



FACULTAD DE INGENIERÍA  
**MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIONES**

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
**MAGISTER EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**TEMA:**

**ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE ALERTA DE EMERGENCIA POR LA OCURRENCIA DE AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS USANDO LAS SUBPORTADORAS DE TELEVISIÓN DIGITAL. CASO DE ESTUDIO: ÁREAS DE AFECTACIÓN DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO Y ZONAS ALEDAÑAS**

ÁNGEL GUSTAVO ORNA PROAÑO

Quito – 2016

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1 INTRODUCCIÓN.....	6
2 JUSTIFICACIÓN.....	8
3 ANTECEDENTES.....	9
4 OBJETIVOS.....	20
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
5 DESARROLLO CASO DE ESTUDIO.....	20
5.1 DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.....	21
5.2 DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RIESGO EN EL DMQ:.....	23
5.3 SISTEMAS DE ALERTA DE EMERGENCIA.....	30
5.3.1 TECNOLOGÍAS DE VIGILANCIA Y ALERTA.....	31
5.3.2 SAE, DETECCIÓN Y RESPUESTAS.....	36
5.3.3 LENGUAJE Y CREDIBILIDAD DE LOS SAE.....	37
5.4 LA TELEVISIÓN DIGITAL.....	38
5.4.1 INTERACTIVIDAD EN LA TDT.....	40
5.4.2 ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE.....	41
5.4.3 FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE TDT.....	43
5.4.4 MODELADO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN DIGITAL.....	44
5.4.5 SISTEMA BRASILEÑO DE TELEVISIÓN DIGITAL - ISDB-Tb.....	47
5.4.6 TDT EN ECUADOR.....	58
5.5 SISTEMA DE ALERTA DE EMERGENCIA CON TELEVISIÓN DIGITAL.....	64
5.5.1 REFERENCIAS NORMATIVAS.....	65
5.5.2 TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	65
5.5.3 GENERALIDADES DE LA FUNCIÓN DEL EWBS.....	66
5.5.4 PROCEDIMIENTO DE TRANSMISIÓN DEL EWBS.....	67
5.5.5 PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN DEL EWBS.....	69
5.5.6 INDICADOR DE ACTIVACIÓN.....	73
5.5.7 DESCRIPTOR DE INFORMACIÓN DE EMERGENCIA.....	74
5.5.8 SUPERPOSICIÓN.....	74
5.6 ALERTA DE EMERGENCIA PARA EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.....	75
5.6.1 ZONIFICACIÓN Y CÓDIGOS DE ÁREA.....	76
5.6.2 CANALES DE TELEVISIÓN QUE PUEDEN LEVANTAR EL SISTEMA DE ALERTA DE EMERGENCIA.....	78
5.6.3 INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN MONITOREO, GESTIÓN Y DIFUSIÓN DE AMENAZAS EN EL DMQ.....	81

6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
6.1	CONCLUSIONES.....	85
6.2	RECOMENDACIONES.....	87
7	BIBLIOGRAFÍA.....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1.- División Parroquial del DMQ. ....	10
Figura 2.- Principales volcanes y cerros alrededor del DMQ. ....	11
Figura 3.- Sirenas que conforman la red SAT del DMQ. ....	12
Figura 4.- Cobertura de una estación de televisión para el DMQ. ....	17
Figura 5.- Ubicación geográfica del DMQ. ....	21
Figura 6.- Principales amenazas a las que está expuesto el DMQ. ....	24
Figura 7.- Vulnerabilidad de los barrios del DMQ. ....	25
Figura 8.- Amenazas de Flujos piroclásticos y lahares en el DMQ. ....	26
Figura 9.- Repartición de la población de día en el DMQ. ....	27
Figura 10.- Repartición de la población del DMQ en la noche. ....	28
Figura 11.- Áreas pobladas del DMQ. ....	29
Figura 12.- Componentes de un Sistema de Alerta Temprana. ....	30
Figura 13.- Previsión y modelización del Fenómeno del Niño para 2016. ....	31
Figura 14.- Sistemas de Teledetección usando GIS. ....	32
Figura 15.- Envío de alertas de emergencia a través de satélite. ....	33
Figura 16.- Envío de alertas de emergencia a través de telefonía móvil. ....	33
Figura 17.- Envío de alertas de emergencia a través de crowdsourcing. ....	34
Figura 18.- Envío de alertas de emergencia a través de Ushahidi. ....	35
Figura 19.- Difusión de alerta de emergencia. ....	37
Figura 20.- Escenarios de la TDT. ....	39
Figura 21.- Sistema de Recepción para TDT. ....	40
Figura 22.- Interactividad de la TDT con el usuario. ....	41
Figura 23.- Despliegue de la TDT. ....	43
Figura 24.- Modelado de los sistemas de comunicación para TDT. ....	45
Figura 25.- Diagrama conceptual de relación entre modulación y longitud del símbolo. ....	48
Figura 26.- Posición de los circuitos Interleave y su efecto. ....	49
Figura 27.- Diagrama de transmisión del Sistema Brasileño de TDT. ....	50
Figura 28.- Segmentación de las Tablas del TS de una señal de TDT. ....	52
Figura 29.- Segmentación de la banda de 6 MHz para el sistema ISDB-Tb. ....	54
Figura 30.- Ocupación del canal de 6 MHz por capas jerárquicas. ....	55
Figura 31.- Utilización de la transmisión jerárquica en ISDB-T. ....	56
Figura 32.- Escenario de la Implementación de la TDT. ....	59
Figura 33.- Período de Transición para la TDT en el DMQ. ....	64
Figura 34.- Funcionamiento básico del EWBS. ....	67
Figura 35.- Funcionamiento de transmisión del EWBS. ....	68
Figura 36.- Ubicación de la bandera de alerta de emergencia en la trama ISDB-T. ....	70
Figura 37.- Afectación a las redes de provisión de energía eléctrica por encendido simultáneo de receptores de TDT por señal EWBS. ....	71
Figura 38.- Configuración de receptores de TDT para aceptar señal EWBS. ....	72
Figura 39.- Encendido con superposición de textos desde un receptor en "stand by" ....	75
Figura 40.- Encendido con superposición de textos desde un receptor en "on" ....	75
Figura 41.- Área de cobertura de un canal de TDT para el DMQ. ....	81
Figura 42.- Red de alerta de emergencia a través de una señal de TDT. ....	83

## ÍNDICE DE GRAFICOS:

Gráfica 1.- Localización de la TV en el hogar.....	14
Gráfica 2.- Preferencia de medios de información. ....	15
Gráfica 3.- Credibilidad de los medios de comunicación. ....	15
Gráfica 4.- Importancia de la televisión. ....	16
Gráfica 5.- Horas destinadas por los ecuatorianos para mirar televisión (lunes a viernes).....	16

## INDICE DE TABLAS:

Tabla 1.- Estaciones de TDT operando en el DMQ.....	18
Tabla 2.- Características de los estándares de TDT.....	42
Tabla 3.- Principales diferencias entre televisión analógica y digital.....	46
Tabla 4.- Parámetros del sistema de transmisión ISDB-Tb. ....	57
Tabla 5.- Bandas de frecuencias para televisión UHF. ....	59
Tabla 6. Asignación de canales para la provincia de Pichincha.....	60
Tabla 7.- Canales de TDT en el Ecuador que cuentan con autorización temporal.....	62
Tabla 8.- Fases para el apagón analógico en el Ecuador.....	63
Tabla 9.- Selección PMT para el descriptor de información de emergencia.....	68
Tabla 10.- Especificaciones para recepción del EWBS. ....	69
Tabla 11. Significado del bit de activación de EWBS en la TMCC.....	73
Tabla 12.- Señalización para la superposición de textos con señal EWBS. ....	75
Tabla 13.- Propuesta de numeración de los cantones de la provincia de Pichincha. ....	77
Tabla 14.- Propuesta de Codificación de Capa 1 - Área Local 1 - Cantonal.....	77
Tabla 15.- Propuesta de Codificación de Capa 2 - Área Amplia 1 - Provincial. ....	78
Tabla 16.- Propuesta de Codificación de Capa 3 - Área Amplia 2 - Nacional. ....	78
Tabla 17.- Canales de TV que operan en el DMQ, que cuentan con repetidoras en el territorio nacional. ....	79
Tabla 18.- Canales de TV que operan en el DMQ, que cuentan con señal de TDT, ordenados por número de repetidoras en el territorio nacional. ....	80

## 1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el Distrito Metropolitano de Quito, se ha visto afectado por la ocurrencia de varios eventos naturales como las erupciones de los volcanes Pichincha y Cotopaxi, inundaciones por la llegada del Fenómeno del Niño, así como eventos antrópicos aislados generados por el propio ser humano como incendios forestales, roturas del oleoducto y otros que han obligado a los distintos Organismos locales y nacionales encargados de la seguridad de la ciudadanía como son principalmente el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, el Ministerio de Seguridad, la Secretaría de Gestión de Riesgos y el ECU 911, con la ayuda de las Fuerzas Armadas, la Policía Nacional y el Cuerpo de Bomberos, a implementar sistemas de emergencia que puedan alertar oportunamente a la población que podría verse afectada, no solo en sus bienes materiales sino lamentablemente con pérdidas de vidas humanas. Con este antecedente, mediante este caso de estudio se busca plantear una alternativa de alerta de emergencia complementaria para los habitantes del Distrito y sus zonas aledañas como son los valles de Tumbaco y Cumbayá, pertenecientes al cantón Quito y el Valle de los Chillos, que corresponde al cantón Rumiñahui, quienes en el caso de una ocurrencia de eventos naturales como los señalados inicialmente, que todavía son impredecibles, así como de amenazas antrópicas<sup>1</sup> se verían irremediablemente afectados.

Para el planteamiento del presente caso de estudio se ha considerado sobre todo las ventajas y desventajas encontradas en los sistemas de emergencia implementados por los Organismos encargados de la seguridad ciudadana tanto locales como nacionales, que consisten sobre todo en megáfonos, sirenas, alarmas comunitarias, etc, que serán activadas al momento de ocurrir un evento natural; sin embargo, junto con estas implementaciones no se ha dado la suficiente capacitación a la población, ni se han realizado pruebas “coordinadas” entre los distintos gobiernos locales que están instalando independientemente sus sistemas.

Recién desde el año 2014 en que se presentó en el Distrito Metropolitano de Quito la amenaza de una erupción del volcán Cotopaxi, los organismos involucrados en el manejo de estas crisis, sobre todo el Ministerio de Seguridad y el Municipio de Quito, están realizando simulacros con la ayuda de la Policía Nacional y el Cuerpo de Bomberos para que la ciudadanía se vaya preparando en cómo proceder en el caso de presentarse un evento natural como la erupción del volcán Cotopaxi o del Guagua Pichincha, mismos que afectarían en forma directa e indirecta a toda la población de la ciudad, incluso pudiendo afectar a la provisión de servicios básicos para la vida humana como la luz eléctrica y sobre todo el agua potable.

---

<sup>1</sup> Eventos generados por acción humana, que provocan amenazas cuando se combinan con factores de vulnerabilidad.

Respecto a los sistemas de emergencia que se han instalado en los 2 últimos años en algunos sectores del cantón Quito y del Valle de Los Chillos que consisten de una red de sirenas cuya función es alertar a la ciudadanía en el caso de presentarse un evento natural como los señalados, habría que realizar un análisis que determine qué porcentaje de cobertura se tiene con los mismos en relación al número de habitantes de las poblaciones afectadas, sobre todo debido a que por el número de sirenas instaladas y la cobertura que cada una tiene se puede afirmar que existirán muchas zonas, que estando dentro de las áreas de afectación principal, no podrán escuchar esas sirenas, lo que obligará a que a estos sectores se les haga conocer la noticia de la alerta de emergencia de manera casi personal a través de Unidades y efectivos de la Policía Nacional y las Fuerzas Armadas, con la eminente pérdida de tiempo, que en estos casos resulta sumamente valioso porque podría ser la diferencia entre la vida y la muerte.

Por los motivos y análisis realizados, mediante el presente caso de estudio se plantea considerar a la televisión digital como una alternativa adicional para la implementación de una red de alerta de emergencia, fundamentados sobre todo en el manejo de datos que pueden ser transmitidos utilizando las subportadoras que se emiten al aire y aprovechando esa característica de “difusión” (broadcast) que tienen las señales de radiodifusión que permite cubrir grandes extensiones de territorio y por ende llegar a un gran número de personas en forma casi simultánea y con un retraso imperceptible en relación a la señal de origen.

El país cuenta al momento con 23 señales de televisión digital terrestre al aire, señales distribuidas principalmente en las ciudades de Quito y Guayaquil donde se encuentran también las principales cadenas de televisión abierta públicas y privadas que operan con señales analógicas; estas cadenas de televisión son las que actualmente están levantando una señal de televisión digital en “simulcast” (transmisión simultánea) con su señal analógica, por tanto se puede contar con una infraestructura básica instalada sobre todo en lo que se refiere a sistemas de transmisión ubicados en cerros y elevaciones alejadas de los centros urbanos que en su mayoría se alimentan por una señal satelital originada en estudios principales y secundarios, desde donde se envía la programación, características que pueden ser aprovechadas en el caso de la ocurrencia de un evento natural.

Por lo expuesto, es de suma importancia el poner a disposición de la población circunscrita en el área de estudio, todas las herramientas y mecanismos que la tecnología permita, de manera que aplicados simultáneamente puedan complementarse en una gran red de alertas de emergencia, cuyo campo de acción abarque la mayoría de territorio y por ende de población y de esta manera evitar la pérdida de bienes materiales así como de seres vivos y sobre todo de seres humanos.

## 2 JUSTIFICACIÓN

Muchos países afectados por desastres naturales han implementado redes de alerta de emergencia, utilizando para ellos sensores, radares e inclusive rastreos satelitales, que permiten monitorear permanentemente el comportamiento de aquellas fuentes generadoras de posibles desastres a efectos de alertar a la ciudadanía lo más pronto que sea posible, dándoles un tiempo valioso desde que son notificados hasta que se presenta la amenaza natural. En el país se realizan monitoreos de este tipo sobre todo para lo que son Tsunamis y erupciones volcánicas, es decir, se emplea la más alta tecnología en su detección, sin embargo, luego de esa detección toda la tecnología usada hasta ese momento, se desvanece al momento de implementar las formas de difundir estas alertas a la ciudadanía, ya que no se tiene, al menos hasta el momento, soluciones oportunas que permitan aprovechar los resultados de las tecnologías usadas en la detección, particular que terminaría siendo fatal en aquellos casos donde los mecanismos implementados actualmente como por ejemplo la red de sirenas no lleguen a ser escuchadas oportunamente.

Por las razones expuestas, se hace primordial encontrar herramientas y soluciones tecnológicas que permitan maximizar lo más que se pueda el tiempo que tendría la población para una posible evacuación; para ello debe pensarse en alternativas complementarias para la implementación de redes de alerta de emergencia valiéndose en lo posible de infraestructuras ya existentes, de manera que se facilite su implementación, como por ejemplo sistemas de “difusión” (*broadcast*) como la radio, la televisión y la telefonía móvil. Que ya disponen de gran cantidad de infraestructura instalada a lo largo del Ecuador y cuya característica de propagación radioeléctrica permitiría llegar en forma casi instantánea y simultánea a grandes segmentos de población; sin embargo, se debe analizar también qué tan eficientes resultan estos mecanismos si al ser utilizados no pueden segmentar la comunicación de la información exclusivamente a las zonas afectadas, es decir al ser sistemas de *broadcast* su señal cubriría toda el área de influencia, causando pánico y caos en zonas que podrían complicar innecesariamente la intervención de los organismos de socorro. Por este motivo se deben buscar alternativas que permitan que al usar este tipo de tecnologías digitales se consiga que el mensaje de alerta que se transmita sea decodificado o interpretado únicamente en las zonas directamente afectadas, discriminando y diferenciando así unas áreas de otras.

Estas consideraciones y antecedentes han hecho que para este caso de estudio se haya planteado la posibilidad de que la televisión digital terrestre sea una alternativa tecnológica para este tipo de redes de alerta de emergencia teniendo en cuenta sus particulares características en relación a otras alternativas, la televisión digital permitiría llegar casi simultánea e instantáneamente a una gran área de cobertura y por ende a un gran número de habitantes con

una señal de alta calidad, libre de interferencias y de afectaciones por ruidos radioeléctricos e impulsivos y sobre todo la posibilidad de zonificación de las áreas de afectación gracias al empleo de un sistema de modulación y multiplexación robusto y eficiente que permite transportar señales digitales ahorrando el espectro radioeléctrico al distribuir los datos en una gran cantidad de frecuencias estrechamente separadas entre sí, evitando las interferencias entre ellas al añadir códigos de protección para los datos digitales, logrando detectar y corregir errores que pudieran presentarse durante la transmisión con la incorporación de un intervalo de guarda entre los símbolos transmitidos, intervalos que serán interpretados y evaluados por el receptor, permitiendo de esta manera contar con una señal de datos confiable y robusta, en beneficio de las poblaciones afectadas.

### 3 ANTECEDENTES

La historia de la ciudad de Quito está íntimamente ligada a la ocurrencia de fenómenos naturales que han afectado a su territorio y por ende a su población, a lo largo de la historia, pasando por inundaciones, terremotos, erupciones volcánicas, e incluso en los últimos años incendios forestales, eventos que en muy pocas ocasiones son predecibles, eso ha hecho que los organismos e instituciones públicas y privadas a cargo de estas temáticas, tanto desde el Gobierno Central como desde el Municipio local, sumen esfuerzos para buscar alternativas que permitan alertar a la población en el caso de que uno de estos eventos se presente o sea detectado y así lograr que dichos amenazas afecten lo menos posible a la vida de seres humanos.

El crecimiento vertiginoso que la ciudad de Quito ha tenido en los últimos 10 años, sobre todo en lo que a población se refiere, hace que las medidas de prevención que se tomen para el caso de que un evento natural se presente, deban alcanzar a la mayor cantidad del territorio, de lo que ahora se conoce como Distrito Metropolitano de Quito, mismo que comprende una superficie total de 4.230,6 km<sup>2</sup>, con una altitud media de 2.850 metros sobre el nivel del mar y una población estimada al año 2015 de 2.505.344 habitantes<sup>2</sup>.

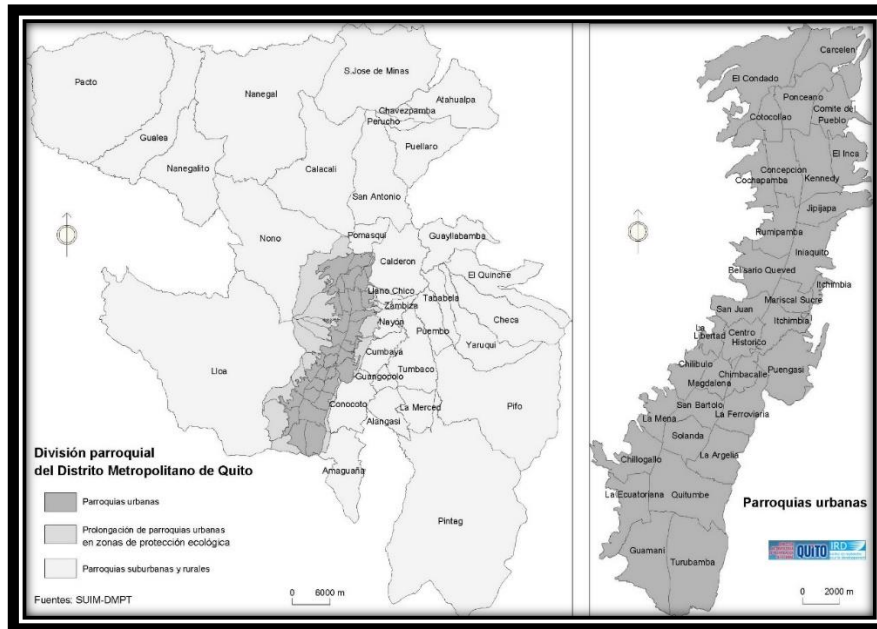
El Distrito Metropolitano de Quito está distribuido en 8 administraciones zonales, las cuales a su vez están conformadas por 55 parroquias, 32 urbanas y 33 rurales. En esta distribución no consta el cantón Rumiñahui al que pertenece el Valle de Los Chillos ya que corresponde a otra circunscripción territorial, sin embargo, para objeto de este caso de estudio se considerará también a esa población ya que muchas de las personas que residen en dicho Valle viajan constantemente desde y hacia el Distrito Metropolitano sobre todo por cuestiones de trabajo,

---

<sup>2</sup> Proyección obtenida de los datos del censo de población y vivienda realizada por el INEC en 2010.

de manera que incluso se lo considera como un área suburbana de la capital.

En la figura 1 se muestra la distribución parroquial del Distrito Metropolitano de Quito:



**Figura 1.- División Parroquial del DMQ.**  
**Fuente: Dirección Metropolitana de Planificación Territorial DMQ**

El cantón Rumiñahui, donde se encuentra el Valle de Los Chillos, tiene como cabecera cantonal la ciudad de Sangolquí y tiene una extensión aproximada de 139 km<sup>2</sup>, una altitud media de 2.500 msnm y una población estimada al año 2015 de 106.548 habitantes.

