreza. Una quinta parte ¹⁷ de los costarricenses no pueden comprar la totalidad de los productos de la canasta básica. Este grupo, más sensible, no tiene acceso a televisión por cable, IPTV, o televisión satelital, por lo tanto debe utilizar señales aéreas. Con la entrada de la televisión digital terrestre, al no tener las posibilidades de comprar televisores nuevos compatibles con el estándar ISDB-Tb, se verán obligados a adquirir cajas decodificadoras. La inversión para una de estas cajas decodificadoras, ronda los \$50 USD, al igual que el caso de Colombia es posible que para el gobierno de

¹⁷ inec.go.cr

Costa Rica, subvencionar parte del costo de estos equipos a los costarricenses sea muy elevado. Esta imposibilidad de adquirir los decodificadores podría implicar que parte de la población no tenga acceso a la televisión una vez realizado el apagón analógico.

1. En el ámbito económico, Costa Rica puede verse beneficiado en el tema de publicidad, ya que las empresas que adquieran espacios publicitarios pagados llegarán al público meta de manera más localizada, y de esa manera asegurar el dinero invertido.
2. Al *TDT* permitir un mejor uso del espectro radioeléctrico, también permite la creación de nuevas televisoras, o bien, que las ya existentes puedan emitir una mayor cantidad de canales digitales, a la vez amplía las posibilidades para los televidentes y ofrece más fuentes de trabajo.

El cambio a tecnologías digitales es de suma importancia para la sociedad, algunas ventajas fáciles de identificar para el público en general son:

1. Más canales disponibles.
2. Mejor calidad de video y audio.
3. Acceso al contenido para personas de diferentes lenguas (SAP).
4. Disponibilidad de subtítulos para personas con necesidades especiales.

No obstante, estas ventajas tienen su costo para los concesionarios, ya que estos deben invertir en nuevos equipos digitales, así como en equipos de grabación en alta definición y en los equipos especializados para los servicios adicionales.

Entonces, a manera de un reto, el gobierno debe analizar que tan factible es la subvención del costo de los equipos, esto implicaría también determinar quiénes y bajo qué condiciones pueden optar por este beneficio.

En años anteriores muchos, se han preguntado si existe una necesidad real de pasar a tecnologías de transmisión digital. Antes de poder decidirlo hay que tomar en cuenta los beneficios a nivel tecnológico. La calidad de imagen y servicios adicionales, que hemos mencionado anteriormente son el principal motor para impulsar el cambio. La necesidad de los usuarios finales por tener acceso a contenido en alta definición, hace que el proceso sea más que un simple capricho gubernamental. Sin duda existe un factor de interés por parte de los proveedores de contenido y televisoras, ya que los beneficios en temas de mercadeo hacen de este proyecto algo muy atractivo.

4 Conclusiones

Costa Rica enfrenta muchos retos, algunos técnicos otros económicos y sociales. Pero el proceso de migración a tecnologías de televisión digital debe ser realizado sin lugar a dudas. Dado lo lento de la implementación, es improbable que se logre alcanzar la fecha límite de 2017, ya que otros países que empezaron al

mismo tiempo se encuentran en un estado mucho más avanzado y todavía no han realizado el apagón analógico.

Debe encontrarse la forma de subvencionar el costo de las cajas decodificadoras ya sea con fondos públicos o en las empresas privadas interesadas en que sus mensajes lleguen a la totalidad de la población.

Una vez enfrentado este problema, es importante el aprovechamiento y explotación tecnológica que se le puede brindar al territorio costarricense sobre la TDT, ya que puede significar un salto importante a nuevas oportunidades de negocio. La información que se brinde sobre esta tendencia debe ser liderada por entidades educativas y publicidad en general para evitar un rechazo del público meta.

References

- Antioquía. (2007, Diciembre). Estimación preliminar del impacto económico en los usuarios finales durante la implementación de la televisión digital terrestre en Colombia. *ÁREA ECONÓMICA INFORME 002(33)*. Retrieved from <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/article/viewFile/7492/6897> [Citado en pág. 6.]
- Arguedas O, D. (2013, Junio). Ina liderará capacitación para sistema de televisión. Retrieved from http://nacion.com/archivo/INA-liderara-capacitacion-sistema-television_0_1345265520.html [Citado en pág. 10.]
- Chinavasion. (2014). Digital tv standards explained - atsc, dvb-t, isdb-t, dmb-t. *A List Of Digital Terrestrial Signals Used In Different Countries*. Retrieved from <https://www.chinavasion.com/digital-tv-explained.html> [Citado en pág. 7.]
- Committee, A. T. S. (2014). Annual report. *ATSC Members Companies*(12), 6. Retrieved from http://www.atsc.org/cms/pdf/ATSC_Annual_Report_2014_Digital_2.pdf [Citado en pág. 6.]
- Cortés, O. H., Sánchez, P. M., Alfaro, J. Q., & Romero, M. V. (2013a, Junio). Las nuevas tendencias de televisión en Costa Rica: Televisión digital abierta e iptv. *Sometido a la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica como requisito parcial para optar por el grado de: LICENCIADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA*, 115. [Citado en pág. 2.]
- Cortés, O. H., Sánchez, P. M., Alfaro, J. Q., & Romero, M. V. (2013b, Junio). Las nuevas tendencias de televisión en Costa Rica: Televisión digital abierta e iptv. *Sometido a la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica como requisito parcial para optar por el grado de: LICENCIADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA*(125), 18. [Citado en pág. 3.]
- DiBEG. (2014, Noviembre). Isdb-t launching country. (1), 1. Retrieved from <http://www.dibeg.org/world/world.html> [Citado en pág. 8.]

