

INFORME N° 460608

Servicio : INFORME SOBRE PRUEBAS DE CAMPO DE TELEVISION DIGITAL

Solicitado por : Subsecretaría de Telecomunicaciones

RUT : 60.513.000-3

Dirección : Amunátegui 139, Santiago

Atención : Cristián Núñez Pacheco
Jefe División Política Regulatoria y Estudios

Elaborado por : Área de Servicios Eléctricos de DICTUC, de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Antecedentes : A solicitud de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, DICTUC efectuó pruebas de campo de transmisiones de distintos estándares de televisión digital terrestre.

Resultados : Según detalle adjunto.



Ing. Vladimir Marianov Ph.D.

Ing. Christian Oberli, Ph.D.

Ing. Miguel Ríos, Ph.D.

Stgo., 6 de diciembre de 2007

"La información contenida en el presente informe o certificado constituye el resultado de un ensayo, calibración o inspección técnica específica acotado únicamente a las piezas, partes, instrumentos o patrones o procesos analizados, lo que en ningún caso permite al solicitante afirmar que sus productos han sido "certificados por DICTUC", ni reproducir en ninguna forma el logo, nombre o marca registrada de DICTUC, salvo que exista una autorización previa y por escrito de DICTUC."



INTRODUCCION

Las pruebas realizadas tuvieron dos objetivos. En primer lugar, verificar si todos los estándares bajo consideración son capaces de transmitir programación en alta definición en condiciones prácticas. En segundo lugar, esclarecer de la manera más precisa posible el comportamiento de los tres estándares bajo estudio, desde el punto de vista de lo que un usuario promedio de televisión digital terrestre percibiría.

Las pruebas se realizaron entre el 23 de Octubre y el 24 de Noviembre de 2007 e incluyeron mediciones en 58 puntos exteriores (localizados “al aire libre” y con una antena elevada, de tipo comercial) y 41 puntos interiores (localizados en el interior de viviendas y con antenas de interiores, también de tipo comercial). Estos puntos estaban localizados a distancias de entre 3 y 46 Km medidos desde la antena transmisora, ubicada en el cerro San Cristóbal. Las transmisiones fueron realizadas en el canal 30 de la banda UHF. La mayoría de los puntos estaban ubicados sobre circunferencias a distancias de 3, 6, 9 y 12 Km de radio. La potencia de transmisión fue de 1 kW, radiada omnidireccionalmente, con un diagrama de radiación conocido, que se adjunta en anexos. También en anexos se incluye una descripción de los materiales y métodos utilizados

Las pruebas debían seguir el protocolo definido por la Subsecretaría de Telecomunicaciones. Dada la disponibilidad de equipamiento y la imposibilidad de contar con algunos elementos y dispositivos en el plazo y presupuesto previstos por la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) para estas pruebas, se debió realizar algunos ajustes a la metodología. Ello se hizo siempre cuidando que dichos ajustes no alteraran el comportamiento de ningún estándar en especial, ni que generaran sesgos en favor o en contra de uno u otro estándar. No obstante los ajustes, los resultados de las mediciones son válidos como elemento de evaluación de los estándares. En efecto, durante la realización de las pruebas, DICTUC no recibió comentarios negativos por parte de los veedores independientes invitados por SUBTEL, o de cualquier otro observador.

Se presenta en este documento un análisis de las mediciones.



VALIDEZ DE LOS ESTANDARES

Como observación general, se pudo comprobar que los tres estándares cumplen las condiciones técnicas de recepción fija, lo que resulta evidente dado que los tres estándares operan comercialmente en diversos países del mundo. Ello se evidencia, por ejemplo, en el hecho que todos los estándares permiten una recepción calificada de “buena” o “excelente”, en exteriores, en al menos un 80% de los puntos de medición. En interiores, este porcentaje disminuye, para los tres estándares, a un 60%. La disparidad entre interiores y exteriores es esperable, pues se trata de transmisiones de baja potencia (menor a la utilizada comercialmente), con una antena interior de ganancia menor que la correspondiente a la antena exterior, y cuya recepción en los puntos exteriores fue mayoritariamente con línea de vista, mientras que para puntos interiores fue sin línea de vista.

Las diferencias relativas encontradas entre estándares se analizan en la sección siguiente de este documento.