Describiendo geográficamente la ubicación del Distrito Metropolitano de Quito, se puede indicar que se halla en una fosa tectónica en donde se presentan una serie de fallas geológicas, limitadas por volcanes activos como el Pichincha y el Cotopaxi, además de elevaciones como los cerros Atacazo, Corazón, Rumiñahui, Pasochoa, así como el cerro Ilaló que es un volcán inactivo, además de las lomas de Puengasí, Itchimbía y Bellavista, lo que hace que la distribución física y humana de la ciudad se haga en un estrecho canal longitudinal con una orientación norte-sur, como se puede apreciar en la figura 2:



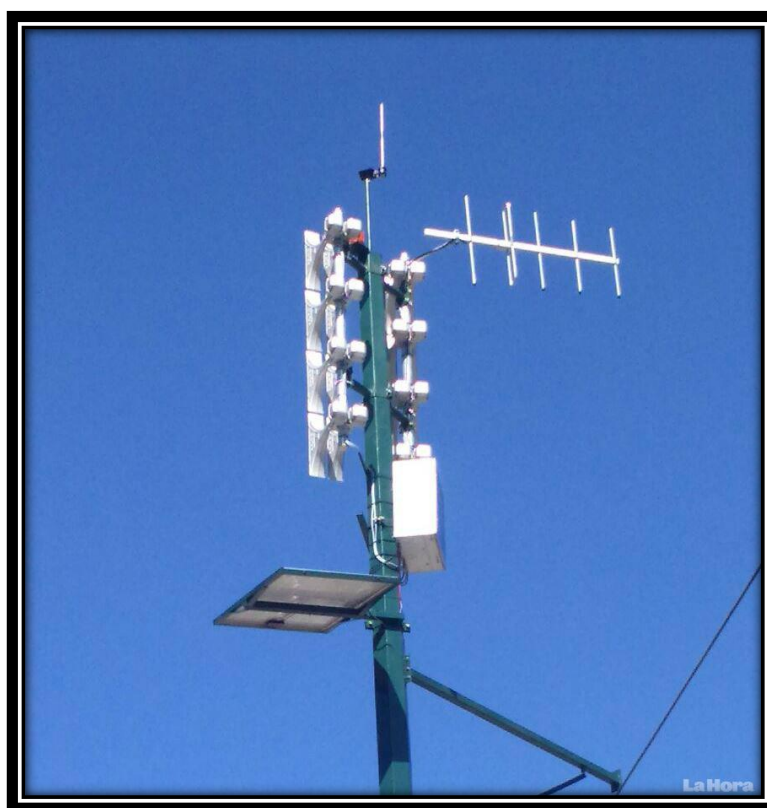
**Figura 2.- Principales volcanes y cerros alrededor del DMQ.**  
Fuente: [http://gerdbreitenbch.de/anden/ecuador\\_1/map\\_ecu.jpg](http://gerdbreitenbch.de/anden/ecuador_1/map_ecu.jpg)

La última amenaza grave que sufrió el Distrito Metropolitano de Quito fue el 7 de octubre de 1999, cuando el volcán Guagua Pichincha emitió una columna de cenizas que superó los 10 Km de altura, difundiéndose por el cielo de la ciudad y afectando a toda la población con una caída de ceniza, situación que no había ocurrido en los tiempos modernos. Esta situación dejó en evidencia la falta de preparación que tiene la ciudadanía ante un evento de magnitud como podría ser una erupción volcánica, ya que los habitantes de la ciudad se dedicaron sobre todo a tomar fotografías del “espectáculo natural” sin saber que precauciones obvias deberían tomar para cuidar sus salud y sus bienes y a donde ir si el proceso iniciado terminaba con una erupción. Es desde este evento que se fortalecieron las tareas de los organismos de seguridad tanto del Estado Central como del Municipio de manera que ahora, con la posible ocurrencia de una erupción del volcán Cotopaxi, se han emitido una serie de protocolos y alertas que se han comunicado a la población sobre todo a través de los medios de comunicación y se han realizado varios simulacros de evacuación, en distintos sectores de la ciudad de Quito y del Valle de Los Chillos de manera que la población está hoy mucho más preparada.

Actualmente el Organismo encargado oficialmente de emitir cualquier información sobre este tipo de amenazas es el Ministerio Coordinador de Seguridad y son ellos los que van determinando las acciones de coordinación necesarias con otros organismos como son la Secretaría de Gestión de Riesgos, Municipio del DMQ, ECU-911, COE, Fuerzas Armadas, Policía Nacional, Cuerpo de Bomberos, Politécnica Nacional, etc. Dentro de estas acciones preventivas, se han instalado una serie de alarmas (6) en la parte sur de la ciudad de Quito como parte de lo que se ha denominado “sistema de alarmas tempranas” (SAT). Estos equipos están conformados

por parlantes y alarmas, mismas que serán manejadas desde el Comité de Operaciones de Emergencia (COE), ubicado en el parque Itchimbía. De la misma manera en los cantones Rumíñahui y Mejía se han instalado también, 10 y 4 sistemas de alarmas, respectivamente. En la Figura 3 se pueden observar las alarmas instaladas.

Las alarmas están conformadas por sirenas cuyo sonido oscila entre 115 y 121 decibeles que pueden ser escuchados a 2.5 Km a la redonda y se ha calculado de parte de las instituciones encargadas de este tema que el tiempo promedio para que las personas vayan a sitios seguros o albergues, después de escuchar las sirenas, será de entre 15 y 30 minutos.



**Figura 3.- Sirenas que conforman la red SAT del DMQ.**

**Fuente: [http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101868736/-1/Instalan\\_sistema\\_de\\_alerta\\_temprana\\_en\\_Los\\_Valles-\\_Quito.html#.VwM4m\\_nhDIU](http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101868736/-1/Instalan_sistema_de_alerta_temprana_en_Los_Valles-_Quito.html#.VwM4m_nhDIU)**

A pesar de que con este sistema integrado de alarmas, se permitiría cubrir una gran cantidad de sectores sobre todo en lo que a los valles cercanos a la ciudad de Quito se refiere y por ende se podría alertar a los pobladores de los mismos, surgen una serie de interrogantes, sobre todo relacionadas con la cobertura efectiva de estos sistemas y qué porcentaje de la población se cubre, o lo que es peor, qué porcentaje de la población se deja de cubrir en el caso de una amenaza natural, como es el caso de una erupción del volcán Cotopaxi. Se debe considerar también qué pasaría si el evento no es la erupción del Cotopaxi, sino la erupción del volcán

Guagua Pichincha, o si se trata de incendios forestales, inundaciones u otros cuya zona de afectación no sea exclusivamente la zona de los valles circundantes a Quito, por lo cual se puede cuestionar si van a seguirse instalando sistemas de alarmas en cada uno de esos sectores y cuándo se lo realizaría.

De ocurrir en estos momentos uno de esos eventos las afectaciones podrían ser muy graves, es por eso que se plantea en este caso de estudio una nueva alternativa tecnológica para implementar esta red de alertas usando las subportadoras de la televisión digital terrestre, aprovechando la característica que tiene la televisión de ser un sistema de difusión para grandes zonas de cobertura.

El haber considerado a la televisión abierta (no hay que confundir con la televisión por paga comúnmente conocida como televisión por cable ya que la misma está dirigida solo a suscriptores y no a la población en general) como una alternativa válida para la implementación de estas alertas de emergencia se fundamentó en varios análisis de datos, como por ejemplo que de acuerdo con el censo de Población y Vivienda realizado por el INEC en 2010, en el Ecuador se contabilizaban 14.483.499 habitantes y 4.654.054 viviendas, de estos datos se determinó que el 85.1% de los hogares del Ecuador tienen televisores (aproximadamente 3.960.600 viviendas) y de estos hogares al menos el 50% tiene dos de estos aparatos, es decir que en el Ecuador actualmente existen aproximadamente 6.000.000 de televisores operativos. Se determinó también que el tiempo promedio que los ecuatorianos dedican a ver televisión es de 1.5 horas diarias, 10,5 horas a la semana, 42 horas al mes, siendo las personas de la tercera edad (más de 65 años) los que dedican mayor cantidad de su tiempo a este tipo de entretenimiento.

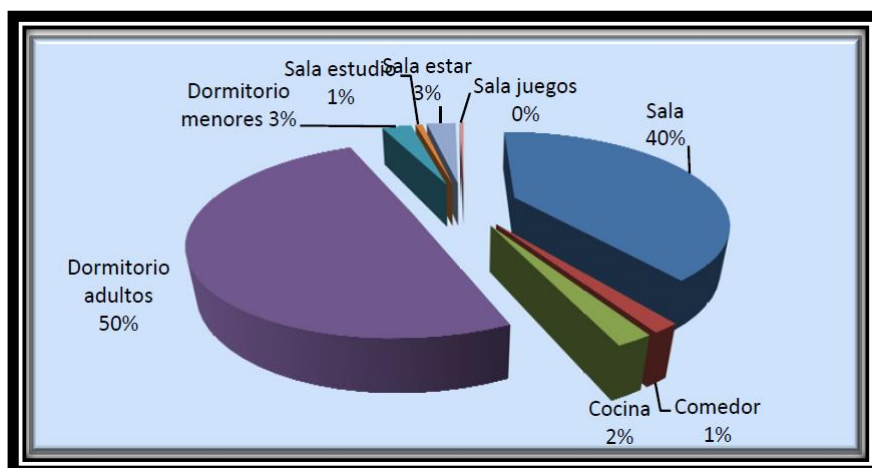
Vale señalar también como antecedentes para haber escogido a la televisión abierta como la alternativa para este sistema de alerta de emergencia a los estudios realizados por la ex Superintendencia de Telecomunicaciones, organismo encargado, a su tiempo (2008-2010), de la investigación y pruebas de los diferentes estándares de televisión digital existentes en el mundo y de la realización de los informes técnico, socioeconómico y de cooperación internacional que sirvieron de base para que el ex Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) en marzo del 2010 resolviera adoptar el estándar brasileño – japonés como el estándar de televisión digital terrestre que se implementará en el Ecuador; en estos estudios se ha encontrado información que resultará valiosa al momento de realizar los análisis en este caso de estudio y que se pasa a resumir.

La televisión constituye el recurso más barato de enlace que permite acceder a innumerable información en tiempos excesivamente cortos. En los hogares ecuatorianos, el televisor se ha convertido en un elemento básico. Según la Encuesta de Condiciones de Vida 2005-2006 (ECV),

de los 29 bienes que se prevé dispone un hogar, aquel de mayor frecuencia, constituye un aparato de televisión. Un hogar puede no tener equipos básicos como licuadora, plancha, cocina, refrigeradora, entre otros, pero no puede dejar de tener televisión.

De acuerdo con los resultados del estudio “Encuesta de uso, hábitos, y preferencias de la televisión en el Ecuador”, la televisión es el medio de comunicación que mayor importancia tiene dentro de los hogares ecuatorianos. Prácticamente, nueve de cada diez personas, considera que la función de la televisión es informar y, una de cada diez, entretener y educar, en su orden. Desde esta perspectiva de usuario, la televisión es un factor que contribuye al conocimiento y a la recreación.

La ubicación física del aparato de televisión acredita la condición especial que posee para los hogares. La televisión, por tanto, está relacionada con el espacio vital: la sala, que constituye el área de confluencia familiar, esto es, absorbe o se adapta a su relación y el dormitorio, que es el espacio donde se siente el individuo en su mayor intimidad (Ver Gráfica No. 1).

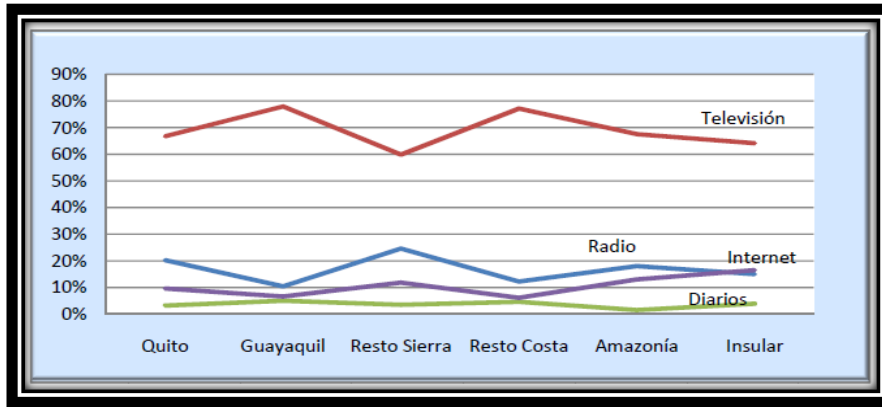


**Gráfica 1.- Localización de la TV en el hogar.**

**Fuente: SUPATEL<sup>3</sup>**

Cuando se trata el concepto preferencia para informarse, la televisión se ratifica como aquel medio que la población más elige. En la Gráfica 2 que se muestra a continuación, se hace evidente que más de dos tercios de la población del país registra mayor preferencia por la televisión que por la radio, los diarios y el Internet, con mayor predilección en la Costa, seguido por la Amazonía, Región Insular y la Sierra.

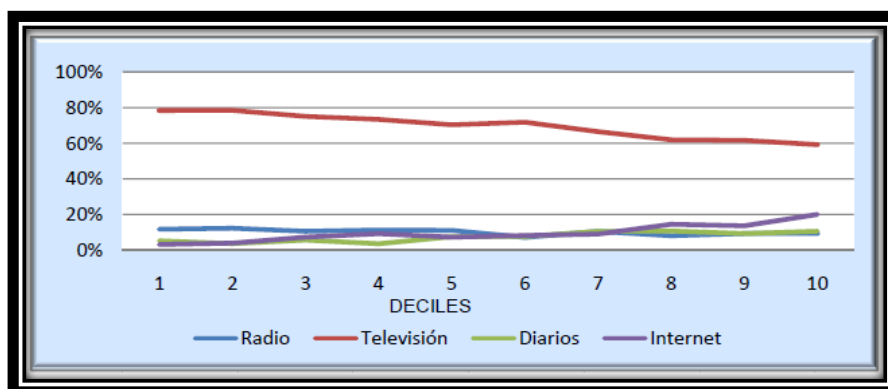
<sup>3</sup> Encuesta de uso, hábitos y preferencias de la televisión en el Ecuador - 2009



**Gráfica 2.- Preferencia de medios de información.**  
Fuente: SUPERTEL<sup>4</sup>

Por estratos de ingreso, las preferencias por televisión evidencian diferencias en los últimos deciles, esto es, en los estratos de mayor ingreso se denota una disminución de la elección por televisión y un aumento por Internet, y muy levemente por periódico, en tanto se reducen las preferencias por la radio; en forma inversa, en los estratos de menores ingresos, hay una mayor elección por televisión y radio.

La credibilidad en los medios observa diferencias en función de la situación de ingresos en la población. La televisión es el medio más creíble; no obstante, a medida que se relaciona con los deciles de mayores ingresos esta disminuye y en forma concomitante, aumenta la credibilidad por el internet. Como se observa en la Gráfica 3, no existe mayor variación entre los diferentes deciles.

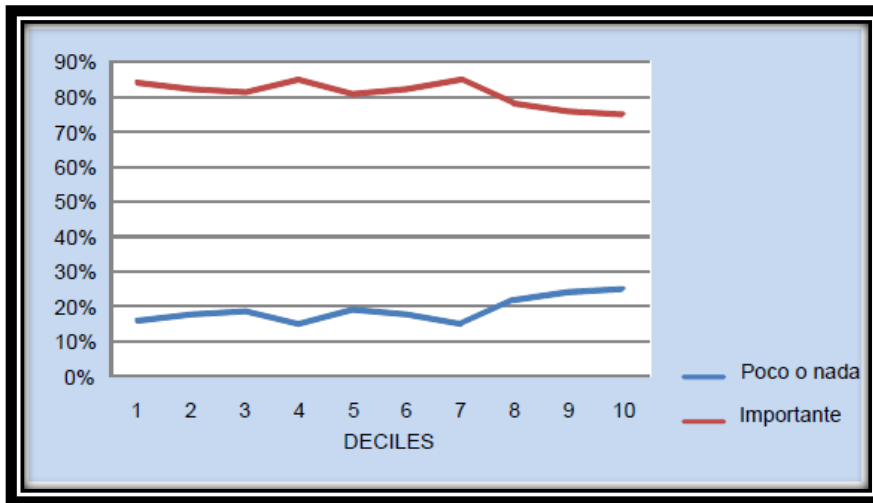


**Gráfica 3.- Credibilidad de los medios de comunicación.**  
Fuente: SUPERTEL<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Encuesta de uso, hábitos y preferencias de la televisión en el Ecuador - 2009

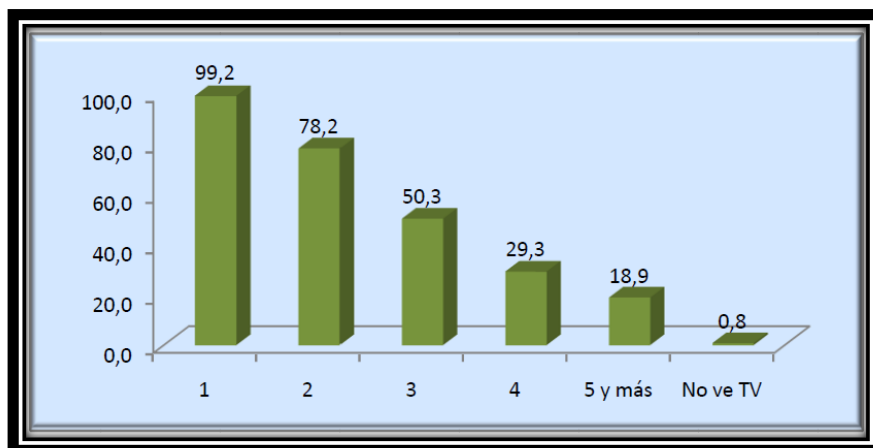
<sup>5</sup> Encuesta de uso, hábitos y preferencias de la televisión en el Ecuador - 2009

Del estudio de campo se establece que ocho de cada diez personas consideran que la televisión tiene gran importancia para sus vidas. Siendo más importante en los deciles más bajos con un decremento constante hacia los deciles más altos. Gráfica 4.



**Gráfica 4.- Importancia de la televisión.**  
Fuente: SUPERTEL<sup>6</sup>

Respecto al tiempo en que las familias destinan a ver televisión, en la Gráfica 4 se puede apreciar el 99,2% de los hogares ven al menos una hora al día; el 78,2% al menos dos horas diarias, el 50,3% al menos tres horas diarias, el 29,3% al menos 4 horas al día, el 18,9% al menos cinco horas al día y apenas el 0,8% no ve televisión. Es decir apenas un aproximado de 112.000 personas no miran televisión en el país.



**Gráfica 5.- Horas destinadas por los ecuatorianos para mirar televisión (lunes a viernes)**  
Fuente: SUPERTEL<sup>7</sup>

La televisión está inmersa en lo cotidiano de los hogares. Las personas descansan mientras miran televisión, un alto porcentaje de televidentes usa, de preferencia, las horas de la noche para ver

<sup>6</sup> Encuesta de uso, hábitos y preferencias de la televisión en el Ecuador - 2009

<sup>7</sup> Encuesta de uso, hábitos y preferencias de la televisión en el Ecuador - 2009

televisión, lo cual coincide con la terminación de las tareas laborales, sobre todo de lunes a viernes. Asimismo, ejecutan una gama de actividades de todo orden y, sin que se asigne un tiempo específico a la programación televisiva, esto es, mientras ven televisión, cocinan, realizan tareas del hogar, se alimentan en los diferentes horarios, efectúan tareas comerciales, tejen, realizan ejercicios, entre otras actividades.

Con estos antecedentes y resultados, se confirma que la televisión abierta es una herramienta fundamental para comunicar a la población en el caso de presentarse un evento natural u otro que puede afectar a la misma, sobre todo que por su característica de difusión que hace que se propague a grandes zonas de cobertura en forma simultánea, como puede apreciarse en la Figura 4 y a la importancia que los ecuatorianos dan a este medio de comunicación.

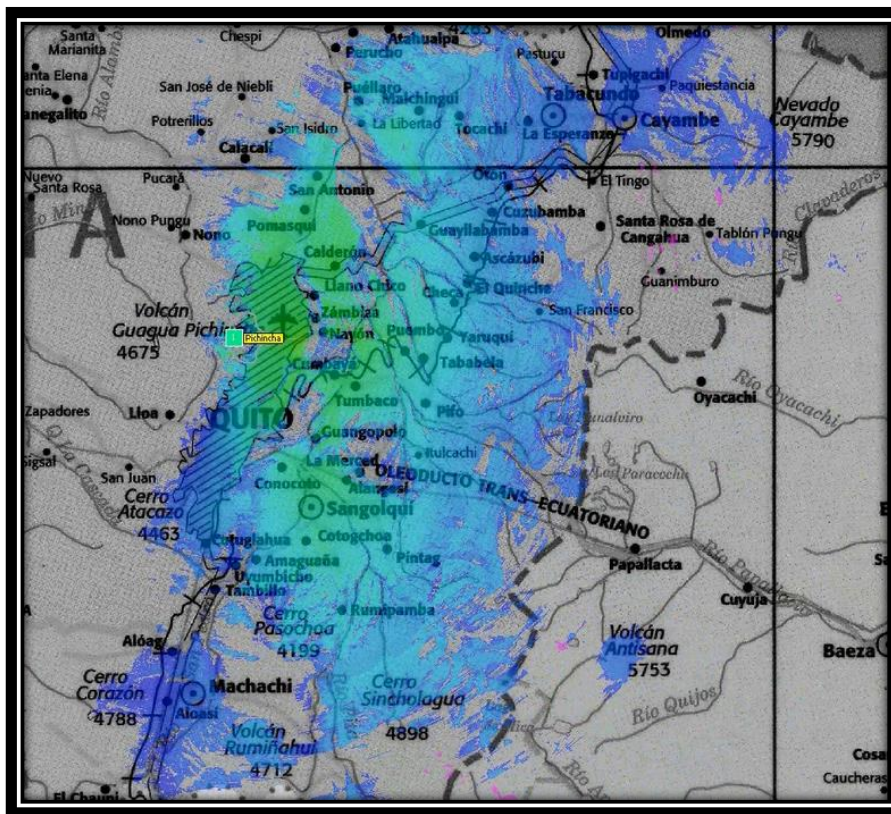


Figura 4.- Cobertura de una estación de televisión para el DMQ.

Fuente: El autor<sup>8</sup>

Al momento en el Ecuador operan alrededor de 23 canales de televisión digital de manera temporal, es decir a manera de prueba, o sin un título habilitante permanente, esto hasta que se produzca el apagón analógico (cese de emisiones de la televisión analógica) que según el Plan Maestro de Televisión Digital Terrestre, aprobado por el ex - CONATEL (Consejo Nacional de Telecomunicaciones) debería iniciarse a finales del presente año en las ciudades de Quito,

<sup>8</sup> Cobertura realizada con el programa de predicción de coberturas ICS-Telecom en la ex SUPERTEL

Guayaquil y Cuenca y luego de manera progresiva en todo el país.

De estas 23 señales que podrían considerarse para la implementación de esta tecnología, 9 se hallan en operación en el Distrito Metropolitano de Quito, como se indica en la Tabla 1:

No.	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	CANAL DE SINTONÍA
1	GAMAVISIÓN	2.1
2	TELEAMAZONAS	4.1
3	TELESISTEMA	5.1
4	ECUADOR TV	7.1
5	ECUAVISA	8.1
6	CANAL UNO	12.1
7	TELEVISIÓN SATELITAL	25.1
8	TELESUCESOS	29.1
9	RTU	46.1

**Tabla 1.- Estaciones de TDT operando en el DMQ.**

**Fuente: El autor**

Estos canales ya están presentes con su señal digital en ISDB-Tb en el Distrito Metropolitano de Quito, entre ellos se encuentran varios canales privados además del canal público del Estado ECUADOR TV, que fue el pionero en la implementación de la tecnología de televisión digital en el Ecuador y específicamente en la ciudad de Quito. Todos estos canales podrían considerarse para poner a prueba la alternativa tecnológica de la alerta de emergencia, pero quizá sería ECUADOR TV, la mejor alternativa, primero por ser un canal del Estado, que de una u otra manera tiene una relación directa con todos los organismos del Estado encargados de estas temáticas de emergencia, por su infraestructura instalada, y por la tecnología y apertura que este canal ha tenido en todo el proceso de pruebas e implementación de la televisión digital.

