

Análisis de las mejores prácticas y comparación con valores teóricos de los niveles de recepción RF de una señal de TDT.

Thelmo Gustavo Jarrín Rodríguez ⁽¹⁾, Kelvin Iván Ponce Pineda ⁽²⁾, Msc. Cesar Yépez Flores ⁽³⁾.
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC).
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral.
Apartado 09-01-5863. Guayaquil – Ecuador.
Gustavo7j@gmail.com⁽¹⁾, kelvinponce@gmail.com⁽²⁾, cyeppez@espol.edu.ec⁽³⁾

Resumen

El presente estudio es una contribución a los conocimientos técnicos sobre los métodos de medición de campo eléctrico de señales de televisión digital terrestre con el estándar ISDBT-b para la ciudad de Guayaquil, tomando en consideración sus características en receptores fijos y móviles, y realizando un contraste de resultados de las mediciones reales frente a predicciones utilizando los modelos de propagación Okumura – Hata y la recomendación UIT-R P.1546-5 desarrollando el análisis cubriendo los lugares más importantes de la ciudad de Guayaquil, permitiendo llegar a establecer recomendaciones para las mejores prácticas a realizar para una cobertura de Televisión Digital Terrestre.

Palabras Claves: TDT, Televisión Digital Terrestre, cobertura, propagación, okmura, hata, UIT, isdbt.

Abstract

The following research is a contribution to the Technical Knowledge About Methods of Measurement of electric field of digital terrestrial television with Standard ISDBT - b for Guayaquil , Taking into consideration the Features in fixed and mobile Receivers , and by contrasting results of real measurements Facing Predictions using propagation models Okumura - Hata and Recommendation ITU - R P.1546-5 Developing the analysis covering the most important places of Guayaquil, allowing Getting to establish Best Practices Recommendations to Perform for a digital terrestrial television coverage .

Keywords: DTV, Digital Terrestrial Television, Coverage, propagation, okumura, hata, ITU, isdbt.

1. Introducción

La Televisión Digital Terrestre por sus siglas TDT, es la tecnología entrante al Ecuador y todo el mundo cuyo objetivo es mejorar considerablemente la calidad de contenido y servicio de la televisión abierta, teniendo como principio la codificación digital de la señal para su transmisión. El Ecuador adopto el estándar Japonés – Brasileño ISDBT-b en el 2010 basado en el estudio técnico y económico que demostró la aplicabilidad de dicho estándar frente a los utilizados en otros países. En el 2011 se empezaron a otorgar frecuencias temporales para los canales que cumplían los requisitos mínimos de transmisión, actualmente se está elaborando un marco regulatorio para TDT y se ha programado que a finales del 2016 empiece el apagón analógico que será ejecutado en escalas de jerarquías económicas y geográficas, empezando por las ciudades más importantes continuando periódicamente con el resto de ciudades.

La metodología utilizada implementa dos procedimientos reales que consisten en mediciones en puntos fijos y mediciones en movimiento, posteriormente se realizaron predicciones con un software de simulación, el cuál empleó los dos modelos de propagación antes mencionados cuyos resultados fueron contrastados con las mediciones reales obteniendo información que permite finalmente tomar una decisión para establecer la mejor práctica para realizar coberturas de Televisión Digital Terrestre en Guayaquil, siendo objeto de estudio los canales Ecuavisa, RTS y TC, con sus frecuencias centrales de: 527.1428 MHz, 539.1428 MHz y 563.1428 MHz respectivamente.

2. Mediciones Reales en puntos fijos

Cuando se requieren analizar puntos de alto interés de cobertura, se los somete a una medición especial que nos entregan datos de alta confianza, imprescindibles para la toma de decisiones.