ANALISIS DE COMPORTAMIENTO

Datos

Los datos analizados a continuación corresponden a los siguientes:

- Localización geográfica de cada punto
- Nivel de señal recibido para cada estándar
- Nivel de ruido agregado a la señal para llevar la recepción al umbral de visibilidad (TOV, sólo medido en aquellos casos en que la recepción fue exitosa previo a agregar ruido)
- Votos cualitativos e independientes de tres evaluadores¹, para cada estándar, separadamente para audio y video. En exteriores, el universo de votos es de 174 para video y 174 para audio (3 votos para cada uno de 58 puntos). En interiores, la cifra es de 123 para ambas señales (3 votos para cada uno de 41 puntos).
- Comentarios cualitativos que captan detalles relevantes sobre cada punto de medición, y que no hayan sido registrados de otra forma.

¹ •Esta evaluación corresponde a la calidad subjetiva de la imagen, determinada independientemente por cada uno de los evaluadores de acuerdo a la Tabla 1 del documento ESPECIFICACIONES Y PROTOCOLO PARA LAS PRUEBAS DE CAMPO DE LOS ESTANDARES DE TELEVISION DIGITAL TERRESTRE EN CHILE



Análisis de votación

Las tablas siguientes resumen la votación correspondiente a la calidad de video, destacándose en cada categoría el estándar que recibió la mayor cantidad de votos.

Votación-Exterior Video (174 votos)	ATSC	DVB-T	ISDB-T
Excelente	138 (79,3%)	141 (81,0%)	144 (82,8%)
Buena	3 (1,7%)	0	6 (3,4%)
Suficiente	3 (1,7%)	3 (1,7%)	2 (1,1%)
Pobre	0	6 (3,4%)	1 (0,6%)
Mala	30 (17,2%)	24 (13,8%)	21 (12,1%)

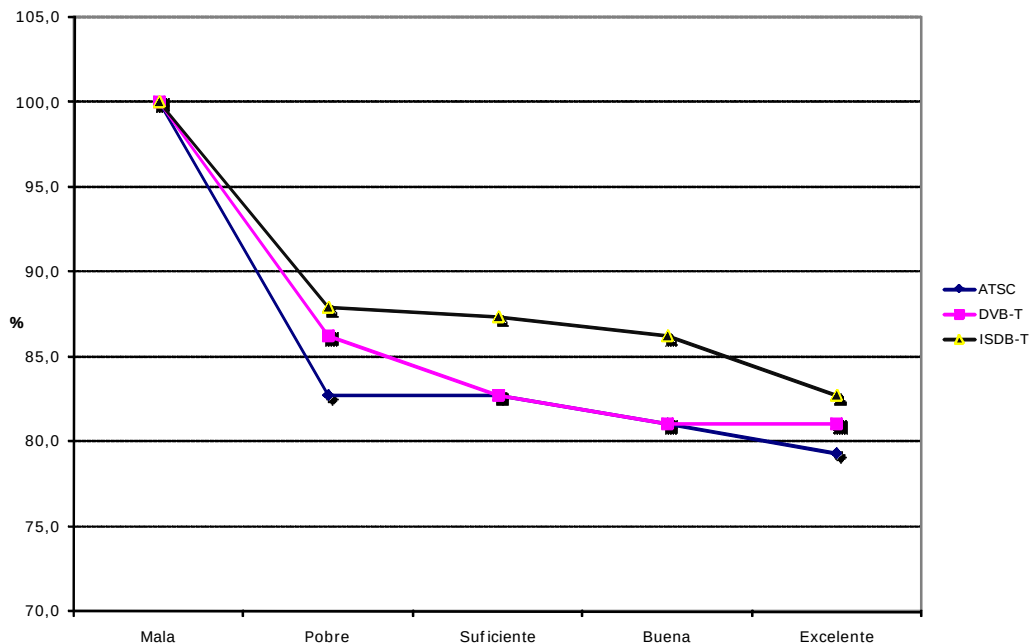
Votación-Interior Video (123 votos)	ATSC	DVB-T	ISDB-T
Excelente	57 (46,3%)	51 (41,5%)	74 (60,2%)
Buena	16 (13,0%)	24 (19,5%)	12 (9,8%)
Suficiente	11 (8,9%)	4 (3,3%)	10 (8,1%)
Pobre	9 (7,3%)	14 (11,4%)	3 (2,4%)
Mala	30 (24,4%)	30 (24,4%)	24 (19,5%)