Vale señalar que previo al planteamiento de la televisión digital como la alternativa tecnológica para el presente caso de estudio, se realizó una investigación sobre estudios o planteamientos similares, es decir que usando las señales de broadcast de radio y televisión se pueda implementar un sistema de alerta de emergencia y se ha encontrado que existen algunos estudios sobre todo en lo relacionado a radiodifusión sonora, como por ejemplo, con el uso de

subportadoras de la señal compuesta de radio FM estéreo, en la que se plantea el uso de tecnología RDS (Radio Data System) para el envío de señales de emergencia que siendo emitidas por un operador designado, que cuente con dicha tecnología, podrá ser recibida en aquellos equipos receptores que cuenten con también con esa alternativa, con la necesaria aclaración de que la tecnología RDS es una aplicación propia de la señal analógica, señal que poco a poco se irá digitalizando dando paso a un futuro apagón analógico de la señal de radiodifusión sonora y por ende al inminente apagado también de la señal RDS y por tanto con la desaparición de esta alternativa, mientras que la señal de televisión digital recién se está implementando en el país y además porque la señal de televisión digital en el mundo ya sustituye a la señal analógica, y por tanto será la única señal que se podrá disfrutar en el futuro, es decir de implementarse esta posibilidad de usar las subportadoras de televisión digital para la implementación de esta red de alertas de emergencia su vigencia tecnológica está garantizada a largo plazo.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el uso de las subportadoras de televisión digital para la implementación de una red de alerta de emergencia para el Distrito Metropolitano de Quito y su zona de influencia en la que se incluyen los valles de Tumbaco, Cumbayá y Los Chillos.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las zonas del Distrito Metropolitano de Quito y sus alrededores que pudieran verse afectadas por la ocurrencia de distintas amenazas naturales y antrópicas.
2. Analizar las diferentes alternativas tecnológicas que permitan implementar redes de alerta de emergencia en el caso de ocurrir una amenaza natural o antrópica.
3. Evaluar el uso de los canales radioeléctricos de la TDT y sus diferentes subportadoras a efectos de determinar aquellas que puedan transmitir datos adicionales sin que se perjudique su contenido.
4. Comprender el sistema de inserción de datos en una subportadora de TDT para implementar una red de alerta de emergencia para el Distrito Metropolitano de Quito y sus zonas de influencia.
5. Estudiar el estado de la implementación de la TDT en el Ecuador, sobre todo en lo que se refiere al Distrito Metropolitano de Quito, además de simulaciones de áreas de cobertura para determinar sus zonas de influencia.
6. Configurar una red de alerta de emergencia a través de la TDT para el Distrito Metropolitano de Quito y alrededores, donde se consideren los distintos Organismos responsables de estos procesos y los medios de comunicación que servirán de transporte de las mismas.

## 5 DESARROLLO CASO DE ESTUDIO

En primera instancia se realizará un análisis sobre las amenazas naturales y antrópicas que podrían ocurrir dentro del Distrito Metropolitano de Quito y los grados de afectación de las mismos en las diferentes zonas del Distrito, a efectos de ir las ubicando geográficamente en un mapa general de afectación y de áreas sensibles para luego y sobre la base del análisis de la señal principal y las portadoras que se transmiten con la televisión digital, poder definir una alternativa tecnológica que sea emitida por la señal al aire y llegar a la mayor área de cobertura posible.

En el desarrollo de este tema se analizará no solo la afectación que podría tener la población del distrito en sus diferentes jurisdicciones sino que también se ubicará sus áreas naturales como bosques protectores y microcuencas que forman la red hídrica del mismo, y que deberían también ser protegidas, con el propósito de identificar todos los sectores que deban ser cubiertos en el caso de una alerta de emergencia.

## 5.1 DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) está situado al norte del Ecuador, es parte de la provincia de Pichincha y tiene como límites los siguientes: al norte la Provincia de Imbabura; al sur, los cantones Rumiñahui y Mejía; al este, los cantones Pedro Moncayo, Cayambe y la Provincia del Napo; y al oeste, los cantones Pedro Vicente Maldonado, San Miguel de Los Bancos y la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Figura 5.



**Figura 5.- Ubicación geográfica del DMQ.**  
**Fuente: Atlas de Amenazas Naturales del DMQ 2015**

El DMQ tiene una importancia geopolítica estratégica al albergar a la capital política y administrativa del Ecuador, la ciudad de Quito, ocupa una superficie de 4.235,2 Km<sup>2</sup>, acoge al 15.5% de la población nacional (2.505.344 habitantes al 2105 según el INEC censo 2010), y por los servicios que ofrece ha crecido en forma desordenada, sobre todo por asentamientos

humanos que se ubican en zonas de elevada vulnerabilidad como laderas y cuencas hidrográficas (quebradas y ríos), creando sectores en condiciones de alto riesgo, en el caso de presentarse múltiples amenazas naturales y antrópicas que pueden afectar directamente a la población e infraestructuras localizadas en sectores vulnerables. Según los datos de la Secretaría General de Seguridad y Gobernabilidad del DMQ, las inundaciones, los incendios forestales y los movimientos en masa son los fenómenos más recurrentes en el distrito. Adicionalmente, hay que considerar también a las erupciones volcánicas y a los sismos que son otras amenazas de origen natural que se han presentado anteriormente y que podrían presentarse en cualquier momento. Hay que destacar también como un área importante del DMQ al centro histórico de Quito, considerado por la UNESCO en 1978 como “Patrimonio Cultural de la Humanidad”, siendo al momento el más importante de Latinoamérica.

Según los estudios realizados por D’Ercole-Metzger en su obra “La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito”, se afirma que: *“Por mucho tiempo la vulnerabilidad ha sido percibida únicamente en su aspecto pasivo: la propensión de un elemento (una comunidad, un edificio, una red de abastecimiento de agua, etc.) a sufrir daños bajo el efecto de un fenómeno exterior destructor. Recientemente el concepto ha evolucionado para tomar en cuenta su dimensión activa, dinámica. La vulnerabilidad ya no es solamente el hecho de ser más o menos susceptible de sufrir daños, sino también el de estar en capacidad de generarlos, amplificarlos, darles características particulares, y su contrario es saber evitar los fenómenos destructores que la originan, o al menos anticiparlos, afrontarlos, resistirles y recuperarse después de su ocurrencia (Blaikie y otros, 1994). Así, los elementos esenciales de un territorio tienen el control de su propia vulnerabilidad y los efectos de las catástrofes se deben más a sus propias debilidades que a la sola acción de los fenómenos exteriores.”*<sup>9</sup>

Afirmación de expertos en el área que se tomará en cuenta para el desarrollo de este caso de estudio ya que el DMQ a lo largo de su historia ha sufrido frecuentemente eventos naturales y antrópicos que han ocasionado muchas muertes y cuantiosas pérdidas materiales. En las últimas décadas se pueden señalar los siguientes eventos como más recientes:<sup>10</sup>

- El sismo de 1987 que afectó seriamente las construcciones que forman parte del patrimonio del Centro Histórico;
- La caída de ceniza en los años 1999 y 2002 debido a las erupciones de los volcanes Guagua Pichicha y Reventador respectivamente;
- La devastación de la comuna “Santa Clara de San Millán” en el año 1997 debido a flujos de

---

<sup>9</sup> La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito, Robert D’Ercole y Pascale Metzger, 2004

<sup>10</sup> Atlas de Amenazas Naturales y Exposición de Infraestructura del DMQ, segunda edición, 2015

lodo.

- El incendio del Palacio del Congreso Nacional en el año 2003, con el que quedó en evidencia que el sistema de hidrantes de la ciudad se encontraba en pésimo estado.
- La rotura del oleoducto, en el año 2003, que permite el transporte del petróleo desde la región amazónica hacia la Costa, que por largo tiempo contaminó una de las principales fuentes de abastecimiento de agua del Distrito Metropolitano.
- En el invierno de 2010, se presentaron inundaciones y movimientos en masa en algunas zonas del Distrito, que incluso ocasionaron muertes como es el caso de un gran deslizamiento que se presentó al sur de la ciudad, en el que incluso se hizo necesario la evacuación y reubicación de un centenar de familias.
- En el 2012, ocurrieron aproximadamente 2600 incendios forestales, donde el mayor número de eventos se registró en el Valle de los Chillos.

Por esta variedad de eventos, la mayoría de ellos impredecibles, es importante que los Organismos del Estado y del DMQ, encargados de la seguridad ciudadana estén preparados para el manejo de crisis, sabiendo que es difícil eliminarlas totalmente, sin embargo, la preparación que se tenga para afrontarlos puede ser la diferencia entre la vida y la muerte. Esta preparación puede darse de diferentes maneras como planes de manejo de crisis, simulacros de evacuación, sistemas de comunicaciones de emergencia y desde ahora redes de alertas de emergencia. Solo una preparación insuficiente, o peor aún inexistente generará lamentablemente una población extremadamente vulnerable.

## 5.2 DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RIESGO EN EL DMQ:

Con los eventos naturales presentados en los últimos años, la mayoría de Organismos encargados de la seguridad ciudadana han trabajado en la determinación de las áreas más vulnerables del DMQ, basados en la determinación de factores esenciales como son:<sup>11</sup>

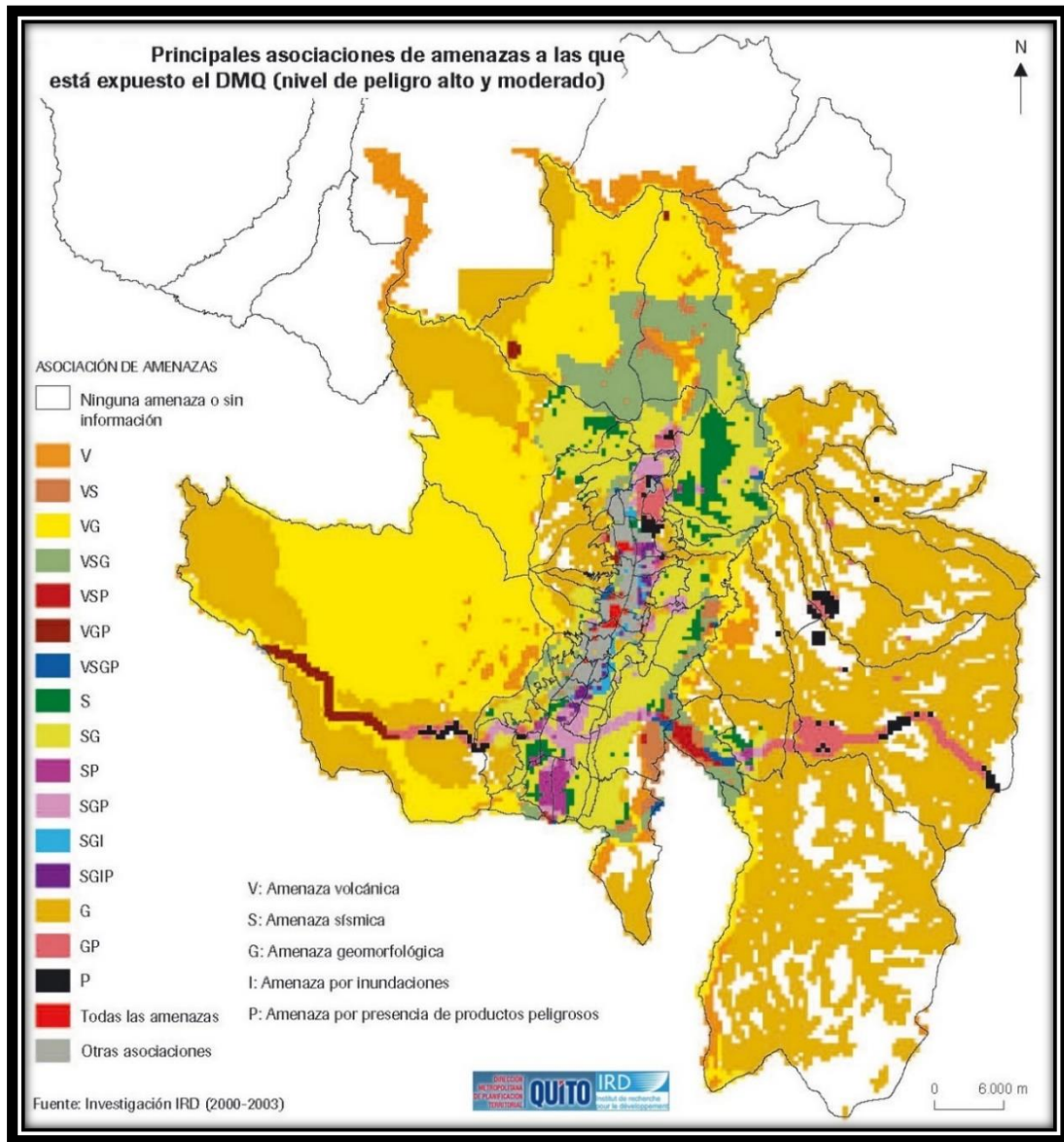
1. La población de la ciudad y sus necesidades intrínsecas.
2. Manejo de la ciudad y cuestiones económicas como capital del Estado.
3. Infraestructura y redes indispensables.

Para el presente caso de estudio se consideran estos factores como punto de partida para el establecimiento del área de cobertura que deberá tener la señal de televisión digital terrestre

---

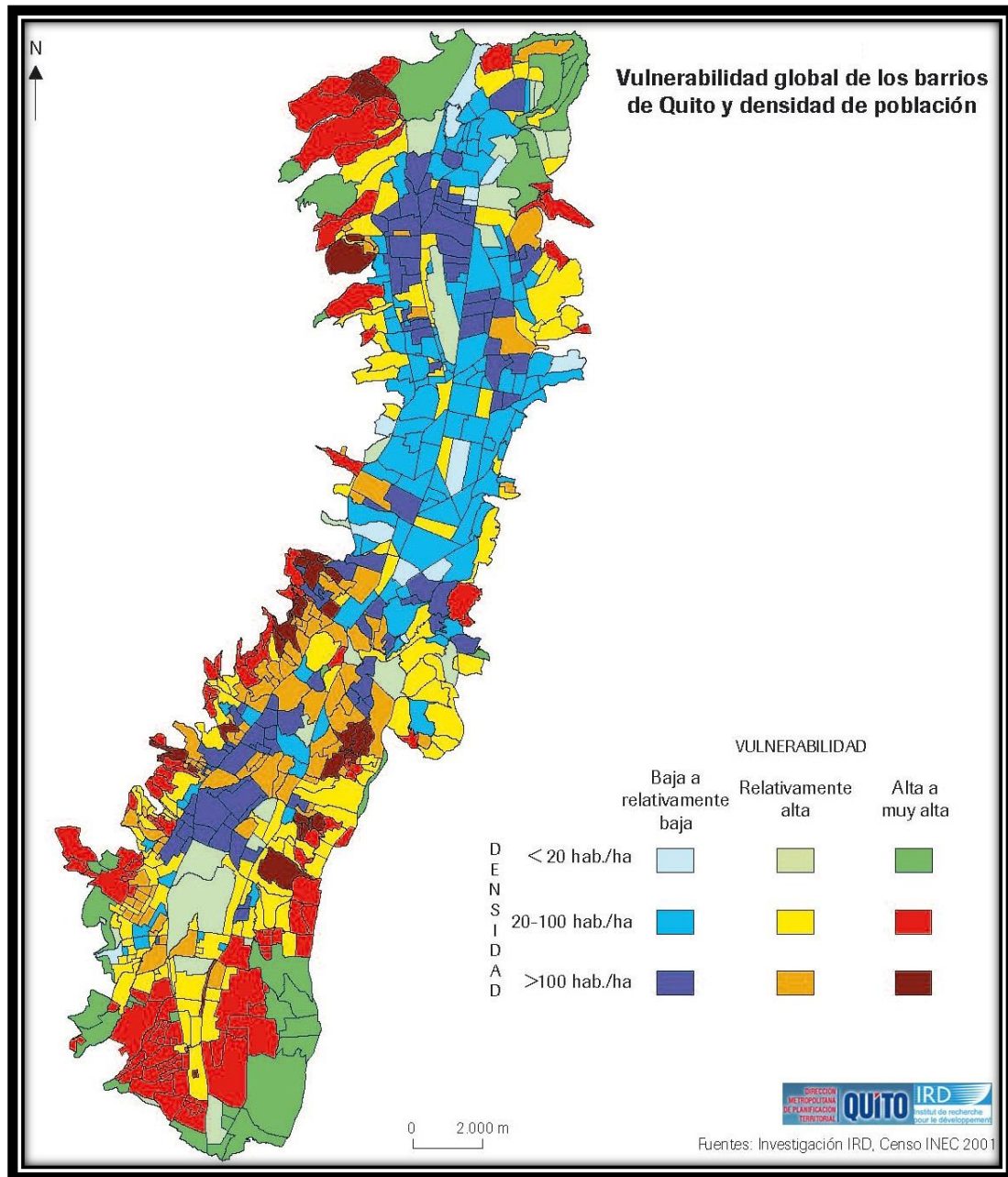
<sup>11</sup> La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito, Robert D'Ercole y Pascale Metzger, 2004

donde se emita la alerta de emergencia, por lo tanto, la principal fuente de información para esta determinación serán los mapas de vulnerabilidad generados por diferentes autores y que se resumen a continuación:



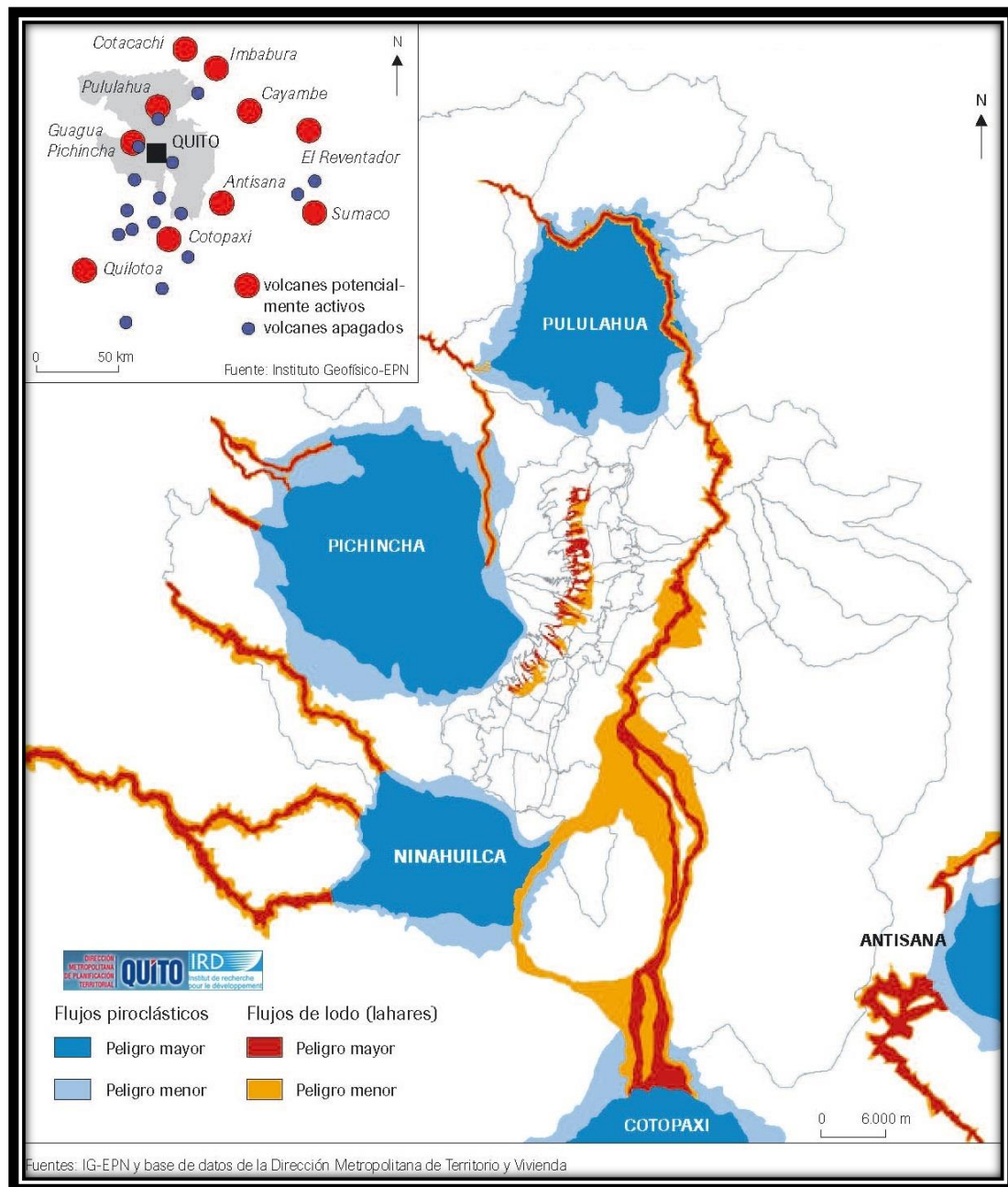
**Figura 6.- Principales amenazas a las que está expuesto el DMQ.  
Fuente: Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda - DMQ<sup>12</sup>**

<sup>12</sup> La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito, D'Ercole-Metzger, 2004



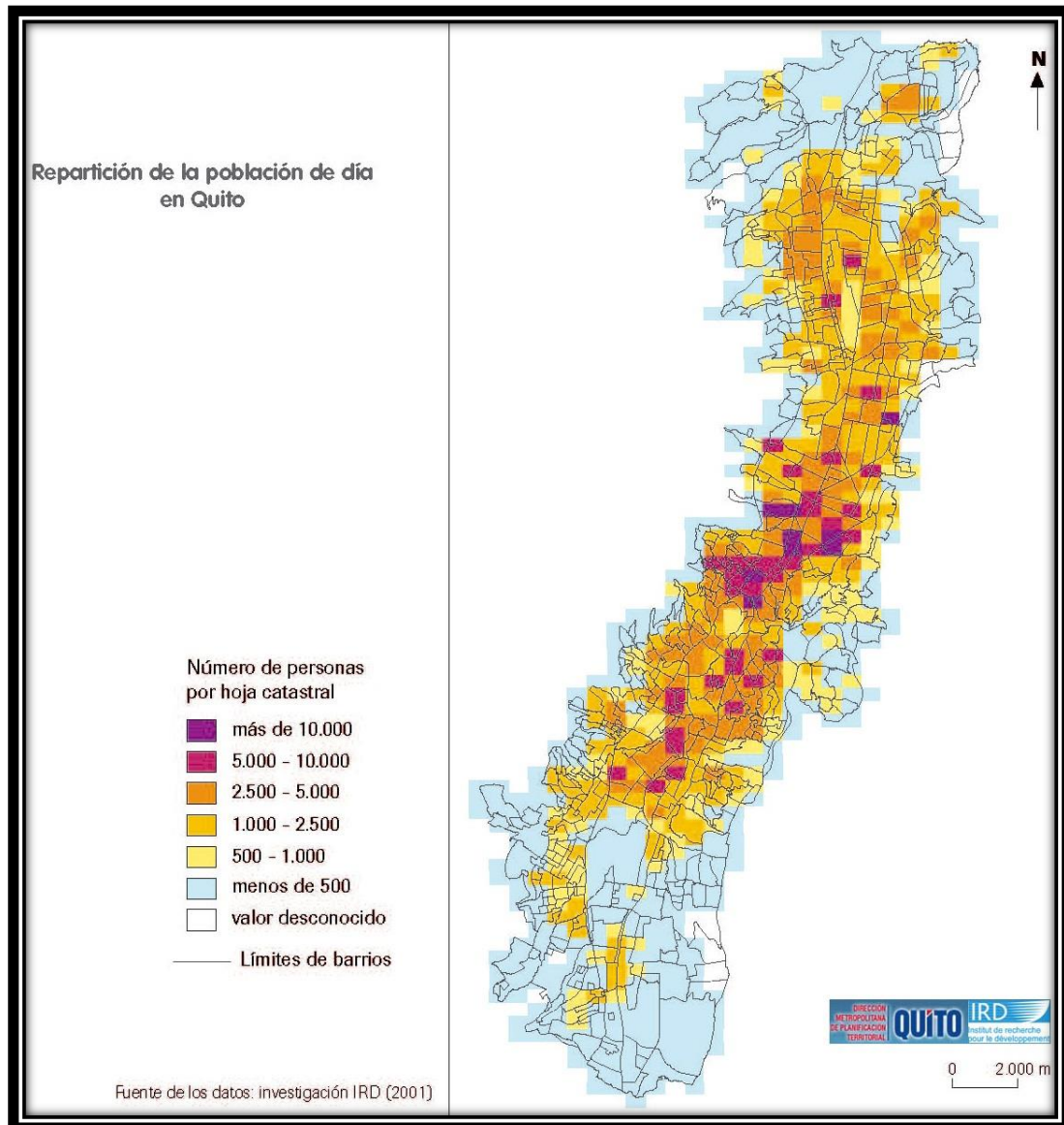
**Figura 7.- Vulnerabilidad de los barrios del DMQ.  
Fuente: Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda - DMQ<sup>13</sup>**