La metodología a usa es la llamada de los 4 puntos la cual consiste en realizar mediciones en los vértices de un cuadrado con lados de longitud 10λ , el objetivo de estas mediciones es hallar una correlación entre los cuatro puntos con respecto a un punto central en el cuadrado para poder reducir el porcentaje de incertidumbre de la medición

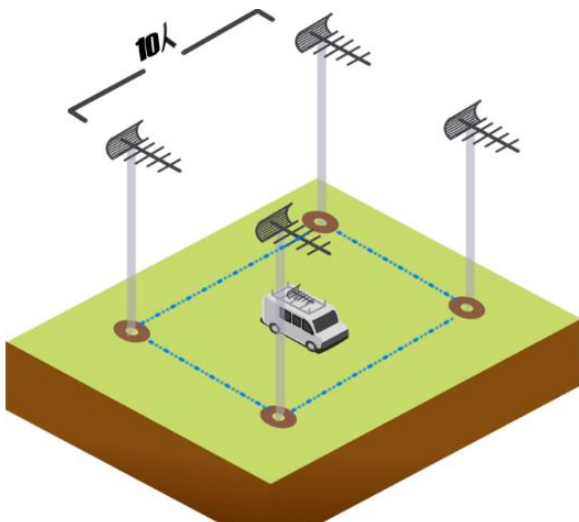


Figura 1: Método de los puntos fijos.

Se seleccionaron 8 puntos de gran interés por su zona geográfica relieves y acondicionamientos adecuados para el estudio, los cuales describiremos a continuación:

Tabla 1: Geolocalización de puntos fijos

Puntos Fijos			
Ciudad: Guayaquil			
No	Coordenadas en decimales		Lugar
	Latitud	Longitud	
1	-2.16552	-79.9367	Cdla. Los Ceibos
2	-2.25648	-79.8771	Guasmo central
3	-2.14896	-79.8975	Supertel,
4	-2.19924	-79.9101	11 y Maldonado
5	-2.11941	-79.9518	Entrada de la 8
6	-2.18734	-79.9611	Vía a la Costa
7	-2.18530	-79.8765	Imax
8	-2.11695	-79.8938	Guayacanes

Luego de haber realizado las mediciones en los puntos previamente descritos, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2: Mediciones Puntos fijos Ecuavisa

MEDICIONES EN PUNTOS FIJOS ECUAVISA					
No	INTENSIDAD DE CAMPO(dBuV/m)				Media
	P1	P2	P3	P4	
1	46.81	46.51	46.80	46.77	46.72
2	56.08	53.77	56.08	56.09	55.5
3	99.8	1004	100.2	100.8	100.3
4	77.33	77.03	77.11	77.11	77.15
5	63.45	63.23	63.22	63.51	63.35
6	48.34	48.32	48.32	48.34	48.33
7	74.63	74.73	74.7	74.47	74.47
8	77.37	77.58	77.45	77.32	77.43

Tabla 3: Mediciones Puntos fijos RTS

MEDICIONES EN PUNTOS FIJOS ECUAVISA					
No	INTENSIDAD DE CAMPO(dBuV/m)				Media
	P1	P2	P3	P4	
1	47.96	47.83	47.94	47.92	47.91
2	67.78	67.88	67.72	67.66	67.76
3	102.1	101.9	102.3	102.5	102.2
4	78.38	78.39	78.33	78.40	78.38
5	65.83	65.91	65.89	65.96	65.89
6	46.72	46.68	46.82	46.82	46.76
7	75.24	74.84	74.63	74.89	74.69
8	75.7	75.8	75.4	75.5	75.6

Tabla 4: Mediciones Puntos fijos TC

MEDICIONES EN PUNTOS FIJOS ECUAVISA					
No	INTENSIDAD DE CAMPO(dBuV/m)				Media
	P1	P2	P3	P4	
1	46.09	46.14	46.18	46.31	46.18
2	63.71	63.58	63.61	63.71	65.25
3	78.20	78.60	78.10	77.90	78.20
4	73.86	73.74	73.82	73.77	73.79
5	64.59	64.51	64.77	64.04	64.47
6	36.9	44.94	44.94	44.94	42.93
7	70.39	70.34	69.93	70.58	70.31
8	75.50	75.30	74.80	74.90	75.10