Los datos de las tablas anteriores, así como los resultados correspondientes a calidad de audio, se presentan en los 4 gráficos que siguen, como porcentaje acumulativo de votos, es decir, se indica cuantos puntos de medición obtuvieron una evaluación igual o superior a cada uno de los cinco niveles de calidad. Por ejemplo, en el primero de los gráficos (exterior, video), un 86,2% de los puntos recibió evaluación buena o excelente en el caso del estándar ISDB-T, mientras que en el caso de los estándares DVB-T y ATSC, la cifra fue de 81%. En exteriores, la recepción es razonablemente buena para los tres estándares, destacando el estándar ISDB-T tanto en audio como en video. En interiores, la calidad de recepción de todos los estándares es menor, pudiendo notarse sin embargo que ISDB-T mantiene una mejor votación en términos de lugares con recepción excelente, tanto en audio como en video. Se puede observar que en todos los casos –interiores, exteriores, audio, video- el estándar ISDB-T tiene una mejor evaluación que DVB-T y ATSC. Ello, por cuanto la curva correspondiente a ISDB-T siempre está por sobre las demás.

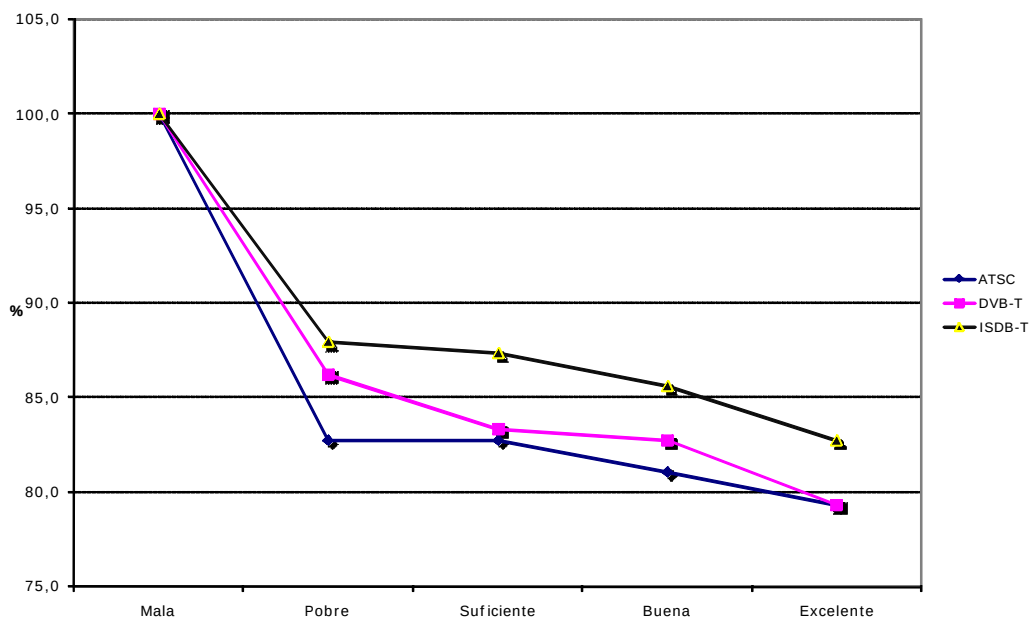
En exteriores el estándar DVB-T muestra una ligera superioridad sobre el estándar ATSC. En interiores, ambos estándares se comportan de manera muy parecida. Sin embargo, las anotaciones cualitativas registradas para cada punto de medición indican una mayor robustez de DVB-T frente al movimiento de personas o vehículos en las cercanías de las mediciones. Este aspecto se discute con más detalle en la sección siguiente.