<sup>13</sup> La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito, D'Ercole-Metzger, 2004



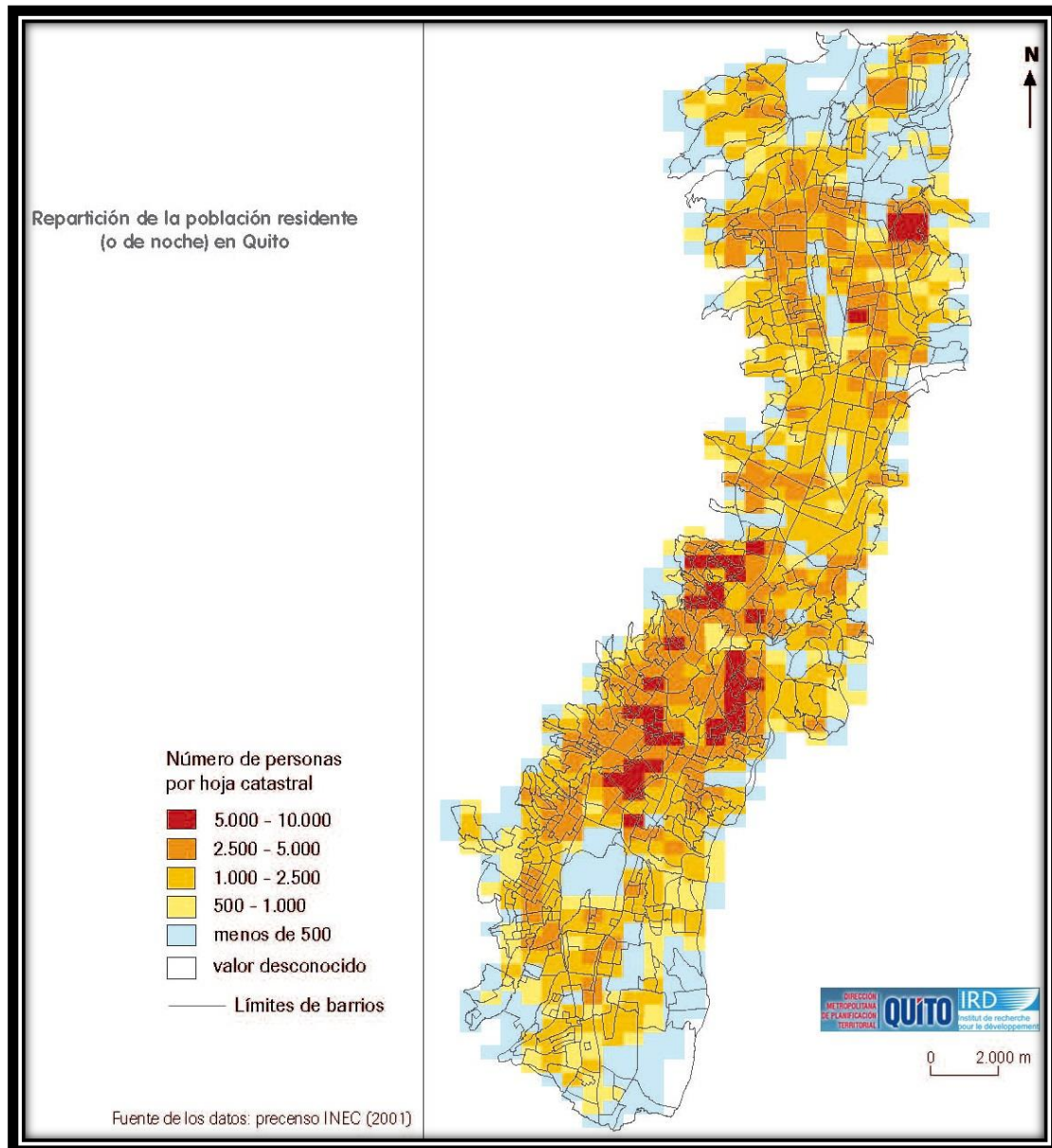
**Figura 8.- Amenazas de Flujos piroclásticos y lahares en el DMQ.  
Fuente: Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda - DMQ<sup>14</sup>**

<sup>14</sup> La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito, D'Ercole-Metzger, 2004



**Figura 9.- Repartición de la población de día en el DMQ.  
Fuente: Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda - DMQ<sup>15</sup>**

<sup>15</sup> La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito, D'Ercole-Metzger, 2004



**Figura 10.- Repartición de la población del DMQ en la noche.**  
**Fuente: Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda - DMQ<sup>16</sup>**

<sup>16</sup> La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito, D'Ercole-Metzger, 2004

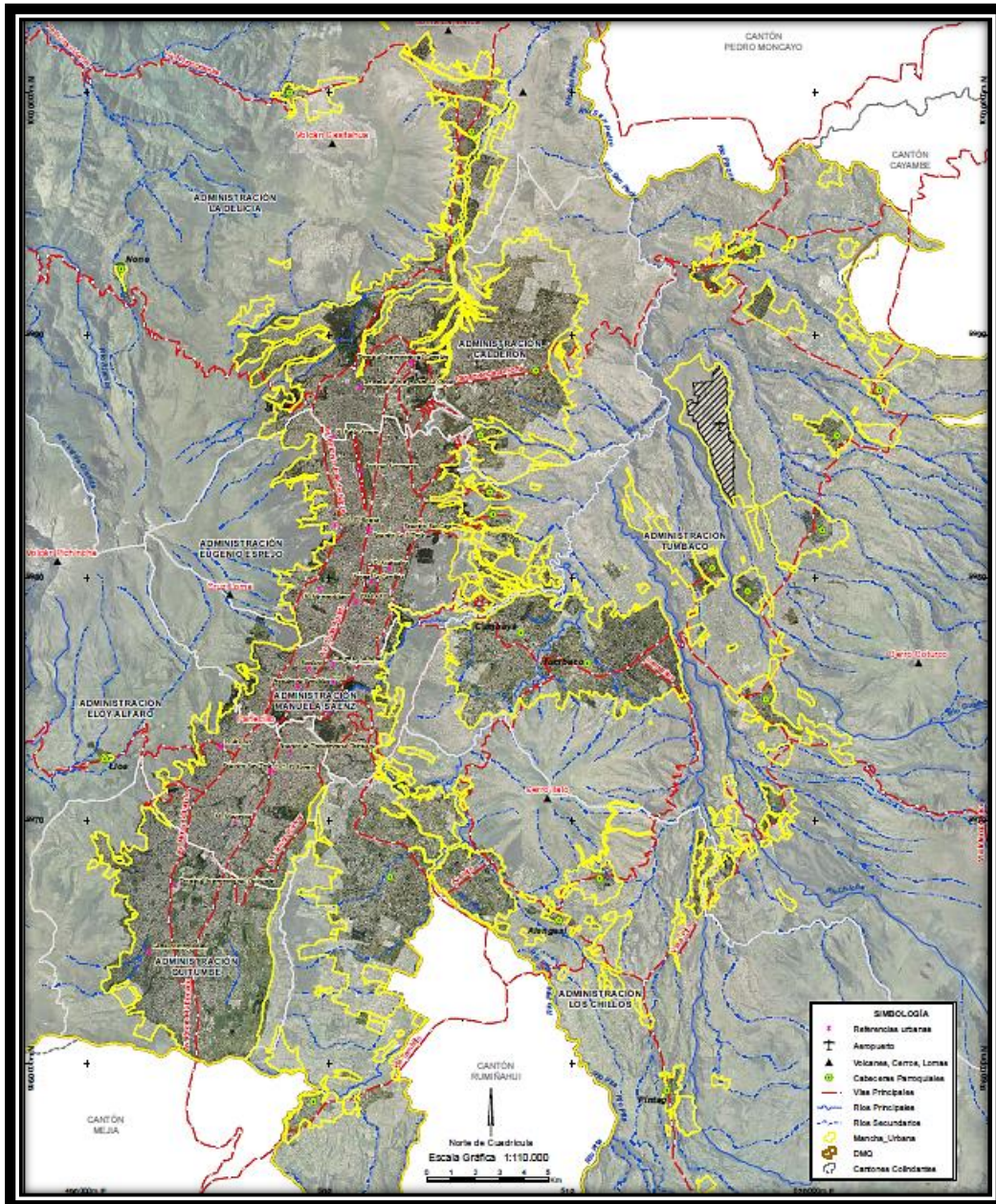


Figura 11.- Áreas pobladas del DMQ.  
 Fuente: Secretaria de Seguridad y Gobernabilidad - DMQ<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Atlas de Amenazas Naturales y Exposición de Infraestructura del DMQ - 2015

### 5.3 SISTEMAS DE ALERTA DE EMERGENCIA

A lo largo de la historia las amenazas naturales y antrópicas han costado muchas vidas e infraestructura, la cuantificación del daño causado por los mismos no está relacionado no solo a su gravedad, sino también a la capacidad de las personas que viven en esas zonas propensas a desastres para prepararse y afrontarlos, por esta razón los esfuerzos para reducir el riesgo de desastres en el mundo se ha centrado, en parte, en el desarrollo de sistemas de alerta de emergencia que permitan proporcionar información oportuna que permita a las personas de esas regiones vulnerables reaccionar de manera inmediata el momento que se detecte un evento de este tipo.

Los sistemas de alerta de emergencia son combinaciones de herramientas y procesos integrados dentro de estructuras institucionales, coordinadas desde los organismos encargados de la seguridad de la ciudadanía. Estos sistemas se componen fundamentalmente de cuatro elementos:

1. Vigilancia técnica permanente
2. Conocimiento de los posibles riesgos
3. Difusión de alertas a la ciudadanía
4. Preparación de la población para reaccionar



**Figura 12.- Componentes de un Sistema de Alerta Temprana.**  
Fuente: <http://anticipandolacrecida.cima.fcen.uba.ar/introduccion/>

Lo bien que funcionen esos sistemas dependerá fundamentalmente de la base científica sólida para la predicción y el pronóstico de los eventos que se presenten y la capacidad de realizar los monitoreos las 24 horas del día durante todo el año.

Los avances científicos y tecnológicos han impulsado mejoras considerables en la calidad, oportunidad y plazo de ejecución de las advertencias de peligros y en las redes integradas de

monitoreo. Sin embargo, esos avances tecnología para la detección de eventos por si solos no son suficientes, es necesario una oportuna y adecuada manera de difusión de las alertas de emergencia a la ciudadanía ya que es por ellos por quienes se hacen todos esos esfuerzos. Caso contrario toda la tecnología y esfuerzos usados en la detección de desastres no serviría de nada si no se llega oportunamente a la mayor cantidad de personas posibles.

### 5.3.1 TECNOLOGÍAS DE VIGILANCIA Y ALERTA

La continua aparición de eventos naturales que han causado la pérdida de muchas vidas humanas y los avances tecnológicos han hecho que en el mundo se desarrollen una serie de tecnologías para la prevención y detección de los eventos naturales causantes de desastres, con el objeto de alertar oportunamente a la ciudadanía. Muchos de estos sistemas permiten la coordinación entre varios países cuando los eventos así lo requieren como es el caso sobre todo de los Tsunamis, que se detectan con el movimiento de las plataformas marinas y por medio de sensores y boyas permiten enviar los datos de alerta por enlaces satelital a los países que pueden estar dentro de las zonas de afectación. A continuación se citarán varias de esas tecnologías.

#### 5.3.1.1 PREVISIÓN Y MODELIZACIÓN.

Generada sobre la base de predicciones climáticas, son sistemas que se fundamentan en el uso de datos de seguimiento como valores de temperatura y precipitación y el estado de modelos climáticos. Los especialistas analizan los resultados de las observaciones y generan modelos para predecir eventos que pueden ocurrir en el futuro.

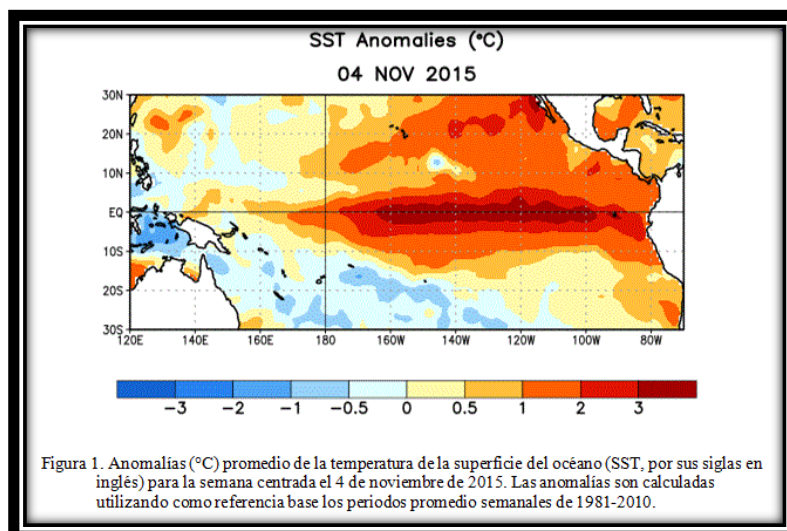
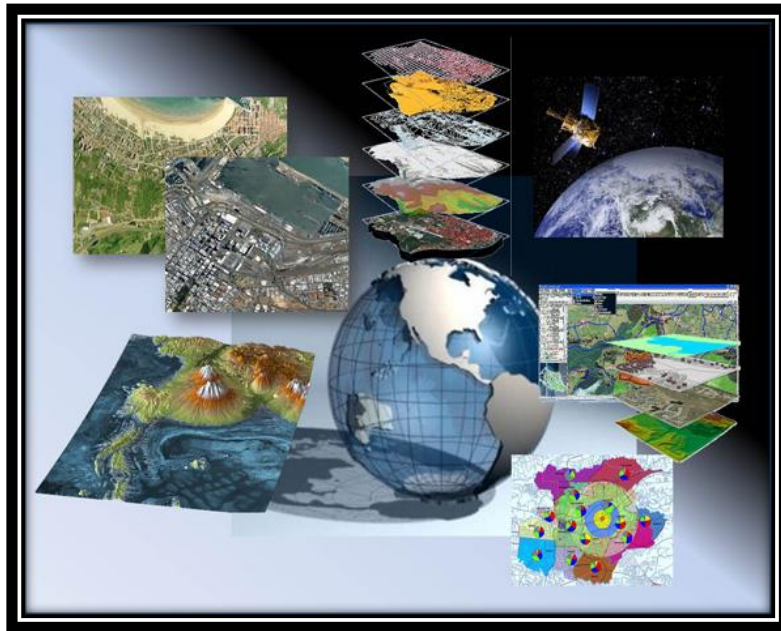


Figura 13.- Previsión y modelización del Fenómeno del Niño para 2016.

Fuente: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/enso\\_disc\\_nov2015/figura1.gif](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_nov2015/figura1.gif)

### 5.3.1.2 *TELEDETECCIÓN Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS)*

Aplicaciones basadas en sistemas de información geográfica (GIS) han avanzado de manera significativa en los últimos años, por ejemplo para el caso de control de inundaciones, se basa en la teledetección periódica y la combinación con GIS para obtener información sobre tipos de suelos, recursos hídricos, asentamientos humanos cercanos a ríos, lagos y mares, y generar alertas con cualquier variación de los indicadores establecidos como normales.



**Figura 14.- Sistemas de Teledetección usando GIS.**

Fuente: [https://www.ucm.es/data/cont/media/portada/noticias/820-2014-03-16-77\\_0000066\\_1.jpg](https://www.ucm.es/data/cont/media/portada/noticias/820-2014-03-16-77_0000066_1.jpg)

### 5.3.1.3 *COMUNICACIÓN POR SATÉLITE*

El uso de esta tecnología ha ayudado a reducir el tiempo de espera entre la recolección de datos y su interpretación en los centros de control, un ejemplo de este avances es el Sistema de Alerta de Tsunami del Pacífico que funciona con un sensor en el lecho marino, retransmite los datos a una boya en la superficie y esta a su vez comunica esos datos por satélite a las estaciones terrestres cada 15 segundos.

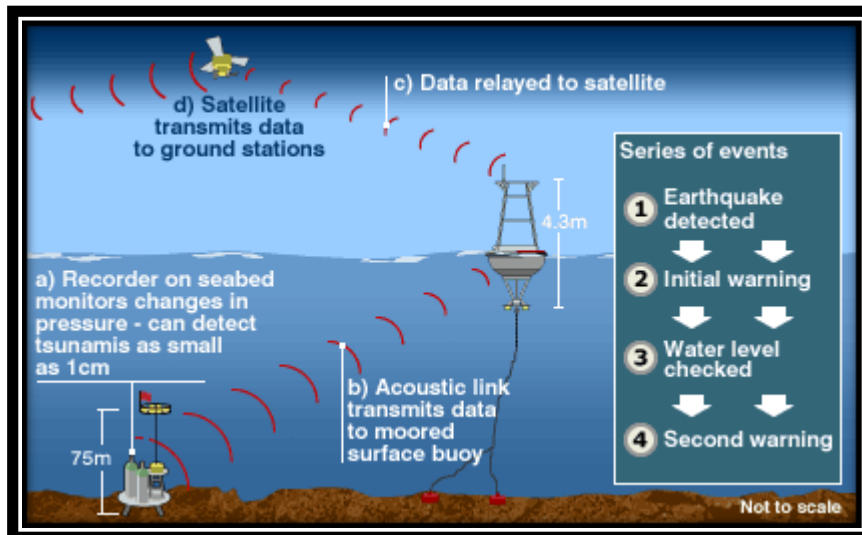


Figura 15.- Envío de alertas de emergencia a través de satélite.  
Fuente: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/4149201.stm>

#### 5.3.1.4 TELEFONÍA MÓVIL

Con la difusión mundial que han tenido los teléfonos móviles y las redes de telecomunicaciones, se ha generado otra alternativa, cada vez más utilizada para comunicar advertencias y coordinar las actividades de preparación, en particular las alertas a través de SMS, con la difusión de mensajes en masa. Por ejemplo en Japón, una vez detectada las ondas que preceden a los temblores, las agencias japonesa de seguridad envían alertas de SMS a los teléfonos móviles; sin embargo, hay que tener en cuenta también que dependiendo de las redes y su despliegue pueden presentarse problemas con esta alternativa ya que se pueden sobrecargar las redes y provocar una congestión del servicio con el inminente retardo en la transmisión del mensaje.

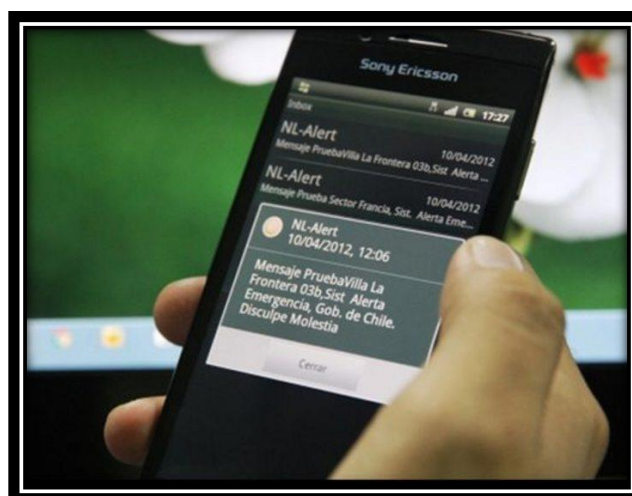


Figura 16.- Envío de alertas de emergencia a través de telefonía móvil.  
Fuente: <http://www.lun.com/lunmobile//Pages/NewsDetailMobile.aspx?dt=2012-04-17&PaginaId=5&SupplementId=0&bodyid=0>

### 5.3.1.5 TIC PARA EL CROWDSOURCING<sup>18</sup>

El uso de alternativas “crowdsourcing” gana terreno con el aumento de la conectividad del internet y el uso de las TIC. Esta alternativa fue muy utilizada en el terremoto de Haití de 2010, permitiendo a los habitantes de las zonas de desastre, expertos y técnicos en este tipo de eventos comunicar lo que vieron y sobre todo lo que escucharon en el suelo de manera que se produjo información que fue muy utilizada por los rescatistas que lograron localizar sobrevivientes que necesitaban ayuda inmediata. Pero esta alternativa también podría ser empleada para ayudar en actividades “pre desastre” específicamente en la identificación de riesgos para una alerta temprana; sin embargo también debe tenerse cuidado con su uso ya que la participación de personas inescrupulosas podría confundir o retardar la acción de los organismos de socorro.



Figura 17.- Envío de alertas de emergencia a través de crowdsourcing.

Fuente: <http://irevolutions.org/tag/crowdsourcing/>

### 5.3.1.6 USHAHIDI<sup>19</sup>

Esta plataforma de internet, recibe, recolecta, discrimina y permite la visualización de información de una crisis, tragedia o cualquier suceso que necesite ser informado, convirtiendo los datos en un mapa interactivo que puede ser visto *online*. Se inició en Kenia en 2008, cuando por disturbios de orden político se generó una ola de violencia que en 5 días cobró la vida de 300 personas. Permite que cualquier persona pueda enviar información a través de esa

<sup>18</sup> Crowdsourcing, definido como una “colaboración abierta” que permite la externalización de tareas a un grupo numeroso de personas.

<sup>19</sup> En lengua Swahili (hablada en Kenia y Tanzania) significa “testigo o testimonio”

plataforma web, los reportes enviados son revisados por personal de Ushahidi, que lee la información, y después de verificada y aprobada es mostrada en un mapa, ya sea de un país, región o ciudad en forma de puntos rojos los cuales contienen esos testimonios reportados. Un ejemplo de utilización de esta alternativa fue en el terremoto de Haití del 2010, que dejó más de 150.000 muertos. En esa ocasión se dieron reportes como de “*Nos estamos quedando sin agua*” y “*Ilevamos varios días sin alimento*”, lo que permitió al equipo de Ushahidi, establecer la ubicación de las víctimas, conocer sus necesidades inmediatas, informar a los organismos de socorro e inclusive receptor donaciones y así ayudar a esas personas que usaron el portal a través de la telefonía móvil.