3. Mediciones Reales en Drive Test

El método de mediciones reales en movimiento se denomina Drive Test, es utilizado para mediciones de servicios de telecomunicaciones con características móviles, en el presente estudio se lo emplea para realizar mediciones de cobertura en diversos sitios de la ciudad de Guayaquil de tal forma que se cubran lugares de difícil

acceso o de difícil establecimiento de estación de monitoreo conocidos como sectores urbanos y suburbanos, siguiendo los parámetros indicados en el manual técnico para el cálculo de Intensidad de campo de campo eléctrico, desarrollado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones por sus siglas UIT, en la Televisión Digital fue utilizado para medir su campo eléctrico a lo largo de dos recorridos mixtos:

Recorrido 1 :

- Ave. Francisco de Orellana.
- Vía Perimetral.
- Ave. 25 de julio.
- Ave. Quito.
- Ave. Jaime Roldos Aguilera.
- Ave. Juan Tancamarengo.



Figura 2: Recorrido 1 de Drive Test.

Recorrido 2:

- Ave. Francisco de Orellana.
- Ave. Juan Tancamarengo.
- Ave. Machala.
- Ave. Portete.
- Ave. Eloy Alfaro.
- Ave. Venezuela.
- Ave. Malecón.
- Ave. Plaza Dañin.

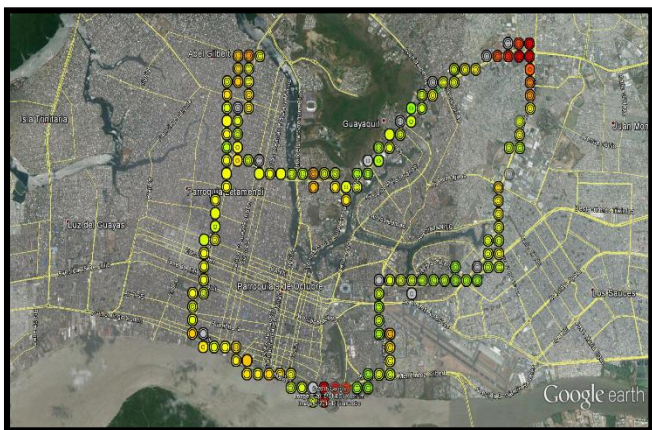


Figura 3: Recorrido 2 de Drive Test.

Para el primer recorrido se evidencia que los sitios críticos se encuentran en su peor caso en la Vía Perimetral llegando a umbrales cercanos al 40 [dBuV/m] siendo su razón la ubicación del cerro Azul el cual impide la línea de vista entre la zona que rodea a la vía y el transmisor ubicado en el Cerro del Carmen.

El mejor caso presentado por el primer recorrido se encuentra en la ave. Francisco de Orellana, una pista cuya longitud, en su mayoría tiene línea de vista con el transmisor de los canales de estudio.

En el segundo recorrido se presentaron los puntos críticos en los siguientes lugares: El peor caso ocurrió en la desviación del puente de prosperina desde la francisco de Orellana hacia la vía a Daule en la que se mostraron niveles de campo eléctrico en el orden de los 42 [dBuV/m], mientras que el mejor caso resulta distribuido en el recorrido de la ave. Plaza Dañin hasta la Ave. Francisco de Orellana en las cuales la línea de vista es mucho más evidente desde el Transmisor hasta los puntos de este tramo de recorrido.

4. Resultados Reales vs Predicciones para Puntos Fijos.

Cada resultado que se obtuvo con las mediciones de la metodología de puntos fijos se puede comparar con predicciones punto a punto del simulados ICS Telecom, obteniendo variaciones de valores, que nos muestran que tan cerca está la predicción de la realidad.

Las siguientes tablas mostrara cuan acertados o no fueron las simulaciones con respecto a las mediciones de los puntos reales.