Porcentaje de puntos exteriores en que el video recibió una evaluación igual o superior a la indicada

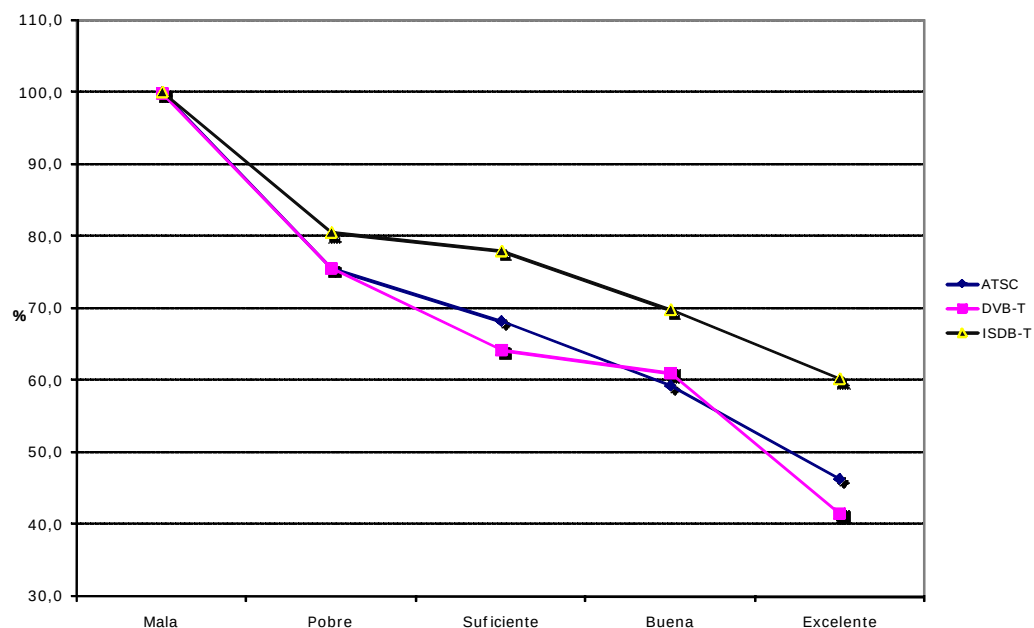


Porcentaje de puntos exteriores en que el audio recibió una evaluación igual o superior a la indicada

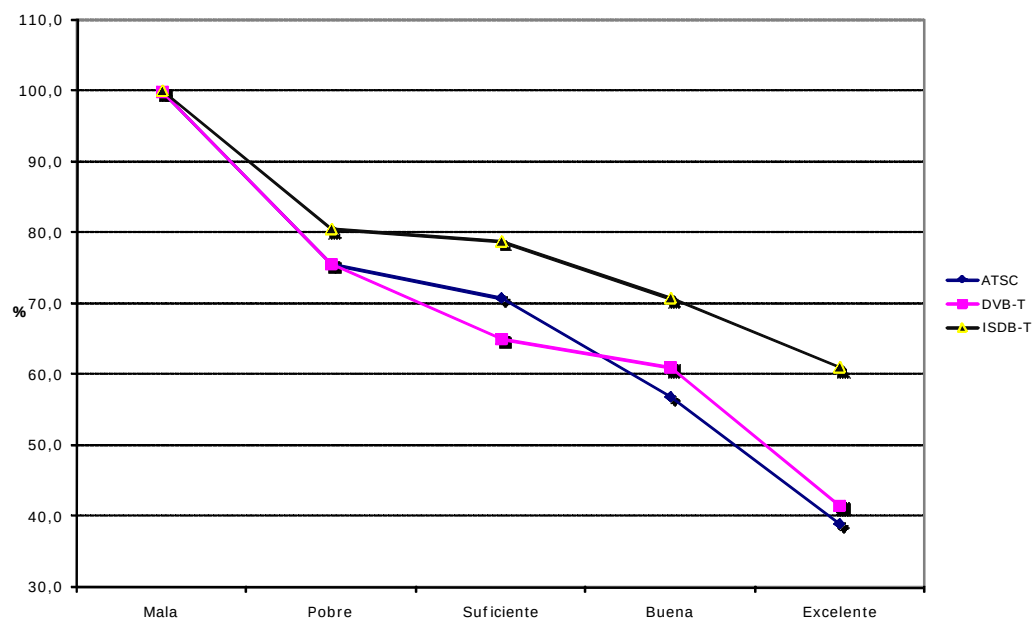




Porcentaje de puntos interiores en que el video recibió una evaluación igual o superior a la indicada