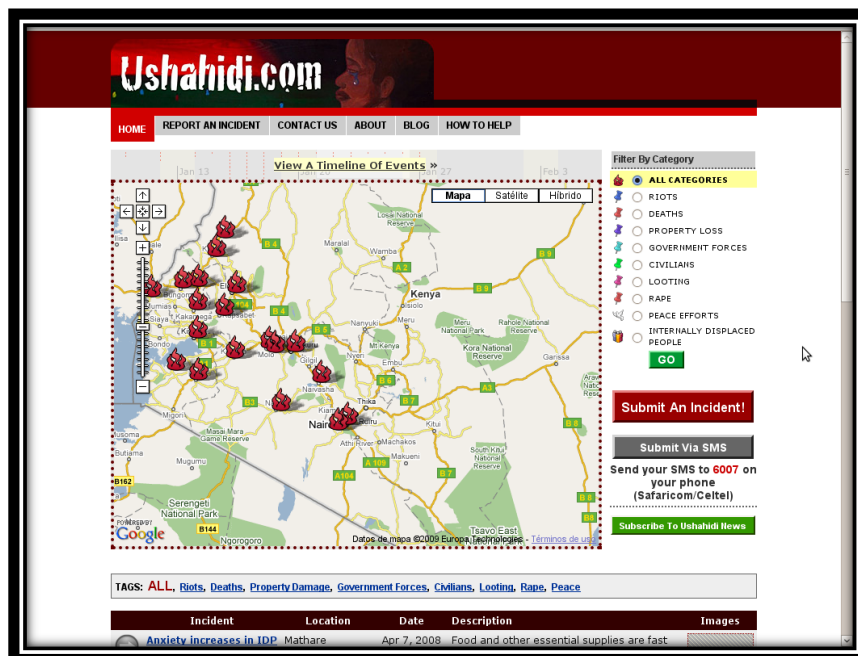


Figura 18.- Envío de alertas de emergencia a través de Ushahidi.

Fuente: <https://tavaana.org/en/content/ushahidi-crisis-mapping-kenya-mapping-globe>

Como puede apreciarse existen algunas alternativas para la implementación de alertas de emergencia, sin embargo, y lamentablemente, estos sistemas no existen en todas las partes del mundo, una cuarta parte de los países analizados en el Informe de Evaluación Global 2001 para la Reducción de Riesgos de Desastres informó que las comunidades no recibieron ninguna advertencia oportuna para los peligros inminentes. Y mientras se siguen desarrollando nuevas alternativas para alertas de emergencia o se mejoran las existentes, se dejó de lado las opciones de comunicación de los mismos a la ciudadanía, cuando eso debería ser el complemento obligatorio para un verdadero desarrollo e implementación de una alerta de emergencia, no puede quedarse todos los esfuerzos humanos y económicos en la detección oportuna de los desastres sino en la difusión oportuna y masiva de los mismos, de manera que se consiga el

objetivo fundamental de estas alternativas que es el de salvar la mayor cantidad de vidas humanas posibles.

### 5.3.2 SAE, DETECCIÓN Y RESPUESTAS.

Con la implementación de sistemas eficaces de alertas de emergencia muchos países han reducido significativamente las muertes de sus habitantes, que son el patrimonio más importante de los mismos; sin embargo, es poco lo que se puede hacer para proteger las infraestructuras en caso de desastres repentinos, es por ello que grandes pérdidas económicas son otra consecuencia de la ocurrencia de estos fenómenos, pero de estas las más significativas son la destrucción de infraestructura y posterior interrupción de servicios básicos, por lo que un eficaz sistema de alerta de emergencia puede proporcionar información valiosa sobre todo en tiempo para que los encargados de la provisión de servicios básicos puedan implementar medidas de prevención como puede ser la adaptación de edificios, instalación de infraestructura secundaria , construcción de barreras, establecimiento de albergues, rutas de evacuación, etc.

Existen eventos como una erupción volcánica o deslizamientos de tierra que se pueden detectar en una etapa temprana que pueden prevenir a los organismos de seguridad para que tomen las medidas preventivas necesarias, sin embargo, casos como terremotos no se pueden predecir ni la ubicación, magnitud ni el tiempo de ocurrencia, por lo que el conseguir aunque sea segundos de tiempo puede hacer la diferencia, es por ello que cualquier esfuerzo que se pueda hacer para conseguir esa información se considera valioso, por ejemplo implementar sistemas de detección para identificar ondas sísmicas a gran distancia puede permitir que en segundos se tomen decisiones que eviten otro tipo de desastres como es el cierre oportuno de líneas de suministro de petróleo, gas, etc.

A pesar de la mejora en la eficacia de los SAE, su objetivo de conseguir el menor riesgo para las comunidades propensas a desastres, no se consigue en su totalidad ya que todavía esas alertas no se comunican de manera efectiva, aun cuando los Organismos encargados de la seguridad ciudadana en países desarrollados y en desarrollo son ahora más conscientes de la naturaleza, frecuencia, ubicación y la intensidad de los diversos tipos de amenazas y tienen avanzadas técnicas para el seguimiento y detección de desastres. Un ejemplo lamentable es el que ocurrió con el desastre más devastador de la historia, el tsunami del Océano Índico de 2004, en el que a pesar de que el centro de Alertas de Tsunamis del Pacífico en Hawái detectó el terremoto y realizaron las llamadas telefónicas a las agencias de países como Indonesia y Tailandia, estos no contaban con infraestructura de comunicación de desastres por lo que la advertencia no se

difundió oportunamente a las comunidades locales, ocasionando 492.866 pérdidas humanas.<sup>20</sup>



**Figura 19.- Difusión de alerta de emergencia.**

**Fuente:** <http://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2015/03/sendai-early-warning-saves-lives-but-communities-need-targeted-useful-information/>

### 5.3.3 LENGUAJE Y CREDIBILIDAD DE LOS SAE

Uno de los inconvenientes detectados en la difusión de las alertas de emergencia es el lenguaje y formato utilizado, que en muchas ocasiones no es fácil de entender por los ciudadanos que no están familiarizados con “jerga científica”, lo que hace que las personas no reaccionen oportunamente, por lo que se hace indispensable que en la transmisión de mensajes de alerta de emergencia se use un lenguaje claro y comprensible de parte de la ciudadanía de manera que se informe lo que la población necesita saber, es decir no el tipo de evento, magnitud, profundidad, porcentaje, etc. sino información básica y comprensible que les permita actuar de manera inmediata conforme los protocolos establecidos oportunamente por los organismos encargados del tema de seguridad. Además se debe establecer claramente los niveles de alerta de manera que la ciudadanía no tenga ese grado de incertidumbre generado por la difusión de alertas de eventos que nunca se producen quitando credibilidad en los mismos y siendo por ello las mismas personas las que toman la decisión de priorizar su acción ante estas alertas, por ejemplo si en el caso de una alerta de evacuación ellos deciden si lo hacen o permanecen cuidando sus bienes, es decir ellos se ponen a juzgar y el riesgo que puede tener el evento y determinan si ese sería menor que el riesgo de perder su medio de vida.

En este mismo sentido, a medida que los SAE crecen en cuanto a cobertura geográfica y tecnología, están creciendo también las falsas alarmas y ese crecimiento hace que aumente

---

<sup>20</sup> Según análisis de las Naciones Unidas, se produjeron 436.983 muertos y 55.883 desaparecidos.

también la desconfianza de las personas, por lo tanto se diluye también el impacto que se quiere de la alerta y sobre todo se reduce la credibilidad en las futuras advertencias, por ello se debe trabajar con protocolos claros, con responsabilidades específicas y bien determinadas, generando una sola fuente de información oficial evitando sobre todo que los medios de comunicación emitan información inexacta, exagerada o engañosa sobre la ocurrencia de los posibles eventos. De igual manera debe ocurrir con la difusión de mensajes en servicios Web, correo electrónico así como tecnologías de radio y televisión, que pueden usarse para comunicar advertencias, evitando que las personas sean las que establezcan la discrecionalidad de lo que funciona y no funciona. El monitoreo de la efectividad de esas herramientas no deber ser discrecional para la ciudadanía sino para los Organismos a cargo de comunicar estas alertas, quienes sí, luego de las evaluaciones respectivas, podrán determinar la efectividad de los mismos y por lo tanto decidir su aplicabilidad en el futuro o su utilización dependiendo de la naturaleza y característica del evento que se presente.

Finalmente en lo que a comunicación de alertas y alarmas se refiere debe centralizarse esta responsabilidad en un solo Organismo, de manera que exista una coordinación permanente dentro los diferentes actores públicos y privados para que cada uno tenga claro su grado de participación y responsabilidades y no sea la naturaleza del evento la que genere quien la comunica, sino que esa comunicación de alerta y su grado de importancia sea establecida por un solo Organismo, en el caso del Ecuador esa responsabilidad la tiene actualmente el Ministerio Coordinador de la Seguridad.

De las experiencias internacionales se puede afirmar que no hay una forma sencilla de mejorar los SAE, sin embargo, si se ha establecido que su impacto se maximizará sólo cuando se tomen las medidas necesarias para mejorar la eficacia de las herramientas tecnológicas y las previsiones científicas y sobre todo se establezcan adecuados y oportunos canales de difusión a la ciudadanía, proporcionando tiempo valioso con el que se puedan salvar vidas humanas irremplazables y para las cuales se deben hacen todos los esfuerzos posibles.

## 5.4 LA TELEVISIÓN DIGITAL

La televisión digital terrestre (TDT) es una nueva tecnología utilizada para la transmisión de señales de televisión que ha generado mucha expectativa en los países donde se la ha implementado, por cuanto a más de ofrecer una mejor calidad de la señal de televisión, introduce servicios adicionales como interactividad, movilidad y aplicaciones en línea.



Figura 20.- Escenarios de la TDT.

Fuente: SUPERTEL<sup>21</sup>

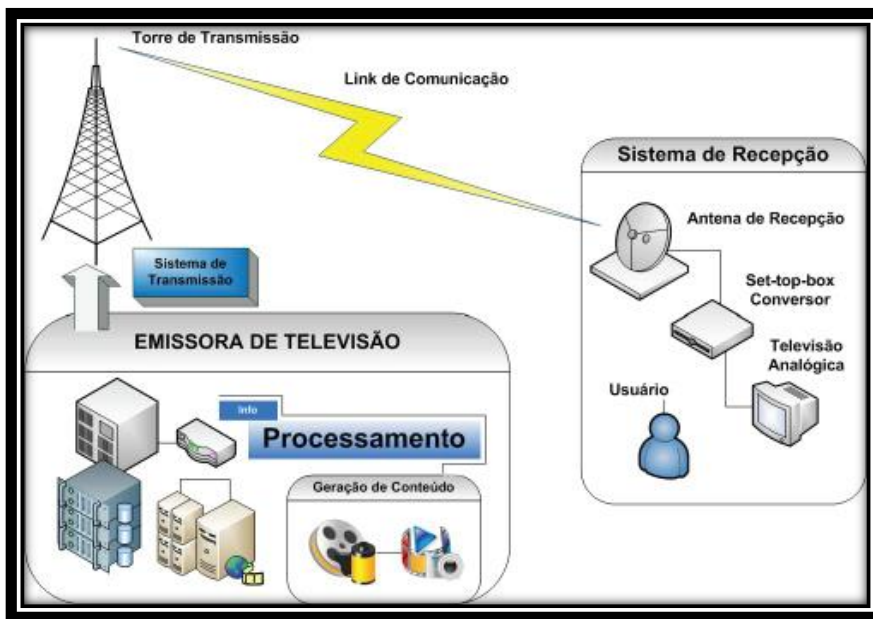
Entre otros se pueden señalar los siguientes beneficios de la televisión digital respecto de la analógica:

- Señal inmune a efectos de interferencias como llovizna, multirrayectos, ruido impulsivo.
- Mejor calidad de la señal.
- Movilidad.
- Optimización en el uso del espectro radioeléctrico.
- Interactividad.
- Servicios adicionales de datos.
- Redes de Frecuencia Única - SFN (reutilización de una misma frecuencia para cubrir diferentes zonas o llegar a zonas de “sombra” que actualmente no tienen cobertura con la señal analógica).
- Sistemas de autodiagnóstico, gestionables remotamente
- Automatización que permite mejorar la producción y emisión de programas.
- Imagen digital compatible con datos y sonidos digitales, pudiendo las tres señales ser procesadas de la misma manera
- Menor relación señal a ruido.
- Menor consumo de potencia en los equipos de transmisión (en comparación de transmisores analógicos para a una misma área de cobertura).

Cabe señalar que los receptores de televisión analógica no son capaces de interpretar las señales

<sup>21</sup> Informe sobre la Implementación de la TDT en el Ecuador - 2011

del sistema digital. Es necesario un paso de conversión, realizada generalmente por los equipos conocidos como *Set-Top-Box* – STB. Actualmente existen en el mercado televisores que tienen embebido en su sistema un bloque de decodificación que les permite recibir señales analógicas y digitales y por lo tanto ya no requieren de un STB independiente. En la Figura 21, se puede ver esquematizado un sistema de recepción de televisión digital, en el cual las señales de audio y vídeo se envían por el sistema de transmisión así como los datos que se irradian también a través de la torre de transmisión.



**Figura 21.- Sistema de Recepção para TDT.**  
**Fuente: INATEL – BRASIL<sup>22</sup>**

En el sistema de recepción, la antena UHF capta las señales de la emisora y la entrega al convertidor set-top-box, que será responsable de la adaptación de la señal digital al sistema de TV. En cuanto a la producción de programas de televisión, la grabación magnética de la televisión digital fue clave, debido principalmente, a la rápida degradación de las copias analógicas.<sup>23</sup> La información digital que sufra deformaciones de amplitud y tiempo a causa de condiciones mecánicas durante el proceso de grabación, pueden ser reconstruidas durante la reproducción. Esto garantiza la calidad de las señales transmitidas y recibidas.

#### 5.4.1 INTERACTIVIDAD EN LA TDT

Además de la conversión de la señal digital a analógica, los STB permiten a los usuarios interactuar

<sup>22</sup> Introdução ao Sistema de Televisão Digital - 2012

<sup>23</sup> CUBERO M., (2009) La Televisión Digital, Fundamentos y Teorías.

con el contenido presentado. La interactividad se la realiza a través de un *middleware*, que es un *software* que permite interactuar o comunicarse con otras aplicaciones, software, redes, hardware o sistemas operativos<sup>24</sup>. El objetivo es proveer una solución que mejora la calidad de servicio, seguridad, envío de mensajes, directorio de servicio, etc. El middleware tendrá acceso a la información, como el vídeo, audio y datos, realizará el direccionamiento de estos elementos a la TV o almacenará datos en un dispositivo para tal propósito. En la Figura 22, se muestra la presencia de un canal de retorno, la apertura de un túnel entre la interactividad del sistema de recepción y de la estación de televisión.

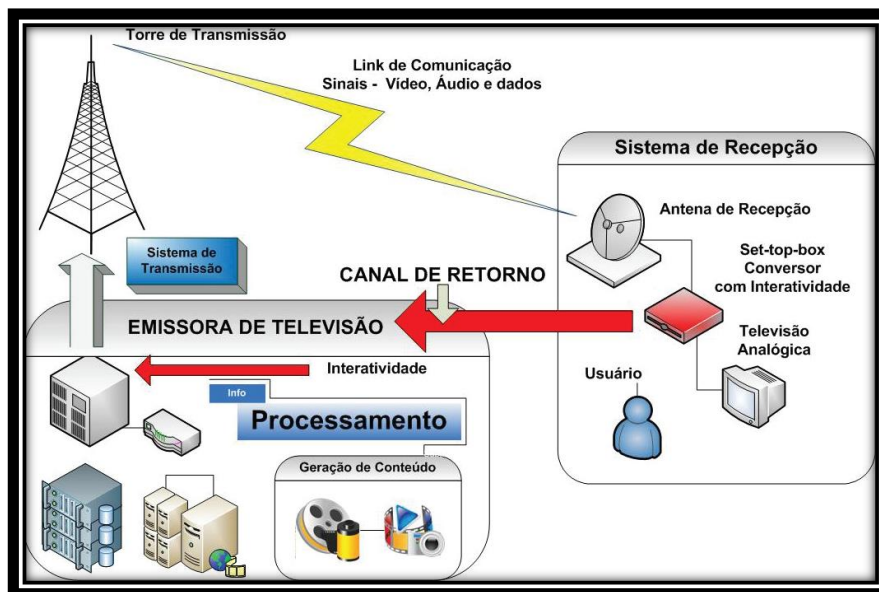


Figura 22.- Interactividad de la TDT con el usuario.  
Fuente: INATEL – BRASIL<sup>25</sup>

#### 5.4.2 ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE

Actualmente, en el mundo se conocen cinco estándares de TDT, cada uno con su norma respectiva:

- **Advanced Television Systems Committee (ATSC)**, adoptado en los Estados Unidos de América. Implementa la transmisión de una sola portadora conocida (*Single Mode Carrier - SMC*), la fortaleza de este estándar es la transmisión de señales de Alta Definición - HD a puntos fijos.
- **Digital Video Broadcasting (DVB)**, adoptado en Europa. Implementa la transmisión multiportadora, su fortaleza por tanto es la emisión de varios contenidos en calidad estándar (SD) o en HD, optimizando el uso el espectro de frecuencias asignado al canal de televisión,

<sup>24</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Middleware>.

<sup>25</sup> Introdução ao Sistema de Televisão Digital - 2012

reemplazando una señal de televisión analógica por varias señales de televisión digital en el mismo ancho de banda.

- **Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial (ISDB-T)**, adoptado por Japón. Implementa la transmisión móvil, pudiendo enviar señales HD, SD y OS (one – seg) usando el mismo espectro de frecuencias asignado para el canal de televisión.
- **Digital Multimedia Broadcasting (DMB)**, adoptado en China, es el estándar más “joven” y adopta para sí las ventajas de cada uno de los estándares anteriores.
- **Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial Brasil (ISDB-Tb)**, adoptado en Brasil, es una variación del estándar ISDBT, misma que ha sido aceptada por Japón de manera que se convirtió en un estándar internacional, consiste fundamentalmente en conseguir una mayor compresión de los señales de audio y video, es decir mayor optimización del espectro. Mientras con el estándar japonés se podía transmitir simultáneamente hasta 4 señales en SD, con la variación brasileña se pueden transmitir hasta 8 señales SD simultáneamente; sin embargo, hay que tener en cuenta la relación costo beneficio que esto implica, ya que mientras más señales se transmitan menor es la calidad de las mismas, aunque siempre serán de mejor calidad que la señal analógica.

Si bien es cierto cada uno de estos estándares tienen sus particularidades, en cuanto a las características de funcionamiento, todos mantienen intereses comunes: proporcionar una mayor resolución espacial (vertical y horizontal) en los televisores a través de la relación de aspecto de 16:9, incrementar la calidad del sonido, optimizar el rendimiento del sistema en la transmisión y en la recepción y garantizar al usuario una alta calidad de recepción. En la tabla 2 se resumen las principales características técnicas de los estándares de TDT.

Instituto Nacional de Telecomunicações

**Padrões de TV Digital**

Características dos Padrões

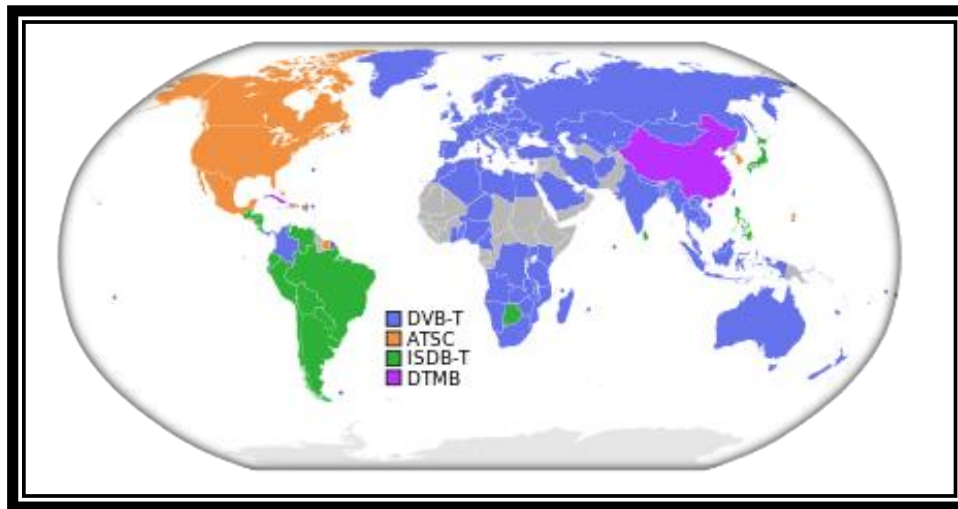
	Americano ATSC	Europeu DVB-T	Japonês ISDB-T	Chinês DMB-T	Brasileiro ISDB-Tb
Digitalização de Vídeo	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	H.264
Digitalização de Áudio	DOLBY AC-3	MPEG-2 AAC	MPEG-2 AAC	MPEG-2	MPEG-4 AAC
Camada de multiplexação	MPEG	MPEG	MPEG	MPEG SCM e MCM	MPEG
Transmissão de Sinais	Modulação 8-VSB	COFDM	COFDM	COFDM	COFDM

Middleware: DASE, MHP, ARIB, IMP, GINGA

**Tabla 2.- Características de los estándares de TDT.**  
Fuente: INATEL – BRASIL<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Introdução ao Sistema de Televisão Digital - 2012

En la Figura 23 se muestra el despliegue de la televisión digital en el mundo:



**Figura 23.- Despliegue de la TDT.**

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Televisi%C3%B3n\\_digital\\_terrestre](https://es.wikipedia.org/wiki/Televisi%C3%B3n_digital_terrestre)

### 5.4.3 FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE TDT

Los tres componentes básicos de un sistema de TDT son:

- Emisora o estudio,
- Etapa de radiodifusión; y,
- Sistema de recepción.

La emisora o estudio se encarga de la producción de contenidos, que pueden traducirse en tres tipos de señales: de audio, de vídeo y de datos.

La etapa de radiodifusión tiene el objetivo principal de codificar las señales de audio, video y datos para la transmisión hacia el destino. La codificación de las señales permite optimizar el ancho de banda ocupado por la señal que se transmitirá. Una de las principales dificultades en esta etapa es el almacenamiento y la transmisión de dicha información. Esta migración de los medios de comunicación analógicos a los medios de comunicación digitales, implica la necesidad de estandarizar los métodos de codificación.

El sistema de recepción demodula y descodifica la señal. La capa de transporte de este sistema, diferencia cada tipo de información (audio, vídeo y datos).

#### 5.4.4 MODELADO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN DIGITAL

Dentro de la cadena de transmisión de un sistema de televisión Digital, la codificación de fuente (*Source Coding*) es una de las etapas más importantes, esto permitirá la multiplexación de las señales para obtener un único flujo de información, que representa la señal de televisión digital, que contiene: audio, video, datos de interactividad e incluso la información relacionada con el control del sistema. Este flujo de información digital, es denominado *Transport Stream TS* (flujo de transporte), el flujo TS en sí, transporta la información necesaria para que la sección de demultiplexación (Demux) y decodificación (Decoder) puedan extraer los paquetes correctos del flujo y realizar la decodificación. En este sentido, el trabajo de la capa de transporte es esencial tanto en la transmisión (radiodifusión) como en la de recepción, y será éste flujo, que proviene de la capa de transporte, el que será transmitido e interpretado por los equipos receptores para poder ser apreciado por los tele-espectadores.