Tabla 5: Resumen Puntos fijos Ecuavisa

Ecuavisa					
No	Predicción			Delta	
	Real	Okumura Hata	UIT-R P.1546	Real vs Okumura-Hata	Real vs UIT-R P.1546
	[dBuV/m]				
1	55.50	59.80	64.50	4.30	9.00
2	63.35	51.80	64.60	11.55	1.25
3	77.43	63.50	78.00	13.93	0.57
4	46.72	41.50	53.40	5.22	6.68
5	74.47	70.30	77.30	4.17	2.83
6	77.14	60.30	79.30	16.84	2.16
7	48.30	43.50	47.50	4.80	0.80
8	100.30	82.80	101.90	17.50	1.60

Tabla 6: Resumen Puntos fijos RTS

Ecuavisa					
No	Predicción			Delta	
	Real	Okumura Hata	UIT-R P.1546	Real vs Okumura-Hata	Real vs UIT-R P.1546
	[dBuV/m]				
1	67.76	64.50	72.80	3.26	5.04
2	65.89	57.40	65.00	8.49	0.89
3	75.60	69.60	72.30	6.0	3.30
4	47.91	41.70	52.90	6.21	4.99
5	74.69	79.90	73.80	5.21	0.89
6	78.37	77.40	86.40	0.97	8.03
7	46.76	49.40	51.50	2.64	4.74
8	102.20	85.30	105.30	16.90	3.10

Tabla 7: Resumen Puntos fijos TC

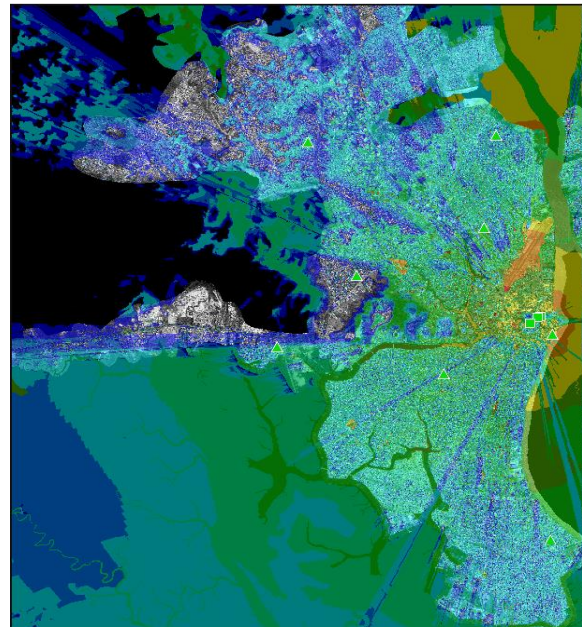
TC					
No	Predicción			Delta	
	Real	Okumura Hata	UIT-R P.1546	Real vs Okumura-Hata	Real vs UIT-R P.1546
	[dBuV/m]				
1	63.50	69.10	64.70	5.60	1.20
2	64.47	68.20	65.50	3.73	1.03
3	75.10	77.40	72.30	2.30	2.80
4	46.18	48.80	47.40	2.62	1.22
5	70.31	79.10	74.20	8.79	3.89
6	73.79	66.50	72.60	7.29	1.19
7	42.93	47.50	43.70	4.57	0.77
8	78.20	84.80	77.80	6.60	0.40

Para las mediciones en puntos fijos, se registra un mayor índice de incertidumbre al momento de realizar el análisis comparativo entre la cobertura real y la de predicción en donde se tiene que, los resultados presentados por el modelo Okumura – Hata son menos aproximados a los reales cuando estos puntos son a pequeñas distancias de 0 a 5 Kilómetros en los que se obtuvieron valores con deltas de hasta 17.50 [dBuV/m] como lo es el caso de Ecuavisa con la medición realizada en la explanada del IMAX , pero la diferencia decrece cuando se realizaron las comparaciones en puntos más lejanos en los que se tenían variaciones como en Ceibos que se obtuvo 6.21 [dBuV/m] de diferencia.