Porcentaje de puntos interiores en que el audio recibió una evaluación igual o superior a la indicada





Medición del umbral de visibilidad (TOV)

Durante las pruebas se midió, de acuerdo al protocolo de pruebas, la razón señal a ruido en el umbral de visibilidad (TOV). Los resultados se presentan en la tabla siguiente. Cabe destacar que las débiles potencias de recepción en ambientes interiores impidieron, en la mayoría de los casos, medir el nivel de ruido (por alcanzarse los umbrales de la instrumentación utilizada), lo cual a su vez impide calcular un valor de TOV estadísticamente representativo. En algunas de las mediciones exteriores, también se presentó el mismo fenómeno. Ello también hace que los valores de TOV representados en la tabla sean distintos a los valores teóricos. Por ello, en la tabla sólo se presenta el valor promedio de TOV medido en puntos exteriores.

	ATSC	DVB-T	ISDB-T
Valor promedio TOV	15,86 dB	16,93 dB	17,11 dB

Es interesante observar que las razones señal a ruido medidas en el umbral de receptibilidad mantienen el orden predicho por la teoría, aunque con menores diferencias relativas. Nótese, sin embargo, que contrario a lo esperado teóricamente, la calidad de la recepción (evidenciada por el análisis de las votaciones presentado más arriba), y por ende la cobertura, no es función directa de dicha razón señal a ruido. Esto sugiere que hay otros aspectos relevantes en las transmisiones que son fundamentales para la robustez de la recepción, tales como densidad de tonos pilotos (mejora la calidad de sincronización y estimación de canal), número de capas de entrelazado, etc.

Análisis de comentarios cualitativos registrados en la ficha de evaluación.

En general, los comentarios sobre puntos exteriores se refieren a la calidad de la recepción durante un período mayor al de la grabación o votación propiamente tal. En interiores, la mayor parte de los comentarios se refieren al efecto del movimiento de vehículos en el exterior y/o personas en el recinto en el cual se realizó la medición, también en períodos mayores, puesto que las mediciones se realizaron evitando en la medida de lo posible, la presencia de movimiento en las cercanías.

La siguiente tabla muestra una clasificación de los comentarios cualitativos registrados. En la tabla se manifiesta cuando un estándar se comporta peor que los demás, cuando es el segundo en calidad (intermedio) y cuando hay comentarios menores respecto de la calidad. Sólo se ha considerado comentarios que destacan diferencias entre los tres estándares.



	ATSC	DVB-T	ISDB-T
Exterior	7 casos en que es peor	1 caso en que es peor 3 casos en que es intermedio	2 problemas menores
Interior	13 casos en que es peor 2 casos en que es intermedio	8 casos en que es peor 3 en que es intermedio 1 problemas menor	3 casos en que es peor 1 caso en que es intermedio 2 problemas menores

Aún cuando los tres estándares califican técnicamente para proporcionar el medio de transmisión de las señales comerciales, la tabla nuevamente revela superioridad técnica del estándar ISDB-T sobre los demás, por haber presentado menos problemas relacionados con estabilidad y calidad de la recepción. Por otra parte, el estándar DVB-T es también superior al estándar ATSC en este aspecto, superioridad que no aparece en las votaciones, puesto que éstas fueron realizadas cuidando que, en lo posible, no hubiese movimiento de personas en el lugar mientras se realizaba la prueba de votación.

CONSIDERACIONES ADICIONALES

Tasa de datos en cada estándar y configuración óptima de las transmisiones

Puesto que el estándar ATSC transmite una tasa de datos fija, el protocolo de mediciones estableció que se debía configurar los modos de transmisión de los estándares DVB-T e ISDB-T de tal modo que sus tasas de datos transmitidas fueran lo más cercanas posible a la tasa de datos de ATSC (19,39 Mbps).

Ello genera dos problemas. En primer lugar, esto implica que no necesariamente se usaron las configuraciones óptimas de transmisión para los estándares que utilizan modulación OFDM (ISDB-T y DVB-T). Tal vez se podría haber seleccionado tasas distintas, que también permitan transmisión de programas de alta definición, pero con mayor robustez. Así, el comportamiento de los estándares basados en modulación OFDM (ISDB-T y DVB-T) podría mejorar en las transmisiones comerciales.