Es necesario resaltar que hay una diferencia notable entre simplemente transmitir señales y transmitir señales de manera eficiente, por lo que se debe considerar en el modelado de sistemas de comunicaciones, el empleo de dos recursos principales para cuestiones de análisis y diseño:

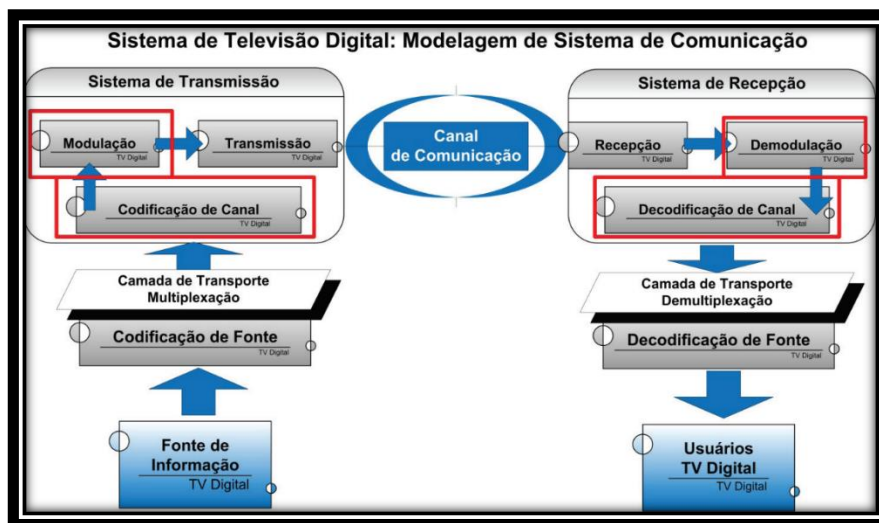
- Ancho de banda de canal.- definido como la banda de frecuencias asignada para la transmisión de información.
- Potencia de transmisión.- que es la potencia ( $P_t = \text{Energía} / \text{Tiempo}$ ) utilizada para la transmisión (radiodifusión) de información vía interfaz del aire.

Estos dos recursos deben ser utilizados de la manera más eficiente posible; existen aplicaciones donde el canal puede ser limitado en ancho de banda, por ejemplo una transmisión a través de una red de cable, dado que este medio de transmisión se comporta como un filtro pasa bajos. Por otra parte existen canales en los que hay limitación de la potencia, por ejemplo las comunicaciones espaciales a través de una transmisión vía satélite. Ésta búsqueda por alta eficiencia de operación puede ser evaluada a través de análisis de desempeño, por lo que la manera como un sistema de comunicación es proyectado e implementado marca la diferencia en su elección.

La televisión digital se presenta como una aplicación-desafío para el sistema de radiodifusión, ya que está rodeada de requisitos técnicos de operación, que culminan en puntos de performance que se deben cumplir para que el sistema funcione satisfactoriamente. Esto significa que, si no se cumple con estos requisitos de operación y no se alcanza los puntos de performance deseados, no será posible visualizar una imagen en alta definición (HDTV) en la pantalla de TV de los espectadores, que es uno de los objetivos de la señal de TDT. Lo más

importante del diseño en sistemas de comunicación es lograr una comunicación confiable, lo que en el caso de la televisión digital se consigue con un diseño eficiente en los sistemas de modulación, transmisión y radiación.

En la Figura 24 se puede observar el modelado a través de un diagrama de bloques de un sistema de comunicación, aplicado al caso de televisión digital, a fin de que se visualice la cadena de procesos de telecomunicaciones en un entorno de televisión, iniciando en la fuente de información, la etapa de codificación de fuente y la capa de transporte, esto es, realizan el tratamiento/procesamiento/codificación/compresión de las señales de entrada (video/audio), teniendo como resultado, un flujo digital, preparado para ser entregado al sistema de transmisión, compuesto por la etapa de codificación de canal, modulación y transmisión. El sistema radiante (antenas) puede ser considerado como parte integrante del sistema de transmisión. El canal de comunicación conecta el sistema de transmisión al dispositivo receptor, donde efectivamente ocurre la recepción, demodulación y decodificación de canal, constituyendo un sistema de recepción.



**Figura 24.- Modelado de los sistemas de comunicación para TDT.**  
**Fuente: INATEL – BRASIL<sup>27</sup>**

El uso y selección de las formas de onda más apropiado para la transmisión con datos digitales son una ventaja clave de la comunicación digital, en comparación con la situación analógica, esto es aprovechar la naturaleza de la información que se encuentra en el dominio digital, con esta característica, las modulaciones digitales usadas para la televisión digital presentan una serie de ventajas en relación a las modulaciones analógicas, tales como:

<sup>27</sup> Introdução ao Sistema de Televisão Digital - 2012

- Mayor inmunidad al ruido y robustez en cuanto a las adversidades del canal de comunicación.
- Facilidad de multiplexación y procesamiento de diversas informaciones (audio, video, datos) debido al hecho de que tales informaciones ya están en dominio digital.
- Baja probabilidad de error del sistema con relaciones de señal a ruido relativamente bajas.
- Mejor performance y desempeño en el ambiente multipath (multitrayectoria).
- Ocupación de menor ancho de banda.
- Facilidad de implementación
- Equipos de costos relativamente bajos.

Es a través de la modulación digital que en el sistema de televisión digital se puede conseguir:

- Optimizar la ocupación espectral de un canal de televisión.
- Utilizar esquemas de modulación diversos que son capaces de dejar el sistema de televisión digital más robusto contra las adversidades del canal de comunicación.
- Proveer esquemas de modulación que optimizan la velocidad de transmisión al costo de una pequeña elevación de la tasa de error, que necesariamente no alcanza un umbral peligroso para las comunicaciones.
- Flexibilidad en la elección de las modulaciones utilizadas en función de las aplicaciones elegidas (recepción móvil o fija, por ejemplo).

En resumen, comparando la televisión analógica con la digital se pueden destacar las siguientes diferencias:

FACTOR	ANALÓGICO	DIGITAL
Resolución	400x400 pxeles	1920x1080 pixels
		640x480 pixels
Calidad de imagen	Buena	Excelente (DVD)
	Degradaciones: "fantasmas y nieves"	No se degrada mientras la señal puede ser recibida
Calidad de audio	Mono o estéreo	Estéreo o <i>surround</i>
Nuevos recursos		Interactividad ( <i>datacasting</i> )
		Múltiplos flujos de audio y video
Potencia transmitida	Hasta 100 Kw.	Típico 10 Kw.
Optimización del espectro	Uso del espectro limitado por interferencias	Posible uso de canales adyacentes

**Tabla 3.- Principales diferencias entre televisión analógica y digital**

**Fuente: El autor**

#### 5.4.5 SISTEMA BRASILEÑO DE TELEVISIÓN DIGITAL - ISDB-Tb

Al hablar de la televisión digital brasileña es importante resaltar características básicas como modulación digital y los códigos correctores de errores que componen las etapas de codificación/decodificación del canal y la modulación/demodulación digital. Estas son etapas esenciales que componen un diagrama más grande del sistema, denominado sistema de transmisión. Además de estas etapas, surgen otras debido al esquema de transmisión que va a ser utilizado por el sistema. Así, aparecen conceptos como los del sistema de multiplexación por división de frecuencias ortogonales OFDM, que es un esquema de múltiples portadoras, robusto contra la selectividad en frecuencia del canal de comunicación, adicional a esto, se encuentran conceptos como el intervalo de guarda, en el intento de proveer la robustez contra el fenómeno de interferencia intersimbólica, consecuencia del escenario de un canal sujeto a multitrayecto. Para el presente caso de estudio se señalan dichas características desde un punto de vista general, ya que no es parte de los objetivos del mismo el analizar a detalle estas características, sobre las cuales se puede conseguir actualmente mucha literatura; sin embargo, si se revisarán aquellas que son importantes para el planteamiento de la alternativa para implementar una alerta de emergencia.

La tecnología OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplex*) de transmisión, es un sistema de transmisión de multi portadoras. En el sistema de transmisión OFDM, los datos digitales son divididos en multi portadoras y enviados. Como resultado, la longitud del símbolo de transmisión tiene mayor longitud que en un sistema de transmisión de una sola portadora. Si el símbolo de transmisión tiene mayor longitud habrá menos degradación por la Interferencia Inter Símbolo (ICI), causada por la interferencia multi-path (a esta interferencia se le llama “fantasma”).

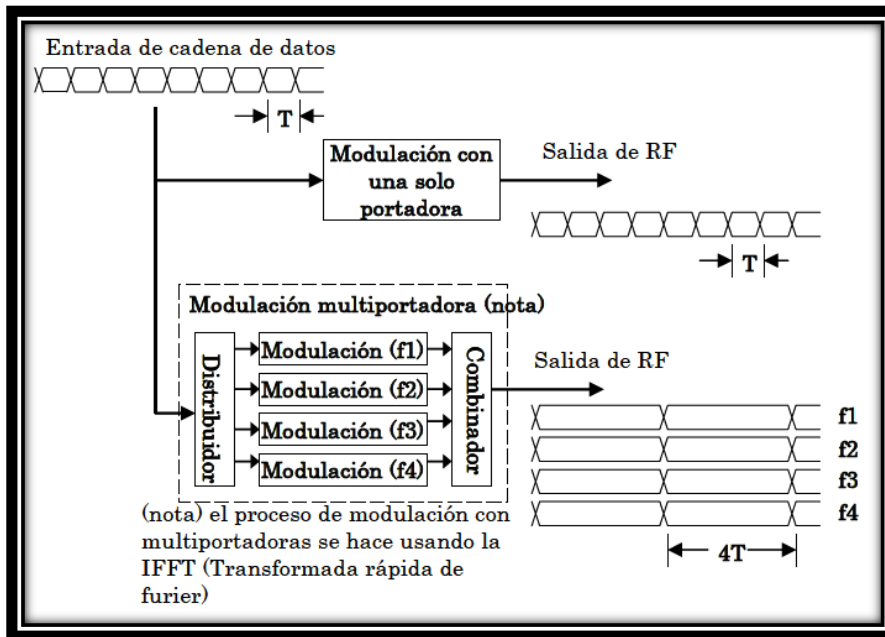


Figura 25.- Diagrama conceptual de relación entre modulación y longitud del símbolo.  
Fuente: DIBEG<sup>28</sup>

En la Figura 25 se muestra conceptualmente la diferencia entre un sistema multi portadora y de una sola portadora, con 4 portadoras como un sistema multi portadoras. Como se muestra, en un sistema multi portadoras, la longitud del símbolo se extiende 4 veces, por otro lado, en un sistema de una sola portadora, la longitud del símbolo tiene la misma longitud que el de señal de entrada.

Adicional a lo anterior, en el sistemas ISDB-T, se agrega un Intervalo de Guarda a cada símbolo, como resultado, la robustez en contra de la interferencia *multi-path* es mejorada, hasta una relación de 0 dB entre señal deseada y no deseada, durante el período de longitud del intervalo de guarda. Cabe señalar que en la banda VHF/UHF el *multi-path* siempre existe, y se lo puede apreciar en un receptor de televisión analógica como los denominados “fantasmas”, esta interferencia ocurre debido a las montañas, edificios y otros obstáculos, es decir no solo existe en la zonas con montañas sino también en las zonas urbanas. El ISDB-Tb muestra un excelente funcionamiento en la recepción, aun en las condiciones antes mencionadas. Además el intervalo de guarda previene la Interferencia Intersimbólica, generada por los retardos propios de señal.

En un sistema de transmisión digital, generalmente se adoptan sistemas de corrección de errores para reducir la degradación causada por diferentes tipos de interferencias (Incluyendo ruido térmico). Los diferentes estándares de TDT adoptaron sistemas de corrección, llamados corrección de errores concatenados (cadena de codificación convolucional/decodificación Viterbi + codificación/decodificación Reed Solomon (RS)).

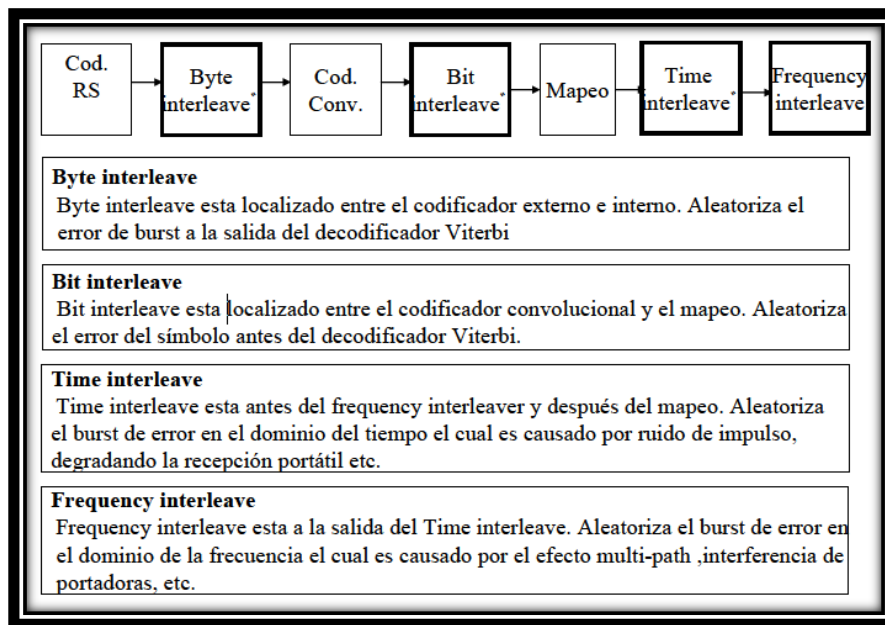
Los sistemas de corrección de errores, generalmente, tienen un mejor funcionamiento en contra

<sup>28</sup> ISDB-T Reporte Técnico. Anexo AA. Contenidos Técnicos y Estructura del Sistema ISDB-T

de los errores aleatorios tales como el ruido térmico, pero no trabajan bien en contra de los errores de *burst* (error concatenado). Por lo tanto, se adopta una tecnología para la aleatorización del error, a través de un sistema de corrección de errores, a esta tecnología se le llame tecnología “*Interleave*”.

El ISDB-Tb tiene 4 tipos de Interleave. Estos son: (1) *Byte interleave*, (2) *Bit Interleave*, (3) *Time interleave*, (4) *Frequency interleave*.

Los efectos de estas funciones de Interleave se detallan la Figura 26.



**Figura 26.- Posición de los circuitos Interleave y su efecto.**

**Fuente: DIBEG<sup>29</sup>**

Como se muestra en la Figura 26, “Time Interleave” es verdaderamente efectivo para mejorar la robustez en contra del ruido impulsivo y funciona mejor para recepciones móvil/portables.

El ruido impulsivo es dominante en el factor de degradación en un área urbana, los cuales son causados desde el motor de un auto, el arranque de equipo eléctrico, etc. son llamados también “ruidos hechos por el hombre”.

El sistema ISDB-T es el único que tiene la función de “Time Interleave”. Los sistemas ATSC y DVB-T no tienen esta función. Como resultado se tiene que el sistema ISDB-T es significativamente superior a los otros dos sistemas ATSC y DVB-T, en el desempeño de recepción en áreas urbanas y desempeño en la recepción móvil/portable.

Adicionalmente las particularidades del sistema OFDM son muchas, culminando en muchas ventajas para la transmisión. El diagrama simplificado de transmisión del estándar de televisión digital brasileño puede verse a través de una estructura de bloques que contiene el esquema de

<sup>29</sup> ISDB-T Reporte Técnico. Anexo AA. Contenidos Técnicos y Estructura del Sistema ISDB-T

transmisión OFDM como núcleo del subsistema de transmisión, conforme se observa en la Figura 27.

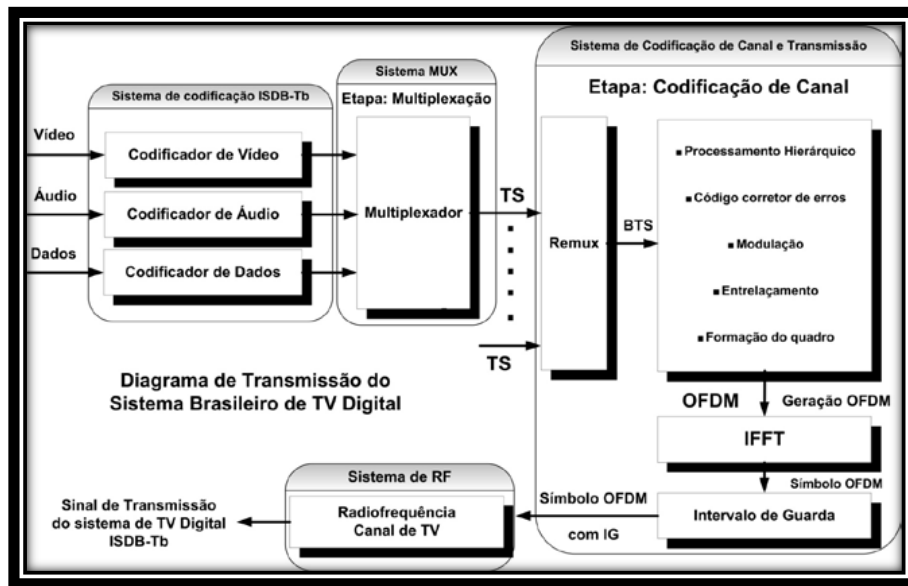


Figura 27.- Diagrama de transmisión del Sistema Brasileño de TDT.

Fuente: INATEL - BRASIL<sup>30</sup>

El estándar ISDB-Tb está compuesto por un sistema de codificación que contempla los codificadores de video (H.264-AVC), codificadores de audio (MPEG4 AAC) y la etapa de codificación de datos. En seguida se tienen la sección de multiplexación donde las señales de audio y video, junto con los datos complementarios forman el Transport Stream o TS. Esta etapa de multiplexación es esencial dentro del sistema de TV Digital, pues es aquí donde se crean las tablas y descriptores utilizados para transportar la información de configuración del sistema de transmisión. Cada paquete del flujo TS posee una identificación (PID)<sup>31</sup>, pero no existen identificadores predeterminados para audio y video, por ejemplo. Existen paquetes importantes dentro del flujo TS que transportan la información de cómo el propio TS está estructurado, indicando principalmente:

- Cuántos programas están siendo transportados por el flujo.
- Cuáles son los paquetes de audio y video de un determinado programa dentro del flujo.
- Tales informaciones son las tablas que viajan en el payload de paquetes con identificadores (PID) específicos:
  - PID - 0x0000: Tabla PAT – *Program Association Table*.
  - PID - 0x0001: Tabla CAT – *Conditional Access Table*.
  - PID - 0x0010: Tabla NIT – *Network Information Table*.

<sup>30</sup> Introdução ao Sistema de Televisão Digital - 2012

<sup>31</sup> PID = Packet Identification, sirve para identificar a que programa/tabla corresponde el paquete TS.

Estas tablas son denominadas tablas de informaciones específicas de los principales programas - (PSI)<sup>32</sup> que contienen información que permite la configuración automática del receptor para que este pueda demultiplexar y decodificar las múltiples programaciones existentes en una multiplexación.

Para todos los servicios que estén en este flujo del multiplexador, la tabla PAT<sup>33</sup> crea los identificadores asociados a los programas que corresponden a determinados servicios. Así, se llega hasta los paquetes con los PID direccionados por la PAT. Estos paquetes poseen otra tabla denominada PMT<sup>34</sup> (el PID de la tabla PMT es designado por la PAT). En la tabla PMT se encuentra una lista de PID que informan cuáles son los paquetes de audio y video del referido programa, componiendo el mapeamiento del programa. Es a través del análisis de estas tablas e informaciones específicas del sistema que es posible realizar la recepción, demultiplexación y decodificación correcta de las señales en un sistema de TV Digital. En resumen, del análisis de las tablas se obtiene la información para estructurar el flujo de señales. En la Figura 28 se muestra la segmentación de las diferentes tablas embebidas en el TS.

Los descriptores traen la información/descripción de clasificación y género de programas, identificación del radiodifusor, horario y cambios de eventos y mucha otra información. Entonces, un análisis de la etapa de multiplexación en lo que respecta al montaje, estructura y funcionalidades implementadas en el TS del sistema ISDB-Tb es muy amplio, por lo que de considerarse se puede revisar la referencia normativa y literatura para ampliar los conocimientos de esta etapa (en las Normas ABNT<sup>35</sup>, se establecen todas las características técnicas de operación del sistema brasileño de televisión digital en sus diferentes etapas de transmisión).

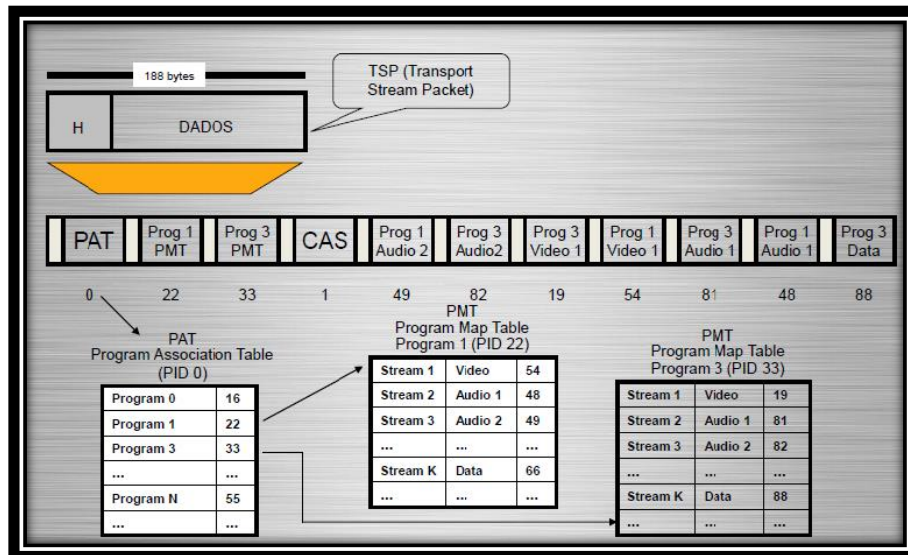
---

<sup>32</sup> PSI = Program Specific Information, proporcionan toda la información necesaria para poder decodificar los servicios (PID de los paquetes de video, PID de los paquetes de audio, EPG, aplicaciones interactivas, etc).

<sup>33</sup> PAT = Program Association Table, proporciona información de los programas asociados a un TS, a través de ella se sabe en que PID viajan las tablas PMT de cada programa (audio, video, datos)

<sup>34</sup> PMT = Program Map Table, proporciona información relacionada con los *elementary stream* (audio, video, datos, etc), el códec usado, además de una serie de descriptores (acceso condicional, alertas de emergencia, etc), por cada programa debe definirse una PMT diferente.