Con la recomendación UIT-R P.1546 presenta un alto desempeño para puntos tal como se aprecia en los resultados en los que para Ecuavisa encontramos los valores de diferencia más altos en el Guasmo Central , esto se debe a que dentro de la simulación, ese punto se veía muy afectado por la incertidumbre del GPS, mientras que para el resto de puntos en Todos los canales encontramos valores diferenciales incluso menores a 1, lo que nos garantiza una alta fidelidad al momento de utilizar la recomendación, lo que indica que para predicciones en puntos fijos se debe utilizar UIT-R P.1546 debido a su alta complejidad y certeza en medición.

5. Resultados Reales vs Predicciones para Drive Test

Para realizar la predicción de cobertura en este estudio, se utilizó el software de simulación ICS Telecom pro v.12, se recopiló información sobre las características del sistema radiante de cada uno de los canales de estudio, tanto de transmisor como de antenas para luego ser creados en simulador y proyectada su cobertura con los modelos de propagación Okumura- Hata y la recomendación UIT-R P.1546 obteniendo los siguientes resultados:

**Figura 4:** Simulación Ecuavisa con Okumura - Hata.

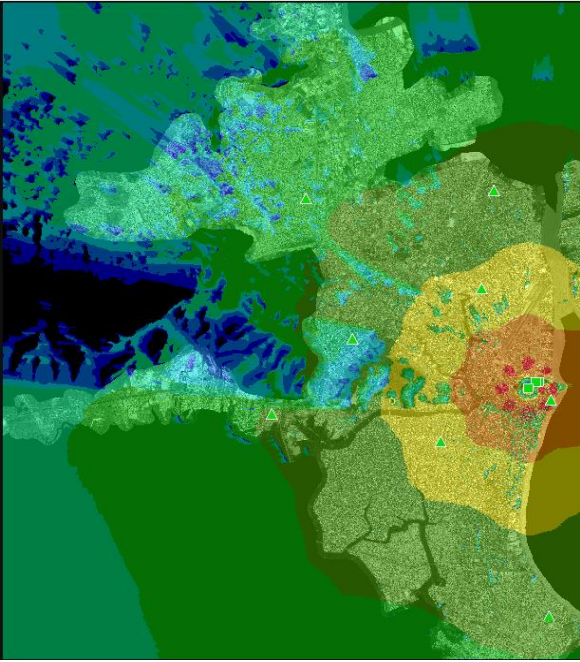


Figura 5: Simulación Ecuavisa con UIT-R P.1546.

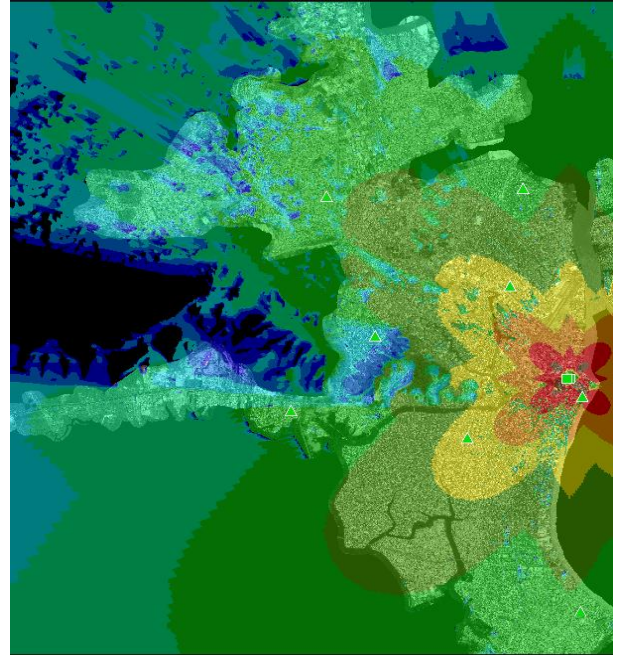


Figura 7 : Simulación RTS con UIT-R P.1546.