- DigitalTV. (2004). An introduction to digital terrestrial television (dtt) broadcasting. (2), 13. Retrieved from <http://www.digitaltv.gov.hk/consumer/pdf/DTT-PPT.pdf> [Citado en pág. 5.]
- Engineer, I. I. B. (2005). Dolby digital plus incorporated into atsc standard. *IBE: International Broadcast Engineer*, 6. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=18430619&lang=es&site=ehost-live> [Citado en pág. 6.]
- Joskowicz, J., Sotelo, R., & Durán, D. (2011). Sistema de transmisión isdb-t. (spanish). *Memoria de Trabajos de Difusión Científica y Technica*(9), 67 - 77. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=82204278&lang=es&site=ehost-live> [Citado en pág. 8.]
- Lara, J. F. (2014, Abril). Decreto ejecutivo asignó frecuencia digital 13.1 a sistema nacional de radio y televisión (sinart). *Canal 13 recibe frecuencia para transmitir televisión digital e iniciar pruebas técnicas*. Retrieved from http://nacion.com/tecnologia/Canal_13-Sinart-Television_Digital-pruebas-frecuencia_0_1411459019.html [Citado en pág. 10.]
- MICITT/33058-006-MGP. (2013, Junio). Televisión digital - el espectro radioeléctrico. *El Espectro Radioeléctrico*(2), 16. Retrieved from <http://www.telecom.go.cr/index.php/presentaciones/telecom/television-digital/presentaciones/el-espectro-radioelectrico-tvd-pdf/detail> [Citado en pág. 9.]
- MICITT/33058-G. (2013, Junio). Televisión digital - el espectro radioeléctrico. *El Espectro Radioeléctrico*(2), 18. Retrieved from <http://www.telecom.go.cr/index.php/presentaciones/telecom/television-digital/presentaciones/el-espectro-radioelectrico-tvd-pdf/detail> [Citado en pág. 9.]
- Microsoft. (2014). Working with live and recorded tv. *Electronic Program Guide*. Retrieved from <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/bb189103.aspx> [Citado en pág. 4.]
- MINAET. (2013, Febrero). Reglamento para la transición a la televisión digital terrestre en costa rica. *Decreto Ejecutivo N 36774-MINAET*(24), 2. [Citado en pág. 3.]
- MINAET, & MICITT. (2009, Mayo). Plan nacional de desarrollo de las telecomunicaciones 2009-2014. *Costa Rica: un país en la senda digital*(59), 98. Retrieved from <http://www.telecom.go.cr/index.php/plan-nacional-de-desarrollo/telecom/publicaciones/pndt/plan-nacional-de-desarrollo-de-las-telecomunicaciones-2009-2014/detail> [Citado en pág. 9.]
- Nair, R., Augustine, A., & Antony, F. (2013). Isdb-tb redefining viewers experience. *Providing Cost-Effective, High-Quality Digital TV Experience for Third World Countries*(10), 6. Retrieved from <http://www.wipro.com/Documents/ISDB-Tb-redefining-viewers-experience.pdf> [Citado en pág. 8.]
- Sotelo, R., Durán, D., & Joskowicz, J. (2011). Sistema de transmisión isdb-

t. (spanish). *Memoria de Trabajos de Difusión Científica y Technica*(9), 67 - 77. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=82204278&lang=es&site=ehost-live>

[Citado en pág. 7.]

Trujillo, M. (2013). An overview on the standard of digital video broadcasting – terrestrial. *Ingeniería y Competitividad*, 15(1), 37 - 47. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=90376169&lang=es&site=ehost-live>

[Citado en pág. 6.]

UCR, & PROSIC. (2011). Hacia la sociedad de la información y el conocimiento en costa rica. *LA TELEVISIÓN DIGITAL EN COSTA RICA*(37), 2. Retrieved from http://www.prosic.ucr.ac.cr/sites/default/files/documentos/capitulo.6_0.pdf

[Citado en pág. 4.]

Universal, E. (2010, Enero). Hoy se enciende la senal digital de la televisión pública en colombia. , 1. Retrieved from <http://www.eluniversal.com.co/hoy-se-enciende-la-senal-digital-de-la-television-publica-en-colombia>

[Citado en pág. 6.]

Yong Ju Lee¹, d., Jeongil Seo¹, s., Seungkwon Beack¹, s., Daeyoung Jang¹, d., Kyeongok Kang¹, k., Jinwoong Kim¹, j., & Jin Woo Hong¹, j. (2009). Design and development of t-dmb multichannel audio service system based on spatial audio coding. *ETRI Journal*, 31(4), 365 - 375. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aci&AN=43659906&lang=es&site=eds-live>

[Citado en pág. 7.]