<sup>35</sup> Associação Brasileira de Normas Técnicas



**Figura 28.- Segmentación de las Tablas del TS de una señal de TDT.**

**Fuente: Screen Service - Brasil**

La tabla PMT, además de identificar e indicar la localización del stream (flujo de video y audio) correspondiente a cada uno de los servicios transmitidos provee la localización del campo PCR<sup>36</sup> para un servicio. Es interesante notar que varios flujos TS pueden ser re-multiplexados a fin de formar un único flujo para la transmisión vía radiodifusión. La formación de este nuevo flujo de información es denominada BTS (Broadcast Transport Stream). Así, retornando al análisis de la Figura 27 se puede interpretar la etapa de multiplexación y remultiplexación como un sistema mayor de multiplexación que entrega en su salida un único flujo BTS listo para la transmisión, entrando primero en la etapa de codificación del canal. En esta etapa de codificación de canal surge el empleo de los códigos correctores de errores y modulaciones digitales, etapas esenciales dentro de los sistemas de televisión digital.

#### 5.4.5.1 *SEGMENTACIÓN DE BANDA EN ISDB-Tb*

Una de las características más interesantes del sistema ISDB-Tb es que el esquema de transmisión OFDM está basado en la segmentación de banda, o sea, en el ISDB-Tb surgen los segmentos OFDM, dando origen al esquema de transmisión BST-OFDM (*Band Segmented Transmission – Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). Este esquema de segmentación de banda provee la flexibilidad de operación y la robustez contra la selectividad en frecuencia del canal de comunicación, pues es posible alcanzar una flexibilidad de configuración de estos segmentos para atender diferentes aplicaciones y servicios como la recepción fija, móvil y portátil, en el mismo canal, simultáneamente.

<sup>36</sup> PCR = Program Clock Reference, posibilita la correcta y síncrona decodificación y presentación de las señales de video y audio.

A la difusión de diferentes servicios se le denomina transmisión jerárquica. La preocupación entonces es mapear o asignar estos servicios en los segmentos OFDM de transmisión. En este sentido, se forman las llamadas capas jerárquicas. Cada capa jerárquica está constituida de uno o más segmentos OFDM. Así es realizada la configuración de cada una de estas capas jerárquicas. Parámetros de configuración de transmisión como el esquema de modulación de las subportadoras OFDM, la tasa de códigos internos y el tamaño del entrelazador (*Time Interleaving*) pueden ser ajustados para cada capa jerárquica. Esto hace que el estándar ISDB-Tb tenga una mayor flexibilidad, pues cada tipo de servicio presenta requisitos que exigen mayor robustez/protección o flujo/capacidad, por ejemplo. Así los servicios que serán transmitidos pueden ser configurados de forma personalizada. Hasta tres capas jerárquicas pueden ser transmitidas en un mismo canal de 6 MHz. De esta manera, el espectro de transmisión o canal de 6 MHz es dividido en 14 segmentos OFDM, donde 13 segmentos son utilizados para la transmisión de señales del sistema de TV Digital y un segmento utilizado como banda de guarda para canales adyacentes. La banda total del canal de TV (6 MHz) será dividida en 14 segmentos, resultando en un ancho de banda por segmento de aproximadamente 428 kHz, conforme se muestra a continuación:

$$BW_s = \frac{BW_c}{14} = \frac{6\text{MHz}}{14} = 428.571428 \text{ kHz} \approx 428.57 \text{ kHz}$$

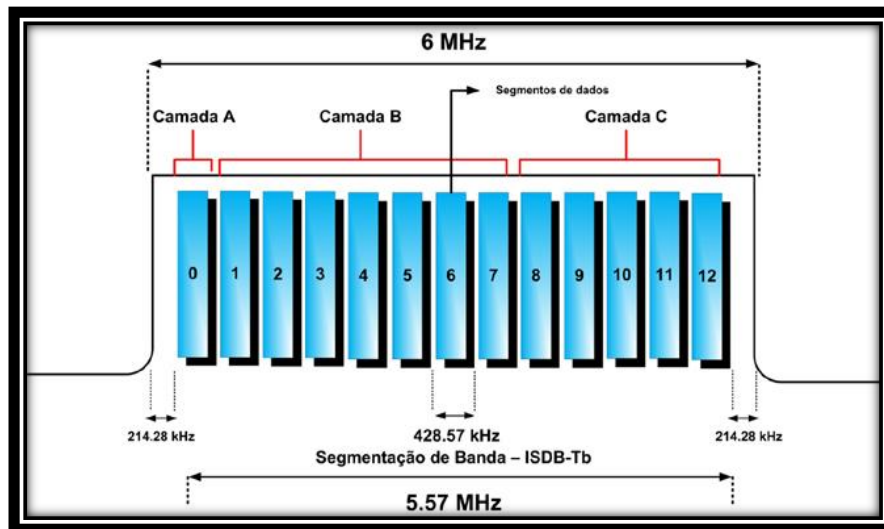
$BW_s$  = Ancho de banda del segmento OFDM (428.57 kHz)

$BW_c$  = Ancho de banda del canal (6 MHz)

Estos 13 segmentos OFDM (14 totales, 13 de datos y 1 de banda de guarda) pueden ser agrupados en tres capas jerárquicas denominadas capas A, B y C. Por lo tanto, el segmento OFDM es la unidad básica de transmisión del esquema BST-OFDM. Las subportadoras están en estos segmentos OFDM, lo que significa que pueden existir millones de subportadoras en el canal de televisión (todos los segmentos). Una de las características principales del sistema OFDM es justamente el espaciamiento entre estas subportadoras. En el estándar ISDB-Tb, es posible seleccionar entre tres opciones de espaciamiento de subportadoras OFDM. Esas tres opciones de espaciamiento deben obligatoriamente ser identificados como modos del sistema. Para el caso brasileño, la separación de frecuencia obligatoriamente será de 4 kHz, 2 kHz o 1 kHz, respectivamente para cada uno de los modos 1, 2 y 3. El número de portadoras varía dependiendo del modo, sin embargo la tasa útil de cada modo será obligatoriamente la misma en todos los modos. Así, cada modo tiene un número de subportadoras implícitas en diferentes tiempos útiles de símbolo.

La Figura 29 ilustra la segmentación de datos en el estándar ISDB-Tb sin la formación de la trama OFDM para transmisión. Por tanto, los segmentos de datos son dispuestos en orden

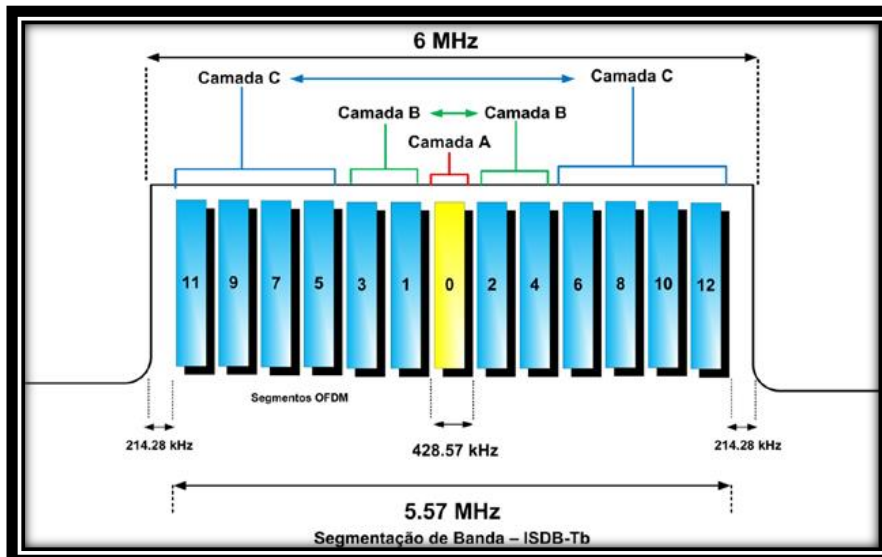
ascendente, formando las capas A, B y C. Se nota que los segmentos de datos poseen un ancho de banda de 428 kHz y un espacio de guarda del orden de un segmento, que tiene la función de emplear la banda de guarda en canales adyacentes. Por tanto, la ocupación de 13 segmentos de datos (0 a 12) es de, específicamente 5.57 MHz. Como la separación de las subportadoras cambia con el modo de operación, se cambia también esta ocupación específica de banda. Más precisamente, en el modo 1 se tiene una ocupación de 5.575 MHz, en el modo 2 se tiene 5.573 MHz, y en el modo 3 se tiene 5.572 MHz.



**Figura 29.- Segmentación de la banda de 6 MHz para el sistema ISDB-Tb.**  
Fuente: INATEL - BRASIL<sup>37</sup>

En la Figura 30 se puede observar el escenario de ocupación espectral del canal de TV con los segmentos OFDM, organizados después de la formación del cuadro OFDM. Está representado un caso hipotético de agrupación de segmentos OFDM para sus respectivas capas jerárquicas, donde se utilizan 4 segmentos para la capa B y 8 segmentos para la capa C, más externa. La segmentación de banda es realizada a través de la separación de los segmentos impares (a la izquierda) y dos segmentos pares (a la derecha). Por lo tanto, se debe notar que en el ISDB-Tb, un segmento central puede ser utilizado como una capa, denominada Capa A, para la emisión del servicio *one seg* para recepción por dispositivos portátiles como *handhelds* y celulares. Este servicio se caracteriza por ser de recepción parcial, pues solamente parte de los segmentos (1 segmento) es recibido. Cada capa jerárquica posee sus propias configuraciones de transmisión como modulación, tasa de código y profundidad del entrelazador utilizado en la etapa de codificación de canal.

<sup>37</sup> Introdução ao Sistema de Televisão Digital - 2012



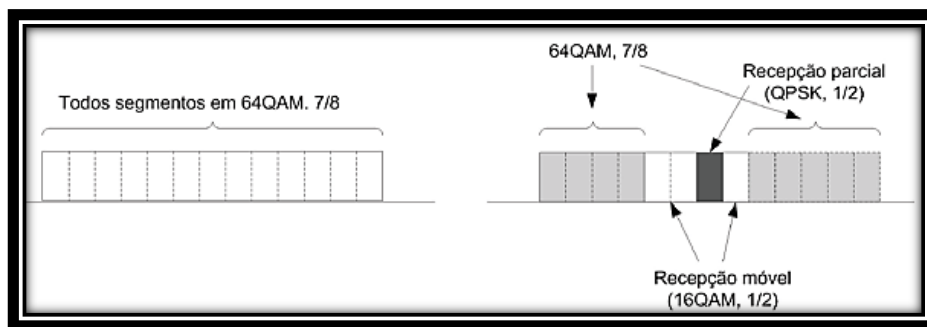
**Figura 30.- Ocupación del canal de 6 MHz por capas jerárquicas.**  
**Fuente: INATEL - BRASIL<sup>38</sup>**

De esta forma, aplicaciones que exigen un mayor grado de robustez en la transmisión, como modulaciones de orden relativamente inferior (BPSK, QPSK) y tasa de códigos correctores de errores como  $\frac{1}{2}$  o  $\frac{3}{4}$  pueden ser localizadas en una determinada capa jerárquica, más robusta. De lo contrario, las aplicaciones que demandan mayor tasa de transmisión (velocidad de transmisión), mayor rendimiento, requieren un orden de modulación superior y el control de errores como un tema estratégico, después de todo, se recomienda el uso de protección de las informaciones con los códigos correctores de errores, sea cual fuere el servicio, como la transmisión HDTV, SDTV o móvil.

Es importante referenciar la utilización de determinadas subportadoras que transportan informaciones de control de transmisión y multiplexación del sistema, esas subportadoras son denominadas TMCC (*Transmission and Multiplexing Configuration Control*). La señal TMCC debe obligatoriamente contener la información de control y la información necesaria para ayudar al receptor en la identificación de los modos de operación. En el ámbito de la transmisión, todos los 13 segmentos OFDM deben obligatoriamente ser convertidos en señales de transmisión OFDM por la IFFT (transformada inversa de Fourier). La Figura 31 muestra los casos donde la transmisión jerárquica es utilizada y cuando no. A la izquierda se evidencia una emisión cuando todos los segmentos funcionan con modulación 64-QAM y tasa de código convolucional de  $\frac{7}{8}$ , ofreciendo un escenario de gran capacidad o velocidad de transmisión, como el servicio de HDTV, por ejemplo. Más a la derecha se muestra la transmisión jerárquica como el uso de las tres capas cubriendo los servicios de recepción fija, con la configuración 64-QAM –  $\frac{7}{8}$  con mayor capacidad de datos, en seguida la configuración 16-QAM –  $\frac{1}{2}$  con la oferta de servicios

<sup>38</sup> Introdução ao Sistema de Televisão Digital - 2012

para recepción móvil y la configuración QPSK – 1/2 para la recepción parcial (servicio one-seg). Es importante notar que la clasificación de estos servicios está basada en la clasificación del propio receptor. Así, existen los dispositivos receptores full seg y los receptores one-seg. Un dispositivo receptor one-seg decodifica exclusivamente el segmento central – Capa A del sistema de TV Digital. Así, la clasificación one-seg es destinada a los receptores de tipo portátil, también conocidos por *handheld*, especialmente recomendados para televisores de dimensiones reducidas, normalmente de hasta 7 pulgadas. Entre los productos clasificados como one-seg, están los receptores integrados como teléfono celular y televisores portátiles, los cuales son energizados por una batería interna y, por tanto sin necesariamente demandar una fuente externa de energía, como los destinados para utilizarse en automóviles.



**Figura 31.- Utilización de la transmisión jerárquica en ISDB-T.**  
**Fuente: INATEL - BRASIL<sup>39</sup>**

Los receptores full-seg son dispositivos de recepción capaces de decodificar todos los 13 segmentos del sistema ISDB-Tb. La clasificación full-seg es aplicada a los convertidores digitales, también conocidos por set-top-box así como a los receptores de 13 segmentos que se encuentran ya integrados en los televisores, pero no limitado a ellos. Cabe señalar que este tipo de receptores son capaces de recibir y decodificar señales de televisión digital terrestre de alta definición y a criterio del fabricante, también recibir y decodificar la información transportada en la capa “A” del *transport stream*, aplicada para los servicios direccionados a los receptores portátiles, definidos como one-seg. Por lo tanto, un dispositivo de recepción, sea móvil o portátil (pequeñas dimensiones) es clasificado como one-seg si éste decodifica solamente el segmento central – Capa A. Del mismo modo, si un dispositivo receptor fuera capaz de interpretar y decodificar los 13 segmentos es clasificado como full-seg.

<sup>39</sup> Introdução ao Sistema de Televisão Digital - 2012

#### 5.4.5.2 PARÁMETROS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL ISDB-Tb

La siguiente Tabla proporciona la información de los parámetros del sistema de transmisión del ISDB-Tb.

PARÁMETROS		VALORES
Número de segmentos	→	13
Ancho del segmento	→	$6000 / 14 = 428,57$ kHz
Banda ocupada	→	5,755 MHz (modo 1) 5,573 MHz (modo 2) 5.572 MHz (modo 3)
Número de subportadoras	→	1405 (modo 1) 2809 (modo 2) 5617 (modo 3)
Esquemas de modulación	→	DQPSK, QPSK, 16 QAM y 64 QAM
Espacio entre subportadoras	→	$Bws/108 = 3,968$ kHz (modo 1) $Bws/216 = 1,984$ kHz (modo 2) $Bws/432 = 0,992$ kHz (modo 3)
Duración de símbolos activos	→	252 $\mu$ s (modo 1) 504 $\mu$ s (modo 2) 1008 $\mu$ s (modo 3)
Duración del cuadro de transmisión	→	204 símbolos OFDM

**Tabla 4.- Parámetros del sistema de transmisión ISDB-Tb.**

Fuente: El autor

En primer lugar se indica el cálculo del ancho de banda de cada segmento OFDM, en relación a la ocupación total de la banda, ligeramente diferente para cada modo transmisión. Lógicamente, el modo de transmisión define la separación entre las subportadoras OFDM. Eso significa que para el modo 1, donde existe una separación mayor entre las subportadoras (3,968 kHz), existirán menos subportadoras por segmento y en consecuencia menos subportadoras en la banda total (1405 subportadoras – modo 1). De acuerdo a esto, en el modo 2 existen 2809 subportadoras y en el modo 3 son 5617 subportadoras donde existen separaciones entre subportadoras menores. Adicionalmente se observa la duración de los símbolos activos para los diferentes modos, por ejemplo en el modo 1 se tienen una duración de 252  $\mu$ s. Es importante notar que 204 símbolos OFDM componen la trama (el cuadro) de transmisión. Por tanto, asumiendo un tiempo total de 315  $\mu$ s para cada símbolo OFDM (con IG=¼), la trama de transmisión tendrá una duración de  $(315 \mu s) \cdot (204) = 64.25$ ms para este modo 1 y así con los otros modos. Es así que la elección del modo de transmisión, así como de los parámetros de

configuración OFDM, como el intervalo de guarda, las modulaciones y los códigos correctores de errores, aparecen como variables de operación que se deben establecer a fin de atender los requisitos de las aplicaciones de las señales de TV Digital, formando una estrategia de operación adecuada. Es necesario que el intervalo de guarda sea mayor que la dispersión del retardo del canal, para que la multitrayectoria no provoque la interferencia entre símbolos o Interferencia Intersimbólica. Por lo tanto, la elección del intervalo de guarda está condicionada al escenario del canal de comunicación, en términos de comportamiento temporal-estadístico.

El detalle de todos los parámetros y condiciones de operación de la señal de televisión brasileña se encuentran en las Normas ABNT (*Associação Brasileira de Normas Técnicas*), mismas que fueron armonizadas con las emitidas por la ARIB (*Association of Radio Industries and Businesses*) de Japón y actualmente ambas forman parte del ISDB-T internacional.

#### 5.4.6 TDT EN ECUADOR

Luego de un proceso de pruebas técnicas realizadas en la ciudad de Quito entre los años 2008 y 2009, y la emisión de informes socioeconómicos y de cooperación internacional, respecto a los diferentes estándares de televisión digital terrestre, por parte de la ex Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL), el ex Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) mediante Resolución 084-05-CONATEL-2010 del 25 de marzo del 2010, resolvió acoger los informes de la ex SUPERTEL y adoptar el estándar brasileño japonés – ISDB-Tb, como el estándar de televisión digital terrestre que se implementará en el Ecuador.

##### 5.4.6.1 ESPECTRO RADIOELÉCTRICO Y CANALIZACIÓN

###### 5.4.6.1.1 BANDAS DE FRECUENCIAS

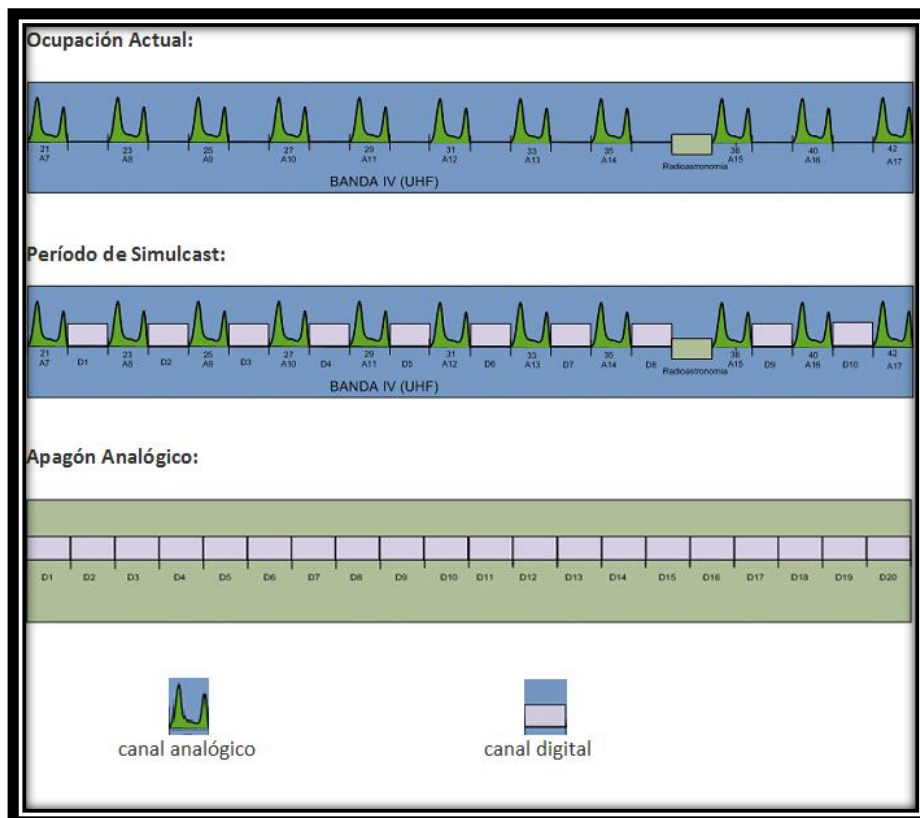
Conforme lo establecido en la “Norma Técnica para el Servicio de Radiodifusión de Televisión Abierta Analógica”, emitida mediante Resolución ARCOTEL-2015-0218 del 4 de agosto del 2015, la banda de frecuencias que se usará para la transmisión de televisión digital terrestre en el Ecuador es la banda UHF del espectro radioeléctrico, atribuida para el Servicio de Radiodifusión con emisiones de Televisión; el uso de la banda VHF correspondiente a los canales del 7 al 13 estará sujeto al desarrollo de nuevas tecnologías de telecomunicaciones.

Banda IV	470-476 MHz	Canales del 14 al 15
	500-608 MHz	Canales del 19 al 36
	614-644 MHz	Canales del 38 al 42
Banda V	644-698 MHz	Canales del 43 al 51

**Tabla 5.- Bandas de frecuencias para televisión UHF.**

Fuente: El autor<sup>40</sup>

Durante el período de simulcast se utilizarán los canales adyacentes a los utilizados en cada zona geográfica, en la banda de canales del 19 al 51.



**Figura 32.- Escenario de la Implementación de la TDT.**

Fuente: El autor

Dentro de la normativa vigente se ha considerado también que a excepción de las zonas donde existan previamente concesionados servicios de interés general determinados por los Organismos de Telecomunicaciones, se liberarán los canales 14 y 15, para la operación de la televisión digital terrestre. No obstante, la operación de la Televisión Digital Terrestre, se enmarcará dentro de lo dispuesto en el Plan Nacional de Frecuencias en vigencia.

<sup>40</sup> Sobre la base de la Norma Técnica para el Servicio de Radiodifusión de Televisión Abierta Analógica – ARCOTEL 2015

#### 5.4.6.1.2 CANALIZACIÓN

Según la normativa expedida por el ex CONATEL para la implementación de la televisión digital en el Ecuador, se autorizarán canales de 6 MHz de anchura de banda, para concesionarios de frecuencias de televisión analógica. Sin embargo y siempre que sea técnicamente factible, estos concesionarios tendrán la obligación de compartir el canal, utilizando para ello su propia infraestructura, por escasez de recursos de espectro radioeléctrico o cuando el Organismo Regulador de Telecomunicaciones lo determine.