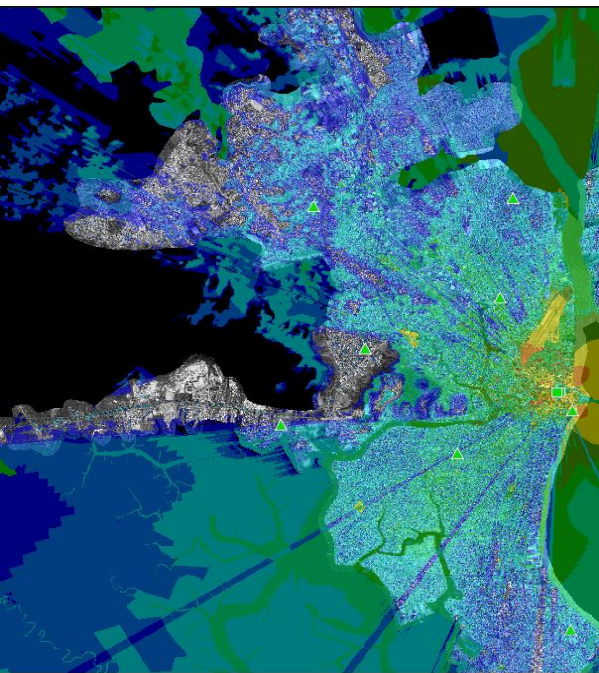


Figura 6 : Simulación RTS con Okumura - Hata.

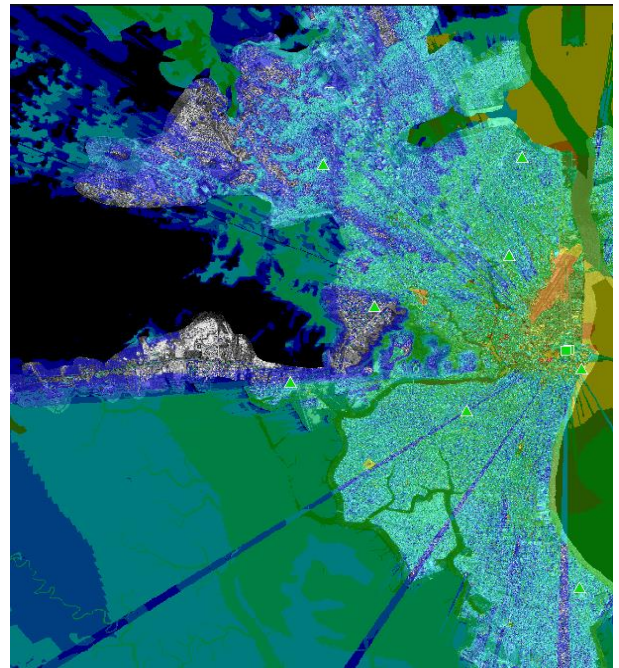


Figura 8: Simulación TC con Okumura - Hata.

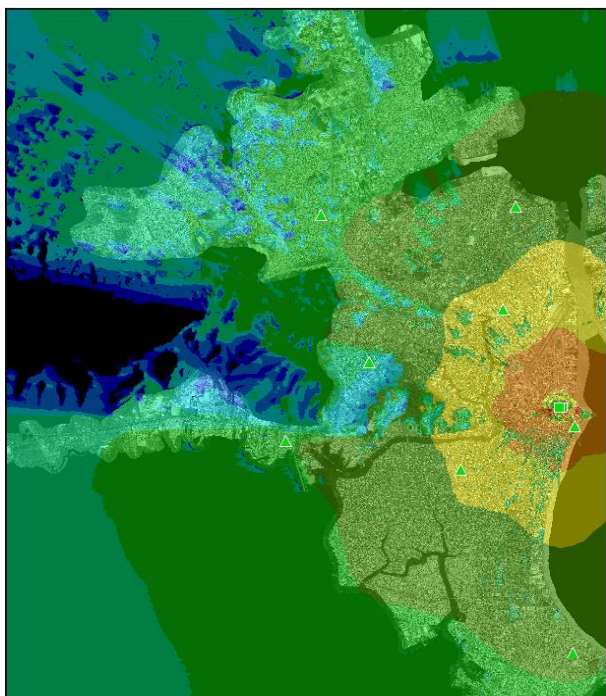


Figura 9: Simulación TC con UIT-R P.1546.