Aún más, las configuraciones óptimas de las transmisiones de los estándares basados en OFDM dependen, entre otros aspectos, de los tamaños de las áreas o regiones a ser cubiertas en las transmisiones. Ello implica que, por ejemplo, son distintas las configuraciones óptimas para Santiago que para una localidad pequeña. En las pruebas



realizadas, no se exploraron las ventajas de esta facilidad de configuración de los estándares basados en OFDM.

En segundo lugar, en los estándares ISDB-T y DVB-T sólo es posible aproximarse a la tasa de ATSC, lográndose 19,33 Mbps para el estándar ISDB-T y 19,76 Mbps en el caso de DVB-T. Esto puso a DVB-T en cierta desventaja para efecto de los resultados de las pruebas. Esta desventaja no es objetivamente cuantificable en cuanto a su efecto sobre las pruebas de campo, y en ningún caso podría traducirse en una modificación de las conclusiones de éstas. Lo que sí se puede deducir es que si se hubiese usado una tasa más baja tanto para DVB-T como para ISDB-T, manteniendo siempre la capacidad de transmitir alta definición (por ejemplo, en Japón se utiliza una tasa total, para alta definición, de aproximadamente 17,3 Mbps, incluyendo aproximadamente 420 kbps para transmisión a portátiles), entonces ambas transmisiones habrían sido al menos tan robustas como se observó, y probablemente más.

De los argumentos anteriores se desprende que si se configura los estándares basados en OFDM óptimamente con la restricción que el *servicio* entregado por los tres estándares sea similar (es decir, transmisión de contenido de alta definición), en vez de configurarlos para entregar una *tasa de datos* similar, sin duda que los estándares basados en OFDM mejorarían su desempeño relativo a ATSC.

Baja potencia de transmisión utilizada

La baja potencia que debió ser utilizada en las pruebas (1 kW) puede haber causado que rebotes lejanos y débiles (mayores retardos y menor energía) se pierdan bajo el ruido térmico de los receptores. Esto impide medir la robustez de los estándares bajo condiciones de rebotes lejanos como ocurriría en transmisiones comerciales de mayor potencia. La teoría sugiere que los estándares basados en OFDM se comportarían mejor ante estos rebotes.

Movilidad

Si bien el protocolo de pruebas indicaba la realización de ensayos de recepción bajo condiciones de movilidad, éstas no fueron realizadas, puesto que con la potencia de transmisión, los parámetros de modulación y los equipos receptores con que se contaba no eran los adecuados para una prueba de esta naturaleza.



Síntesis

En síntesis, las condiciones en las cuales fueron hechas las pruebas son distintas a las condiciones de transmisiones comerciales, principalmente en lo que se refiere a la potencia de transmisión y optimización de las configuraciones de transmisión de dos de los estándares y movilidad. Ello permite deducir que, en la práctica, podría haber mayores ventajas comparativas de los estándares basados en OFDM.

También es apropiado mencionar que los resultados de las pruebas son consistentes con aquellos obtenidos en pruebas similares realizadas en otros países (como las de Brasil).

Los detalles completos de los datos recolectados en las pruebas se incluyen en los anexos.

CONCLUSIONES

Del análisis presentado sobre las pruebas de campo, se concluye que para la recepción fija de televisión digital:

- Los tres estándares muestran condiciones razonablemente adecuadas para las transmisiones de televisión digital en alta definición. Por ello, se recomienda no descartar técnicamente a ninguno de ellos y
- El estándar ISDB-T muestra ventajas comparativas de desempeño sobre los estándares ATSC y DVB-T, mostrando éste último un desempeño ligeramente superior al de ATSC, evidenciado en observaciones cualitativas realizadas en terreno.
- Los resultados obtenidos en las pruebas, referidos a los estándares basados en tecnología OFDM (ISDB-T y DVB-T) deberían evidenciar mejorías en las transmisiones comerciales, al aprovecharse su facilidad de configuración.

Finalmente, cabe señalar que este informe se limita sólo a evaluar las condiciones técnicas en que los estándares considerados se comportaron en las pruebas de terreno de recepción fija y, por tanto, no considera otros aspectos que pueden ser también importantes para la decisión final del estándar.