Dentro de los resultados obtenidos con la correlación entre las mediciones de Drive Test y el modelo Okumura – Hata , se determina que para el primer Recorrido, a distancias de hasta 10 Kilómetros desde el transmisor de Ecuavisa, se tienen niveles de intensidad de campo eléctrico muy aproximados al real, mientras que para RTS y TC se obtienen valores aceptables pero no tan precisos.

En el Recorrido 2, promediando distancias de hasta 8 Kilómetros las predicciones de Okumura – Hata disminuyen su desempeño mientras que las predicciones de la recomendación UIT-R P.1546 presentan una variación leve y que los mantiene en la zona de excelencia comparativa.

6. Conclusiones

- El Drive Test proporciona datos certeros sobre la intensidad de campo a lo largo de una trayectoria, manteniendo una velocidad constante, pero no nos predice que la calidad de recepción será la óptima para el parámetro de transmisión.
- La simulación de intensidad de campo para la recomendación UIT-R P.1546 es la más certera para la comparación con los Drive Tests que se realizaron sobre la Televisión digital en Guayaquil manteniendo datos en correlación desde 0.92 hasta 0.96 lo que indica una alta similitud entre valores reales y simulados.
- La metodología de los 4 puntos es la más acertada al momento de recopilar datos sobre un punto específico en un área determinada de la ciudad de Guayaquil, por lo que al encontrarse estáticos los instrumentos podrán receptar mejor la lectura con condiciones más reales para las transmisiones en HD y SD.

Tabla 8: Correlaciones recorrido 1

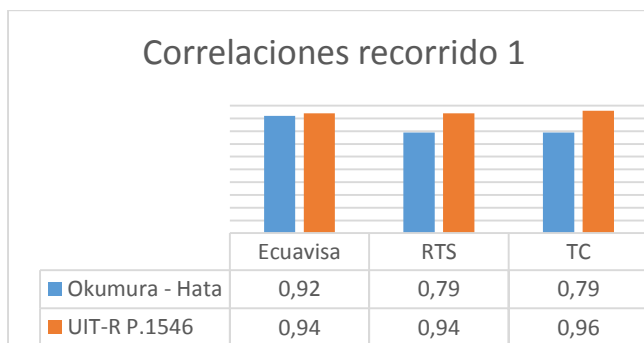
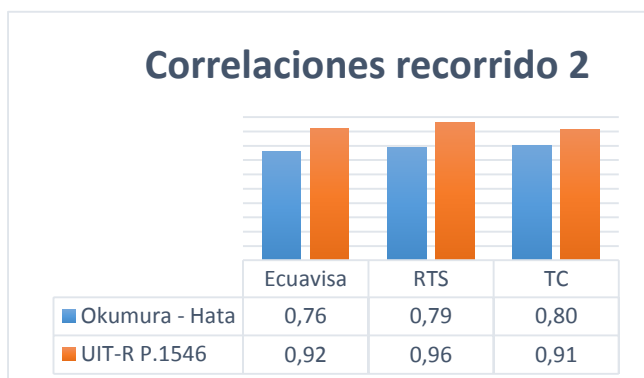


Tabla 9: Correlaciones recorrido 2



7. Recomendaciones

- Para el análisis de predicción de cobertura de señales de TDT, se debe utilizar la recomendación UIT-R P.1546 debido a su alto grado de precisión y a que toma en consideración varios efectos sobre la propagación de la señal.
- Al realizar el análisis de calidad de recepción de una señal ISDBT-b se utilizará el método de puntos fijos para las señales HD y SD, mientras que para las señales One Seg se deben analizar en movimiento mediante el método Drive Test utilizando un receptor OS.

8. Referencias

- [1] ABNT NBR 15608-1:2008, televisión digital terrestre-guía de operación parte 1: Sistema de transmisión – Guía de implementación, disponible en: <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=1160>, fecha de consulta diciembre del 2014.
- [2] ABNT NBR 15604-1:2007, televisión digital terrestre - Receptores, disponible en: <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=1427>, fecha de consulta diciembre del 2014.
- [3] Secretaria nacional de telecomunicaciones, resolución: RTV-157-06-CONATEL-2012, disponible en: http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/rtv_157_06_conate_l_2012.pdf, fecha de consulta diciembre del 2014.
- [4] Secretaria nacional de telecomunicaciones, resolución: CITDT-GATR-2012-005, disponible en: http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/images/stories/resolucionesconatel/2012/RTV-682-24-CONATEL-2012-METODOLOGIA.pdf, fecha de consulta diciembre del 2014.
- [5] Secretaria nacional de telecomunicaciones, plan de desarrollo de capacidades en TDT 2012 CITDT – Grupo I+D+I, disponible en: <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/plan-de-desarrollo-de-capacidades-en-tdt-2012.pdf>, fecha de consulta diciembre del 2014.
- [6] Secretaria nacional de telecomunicaciones, informativo televisión digital terrestre, disponible en: <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/television-digital-terrestre-en-el-ecuador/>, fecha de consulta diciembre del 2014.
- [7] Secretaria nacional de telecomunicaciones, operación de las estaciones de televisión abierta analógicas en canales adyacentes de la banda III VHF, disponible en: http://www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/cuadernillo_3.pdf, fecha de consulta noviembre del 2014.
- [8] Unión internacional de telecomunicaciones, P.1546: Métodos de predicción de punto a zona para servicios terrenales en la gama de frecuencias de 30 a 3 000 MHz, disponible en: <http://www.itu.int/rec/R-REC-P.1546/es>, fecha de consulta diciembre del 2014.
- [9] Unión internacional de telecomunicaciones, P.526: propagación por difracción, disponible en: <http://www.itu.int/rec/R-REC-P.526/en>, fecha de consulta diciembre del 2014.
- [10] Wiley librería en línea, Modelo Okumura - Hata, disponible en: http://www.wiley.com/legacy/wileychi/molisch/supp2/appendices/c07_Appendices.pdf, fecha de consulta diciembre del 2014.
- [11] Instituto nacional de tecnología industrial, Introducción a la TV digital. Estándar ISDB-T, disponible en: <http://www.inti.gob.ar/electronicaeinformatica/utc/pdf/ISDBT-2011.pdf>, fecha de consulta diciembre del 2014.
- [12] ATDI manual de capacitación versión 0.1, disponible en: <http://www.atdi.es/>, fecha de consulta diciembre del 2014.
- [13] ATDI manual de referencias ICS telcom: sistema de imagen, cartografía, topografía avanzada y desarrollo de imágenes, disponible en: <http://www.atdi.es/>, fecha de consulta diciembre del 2014.
- [14] ATDI manual de entrenamiento ICS telcom: correlación entre medición real y predicción, disponible en: <http://www.atdi.es/>, fecha de consulta diciembre del 2014.
- [15] Blog Word Press Flovla: Zona de fresnel, disponible en: <https://flovla.wordpress.com/>, fecha de consulta noviembre del 2014.
- [16] Universidad del País Vasco: facultad de ciencia y tecnología, disponible en: http://www.ehu.eus/rperez/Fisicabio/curso_12_13/reflexion_refraccion2.html, fecha de consulta noviembre del 2014.
- [17] Unión internacional de telecomunicaciones, P.838: Modelo de la atenuación específica debida a la lluvia para los métodos de predicción, disponible en: <http://www.itu.int/rec/R-REC-P.838/es>, fecha de consulta diciembre del 2014.
- [18] superintendencia de telecomunicaciones: informe para la definición e implementación de la televisión digital terrestre en Ecuador, disponible en: http://www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/informe_tdt_mar26_2010.pdf, fecha de consulta diciembre del 2014.