#### 5.4.6.1.3 ASIGNACIÓN DE CANALES

Se propenderá a la implementación de redes de frecuencia única (SFN), de acuerdo con las condiciones técnicas que permitan esta operación. Las asignaciones de frecuencias para Televisión Digital Terrestre TDT se realizarán en canal adyacente, en las ciudades donde no exista disponibilidad de frecuencias principales y de acuerdo con las condiciones geográficas que así lo permitan. Para el caso de las zonas geográficas donde existe disponibilidad de canales principales, los mismos serán asignados de acuerdo a la canalización establecida en dicha zona o ciudad y podrán ser asignados a canal seguido, de acuerdo con la demanda existente y donde sea técnicamente factible.

#### 5.4.6.1.4 ÁREAS DE OPERACIÓN

La Norma Técnica que para efectos de implementación de la televisión digital terrestre emita el Organismo de Regulación, incluirá la zonificación del país para las concesiones de televisión digital, hasta tanto se considerará la zonificación de la actual “Norma Técnica para el Servicio de Radiodifusión de Televisión Abierta Analógica”, emitida mediante Resolución ARCOTEL-2015-0218 del 4 de agosto del 2015. En la que para la provincia de Pichincha, donde se encuentra el Distrito Metropolitano de Quito, se establece:

AREA DE OPERACIÓN INDEPENDIENTE	DESCRIPCIÓN DEL AREA DE OPERACIÓN INDEPENDIENTE	GRUPO DE CANALES UHF	AREAS DE OPERACIÓN ZONAL
P1	Provincia de Pichincha, excepto los cantones San Miguel de Los Bancos, Pedro Vicente Maldonado, Puerto Quito, parroquia Manuel Cornejo Astorga, incluye la parroquia Mindo del cantón San Miguel de Los Bancos.	G1 Y G4	1. QUITO, MACHACHI (MEJIA), SANGOLQUI (RUMIÑAHUI), TABACUNDO (PEDRO MONCAYO), CAYAMBE 2. PARROQUIA MINDO 3. PARROQUIA PACTO

**Tabla 6. Asignación de canales para la provincia de Pichincha.**

Fuente: El autor<sup>41</sup>

<sup>41</sup> Según la Norma Técnica de Televisión Abierta Analógica – ARCOTEL 2015, al Grupo G1 corresponden los canales 14, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33 y 35 y al Grupo G4 los canales 38, 40, 42, 44, 46, 48 y 50.

#### 5.4.6.1.5 ENLACES AUXILIARES

Los enlaces auxiliares para la operación de la TDT se realizarán a través de frecuencias auxiliares, medios físicos de transmisión (se incluyen líneas de transmisión de par trenzado, cable coaxial, fibra óptica o nuevos medios de transmisión que permita el desarrollo tecnológico) o, enlaces satelitales, para lo cual deberán contar con la respectiva concesión o autorización.

#### 5.4.6.2 IMPLEMENTACIÓN

##### 5.4.6.2.1 MARCO LEGAL Y REGULATORIO

Para la implementación de la televisión digital terrestre, se consideran las leyes y reglamentos vigentes, y de ser el caso se propondrán medidas de carácter normativo y regulatorio. Considerando pero no limitándose a las siguientes:

- Autorizaciones y concesiones de frecuencias de carácter temporal y definitivo.
- Norma técnica de operación de sistemas de televisión digital terrestre.
- Requerimientos mínimos para equipos de recepción.
- Compartición de infraestructura.

##### 5.4.6.2.2 AUTORIZACIONES DE CARÁCTER TEMPORAL

Para el inicio de las transmisiones de televisión digital, se ha considerado la operación de estaciones de televisión a través de autorizaciones de carácter temporal, conforme lo establecido en la regulación vigente y una vez que se ha reconocido a la televisión digital terrestre como un evento de trascendencia nacional, estas autorizaciones tienen el plazo de un año, con la posibilidad de renovación por el mismo período.

Los concesionarios de canales de televisión abierta podrán solicitar autorizaciones de operación temporal para televisión digital terrestre en la misma área de cobertura autorizada para sus estaciones que transmiten señales de televisión analógica. En el caso de localidades donde ninguna estación de televisión autorizada solicite esta autorización, cualquier persona natural o jurídica interesada podrá solicitar dicha autorización.

Durante las autorizaciones de carácter temporal, los concesionarios operarán con la misma programación emitida en el canal analógico, y si están en la posibilidad técnica de hacerlo incluso podrán utilizar todo el canal de 6 MHz.

En este período de operación temporal se dará lo que se conoce como *simulcast*, es decir la

operación en forma simultánea de señales de televisión abierta analógica y digital por parte de una misma estación.

A la fecha (marzo 2016) en el Ecuador se encuentran operando 23 señales de televisión digital terrestre con autorización temporal, de las cuales 9 se encuentran operando en la ciudad de Quito, conforme se muestra en la siguiente Tabla:

No.	NOMBRE DE LA ESTACION	CANAL TDT	M/R	CANAL VIRTUAL	AREA SERVIDA
1	ECUADOR TV	47	M	7	QUITO
2	TELEVISIÓN DEL PACIFICO	30	M	2	QUITO
3	TELEAMAZONAS	32	M	4	QUITO
4	TELESISTEMA	34	M	5	QUITO
5	TELEVISORA NACIONAL	36	M	8	QUITO
6	TELEVISIÓN SATELITAL	39	M	25	QUITO
7	TELESUCESOS	41	M	29	QUITO
8	46 UHF ABC	43	M	46	QUITO
9	CANAL UNO	45	M	12	QUITO
10	ECUADOR TV	21	R	7	GUAYAQUIL
11	CORPORACIÓN ECUATORIANA DE TELEVISIÓN	23	M	2	GUAYAQUIL
12	RED TELESISTEMA (R.T.S)	25	M	4	GUAYAQUIL
13	TELEAMAZONAS GUAYAQUIL	27	M	5	GUAYAQUIL
14	CADENA ECUATORIANA DE TELEVISIÓN	29	M	10	GUAYAQUIL
15	CANAL UNO	33	M	12	GUAYAQUIL
16	TV+ (TEVEMAS)	35	M	26	GUAYAQUIL
17	TELEVISIÓN SATELITAL	39	M	36	GUAYAQUIL
18	COSTANERA (RTU)	41	M	30	GUAYAQUIL
19	ECUADOR TV	47	R	7	CUENCA
20	UNIMAX	23	M	34	AMBATO-LATACUNGA
21	COLOR TV	25	M	36	AMBATO-LATACUNGA
22	OROMAR	23	M	41	MANTA-PORTOVIEJO
23	TELEATAHUALPA (RTU)	24	M	25	SANTO DOMINGO

**Tabla 7.- Canales de TDT en el Ecuador que cuentan con autorización temporal.**

Fuente: El autor<sup>42</sup>

<sup>42</sup> Información publicada por la SUPATEL en abril 2014

Cabe señalar que el canal virtual es el canal lógico (programable en las tablas PMT respectivas) en el que se presenta la señal ISDB-Tb en el receptor de televisión digital.

#### 5.4.6.2.3 OBLIGACIONES EN EL PERÍODO DE SIMULCAST

Los actuales concesionarios de canales de televisión analógica, que soliciten autorizaciones temporales para TDT deberán cumplir lo siguiente:

- Presentarán un proyecto para la implementación de transmisión de radiodifusión de televisión digital, conforme los requisitos y formatos establecidos para este servicio por el Organismo de Regulación de Telecomunicaciones.
- Conservar las obligaciones de operación establecidas para su señal analógica como continuidad, calidad y cobertura.

#### 5.4.6.2.4 APAGÓN ANALÓGICO.

Conforme el Plan Maestro de Televisión Digital Terrestre, aprobado por el ex CONATEL en octubre del 2012, la terminación de las transmisiones analógicas, se desarrollarán de acuerdo al siguiente cronograma:

FASES	LOCALIDADES	APAGÓN ANALÓGICO
Fase 1	Estaciones que cubran al menos una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población mayor a 500.000 habitantes	31 de diciembre de 2016
Fase 2	Estaciones que cubran al menos una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población entre 500.000 y 200.000 habitantes	31 de diciembre de 2017
Fase 3	Estaciones que cubran al menos una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población menor a 200.000 habitantes	31 de diciembre de 2018

**Tabla 8.- Fases para el apagón analógico en el Ecuador.**

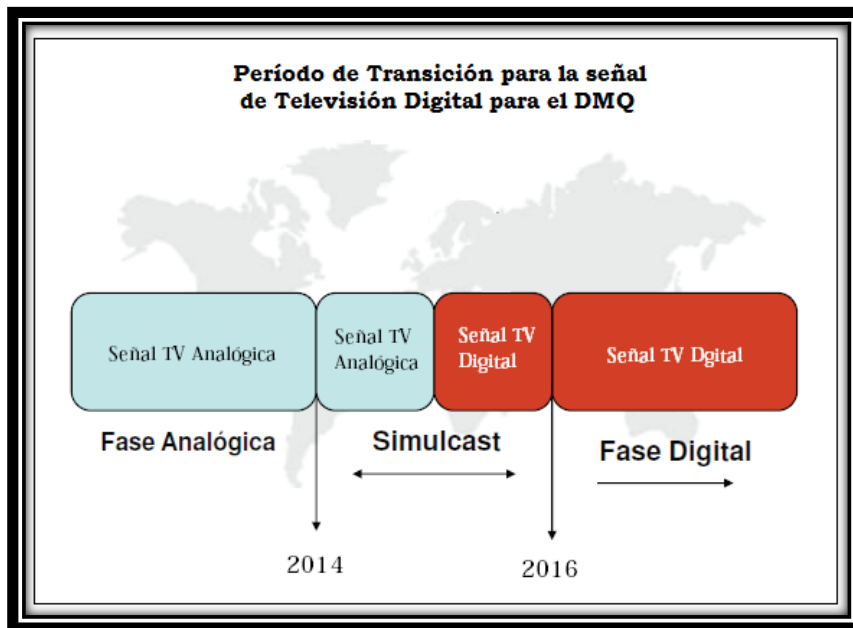
**Fuente: El autor<sup>43</sup>**

Los actuales concesionarios de televisión analógica, que no hubieren solicitado una concesión para televisión digital de acuerdo con el cronograma anterior, podrán obtenerla de manera posterior, participando en procesos públicos competitivos; adicionalmente, deberán mantener

<sup>43</sup> Tomado del Plan Maestro de TDT 2012

sus transmisiones analógicas hasta la fecha establecida para el apagón analógico, conforme la fase correspondiente o la fecha de vigencia del contrato de concesión respectivo, lo que sucediere primero.

Cabe señalar que las 23 estaciones de televisión digital terrestre, autorizadas para emitir señal de TDT, recién entraron en operación durante el año 2014, y de estas, las 9 estaciones autorizadas para operar en la ciudad de Quito se encuentran en un período de *simulcast* con la señal de televisión analógica de sus mismas estaciones, *simulcast* que según el Plan Maestro de Televisión Digital aprobado por el ex CONATEL, debería terminarse a finales del año 2016, de manera que a partir de enero de 2017 en la ciudad de Quito (así como Guayaquil y Cuenca) solo podrían operar señales de televisión digital; sin embargo, por el escaso impulso que se ha dado a este tema por los Organismos responsables de la implementación de la TDT en el país se considera que las fechas del apagón deberían modificarse.



**Figura 33.- Período de Transición para la TDT en el DMQ.**  
Fuente: El autor

## 5.5 SISTEMA DE ALERTA DE EMERGENCIA CON TELEVISIÓN DIGITAL

La propuesta planteada resume las normas del Sistema de Emisión de Alerta de Emergencia (EWBS por sus siglas en inglés) que se aplican en común a todos los países que adoptaron la norma ISDB-T y comprenden las señales transmitidas por las estaciones emisoras y la interpretación que hacen los receptores compatibles.

Ha sido redactado basándose en la norma operativa del EWBS utilizada en Japón con algunas

modificaciones para poder cumplir con los requerimientos de los países latinoamericanos y en los documentos de los Foros de ISDB-T, sobre todos los aprobados en la reunión llevada a cabo en Uruguay en mayo del 2013 y teniendo en cuenta que en Japón ya está funcionando el Sistema EWBS aplicando la norma original.

### 5.5.1 REFERENCIAS NORMATIVAS.

Para el planteamiento de esta alternativa tecnológica se considerarán las siguientes normas ABNT:

- ABNT NBR 15604:2008, *Televisión Digital terrestre – Receptores.*
- ABNT NBR 15606, *Televisión Digital terrestre — Codificación de datos y especificaciones de transmisión digital.*
- ABNT NBR 15608-3, *Televisión Digital Terrestre — Directivas para la Operación — Parte3: Multiplexación e Información de Servicio (SI)*
- ARIB STD-B10:2008, *Información de servicio para sistema de transmisión digital.*
- ARIB STD-B21:2007, *Receptor para transmisión digital.*
- ARIB STD-B24:2008, *Codificación de datos y especificaciones para transmisión digital.*
- ARIB STD-B31:2005, *Sistema de transmisión para televisión digital terrestre.*
- ARIB TR-B14:2006, *Directivas para la operación en transmisión de televisión digital terrestre.*
- Documento de Armonización entre ABNT NBR 15604 y ARIB STD- B21:2009, *Transmisión de televisión digital terrestre – Receptores.*

### 5.5.2 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de este análisis, se aplican los siguientes términos y definiciones:

- Indicador de activación: Información contenida en la señal de Control de Configuración de Transmisión y Multiplexación (TMCC) para la activación del EWBS.
- Información de emergencia: La información que se refiere a la emergencia enviada por las estaciones radiodifusoras responsables.
- Descriptor de información de emergencia: La información contenida en la Tabla de Mapa de Programa (PMT) que especifica la información de emergencia.
- Receptor habilitado para recibir el EWBS: Dispositivo habilitado para recibir la señal del EWBS y con función de EWBS.
- Señal del EWBS: La señal de control para activar a los receptores habilitados para recibir el EWBS.

- Receptor exclusivo para el EWBS: Es un dispositivo portátil que se usa exclusivamente para el EWBS. Viene con una función de Superposición y no de televisión.
- Receptor fijo (receptor full-seg): El dispositivo se utiliza con recepción fija o en interiores y funciona con corriente alterna. Tiene una función de recepción full-seg; es decir, son dispositivos que pueden decodificar audio, video, datos etc. transportados por la capa de flujo de transporte de los trece segmentos.
- Receptor portátil (receptor one-seg): El dispositivo se utiliza para recepción portátil y funciona con energía suministrada por una batería portátil. Tiene una función de recepción one-seg; es decir, son dispositivos que decodifican exclusivamente audio, video, datos etc. transportados en la capa A ubicada en el segmento central de los trece segmentos
- Set Top Box /Decodificador/: Es un dispositivo utilizado para convertir la señal ISDB-T en una señal de TV analógica. Utiliza corriente alterna.
- Superposición: Mensaje de texto no sincronizado con la imagen, sonido y datos principales que entrega la información de emergencia.

### 5.5.3 GENERALIDADES DE LA FUNCIÓN DEL EWBS

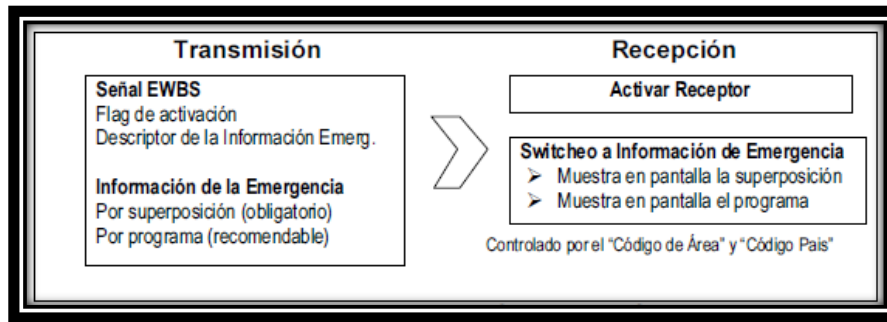
Las señales del EWBS transmitidas por los radiodifusores activan los receptores habilitados para recibir el EWBS y muestran la información de emergencia.

Las señales de EWBS consisten en un indicador de activación en la TMCC y en un descriptor de información de emergencia en la PMT.

Los radiodifusores comunican la información de las dos formas siguientes:

- Transmiten el mensaje de texto mediante la función de Superposición (operación obligatoria)
- Transmiten el programa (operación recomendada)

Del lado del receptor, la señal del EWBS activa los receptores según el código de área y conmuta a la información de emergencia, es decir, interrumpe y muestra los datos de superposición y el programa. Figura 34.



**Figura 34.- Funcionamiento básico del EWBS.**  
Fuente: ISDB-T Internacional

#### 5.5.4 PROCEDIMIENTO DE TRANSMISIÓN DEL EWBS.

##### 5.5.4.1 GENERALIDADES DE TRANSMISIÓN.

El funcionamiento del EWBS, para su recepción más estable, debería depender de la capa de transmisión más robusta.

Para iniciar el EWBS se debe contar con los siguientes 4 elementos:

- El descriptor de información de emergencia que especifica las condiciones del EWBS relacionadas con el indicador de inicio/fin, el ID del servicio y el código de área debe estar presente en el PMT para todos los servicios.
- El radiodifusor debe colocar el indicador de activación para el EWBS en la señal de TMCC en "1".
- Un mensaje de texto que se reconoce como información de emergencia por utilizar superposición debe transmitirse en un servicio que transmita información de emergencia.
- El programa con información de emergencia, si está disponible, debe transmitirse en un servicio que transmita información de emergencia.

Cuando se detenga el funcionamiento del EWBS, deben transmitirse las señales siguientes:

- Se debe colocar en "0" el indicador de activación para EWBS.
- Se debe borrar del PMT el descriptor de información de emergencia.

##### 5.5.4.2 SEÑALIZACIÓN EN LA TABLA PMT.

El descriptor de información de emergencia debe utilizarse cuando sean los radiodifusores quienes transmitan el EWBS. Su transmisión es obligatoria y debe hacerse en la PMT. Dado que

se transmiten diferentes tablas PMT en servicios diferentes, se aplican los criterios de transmisión de la Tabla 9.

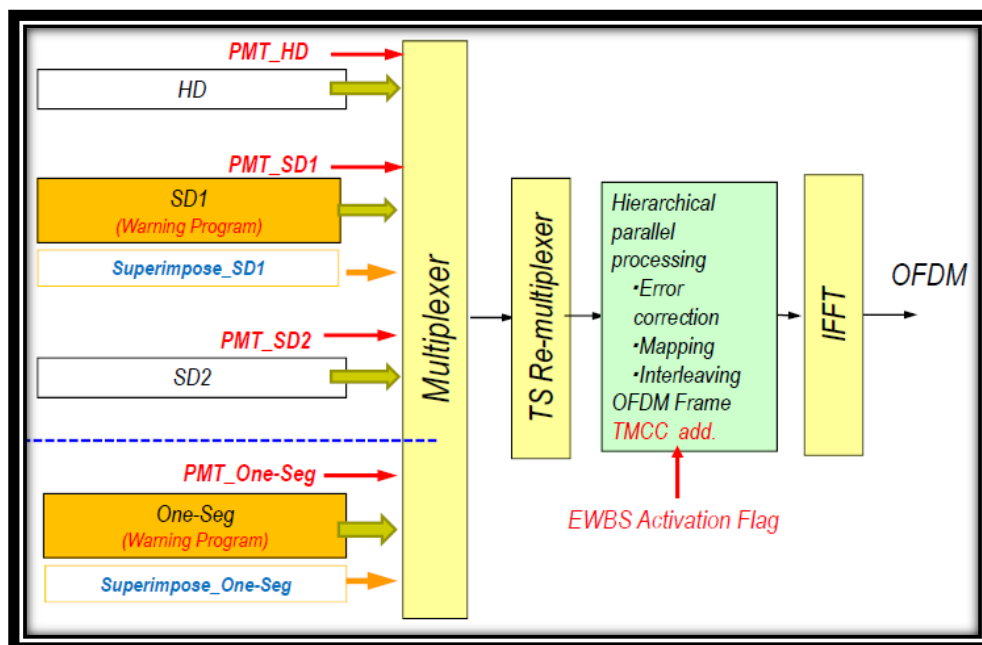
Servicio	Transmisión del descriptor de información de emergencia
Con información de emergencia	Obligatorio
Sin información de emergencia	Obligatorio

**Tabla 9.- Selección PMT para el descriptor de información de emergencia.**  
Fuente: El autor

### 5.5.4.3 MODIFICACIÓN DEL DESCRIPTOR DE INFORMACIÓN DE EMERGENCIA

Mientras está en funcionamiento el EWBS, si es necesario cambiar alguna información, como por ejemplo el código de área, deberá aplicarse el procedimiento completo para detener el EWBS. Después de modificar la información de emergencia el indicador de activación en TMCC debe colocarse en “1” nuevamente.

En la Figura 35 se presenta el ejemplo de funcionamiento de transmisión del EWBS con un sistema que integre cuatro servicios: HD, SD1, SD2 y One-seg.



**Figura 35.- Funcionamiento de transmisión del EWBS.**  
Fuente: ISDB-T Internacional

## 5.5.5 PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN DEL EWBS.

### 5.5.5.1 GENERALIDADES DE RECEPCIÓN.

La recepción del EWBS no es una especificación obligatoria para los receptores ISDB-T comunes. Sin embargo, teniendo en cuenta el importante papel del EWBS en la prevención de desastres, se requiere el esfuerzo de que tantos receptores ISDB-T como sea posible soporten la función EWBS. Los receptores habilitados para recibir EWBS deben soportar la especificación que se indica a continuación.

El aparato receptor habilitado para recibir EWBS debe poder mostrar Superposición y tener el código de área pre configurado. La Tabla 10 resume la especificación de la función EWBS para receptores compatibles fijos y portátiles.

FUNCIÓN	Receptores Fijos		Receptores portátiles	
	TV	STB	One-seg	EWBS exclusivo
Arranque automático	Opcional	Opcional	Recomendado	Obligatorio
Código de área pre configurado	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
Superposición	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
Decodificación de programa	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	-

**Tabla 10.- Especificaciones para recepción del EWBS.**

**Fuente: El autor<sup>44</sup>**

El procedimiento de recepción del EWBS comprende los siguientes pasos:

- El receptor habilitado para recibir EWBS debe monitorear continuamente el indicador de activación en la señal TMCC en modo “stand-by”.
- Cuando el indicador de activación en la señal TMCC cambia de “0” a “1”, los receptores deben controlar el descriptor de información de emergencia en la PMT del flujo de transporte recibido.
- Cuando el indicador de activación esté en “1” y el código de área de la PMT coincida con el código de área configurado en el receptor, se activarán los receptores. Los receptores deberán entonces mostrar la información de emergencia (Superposición y programa).
- Cuando el indicador de activación está en “0”, se trata de una transmisión de prueba y no se requiere ninguna operación en especial.

Los receptores deben monitorear continuamente la PMT mientras el indicador de activación en

---

<sup>44</sup> Tomado de los documentos de armonización de las reuniones del Foro ISDB-T Internacional 2013

la TMCC siga en “1”. Cuando el “indicador de activación” en la TMCC conmute a “0” y se borre el descriptor de información de emergencia el funcionamiento del EWBS ha llegado a su fin. En la Figura 36 se puede observar la ubicación de la bandera de alerta de emergencia.

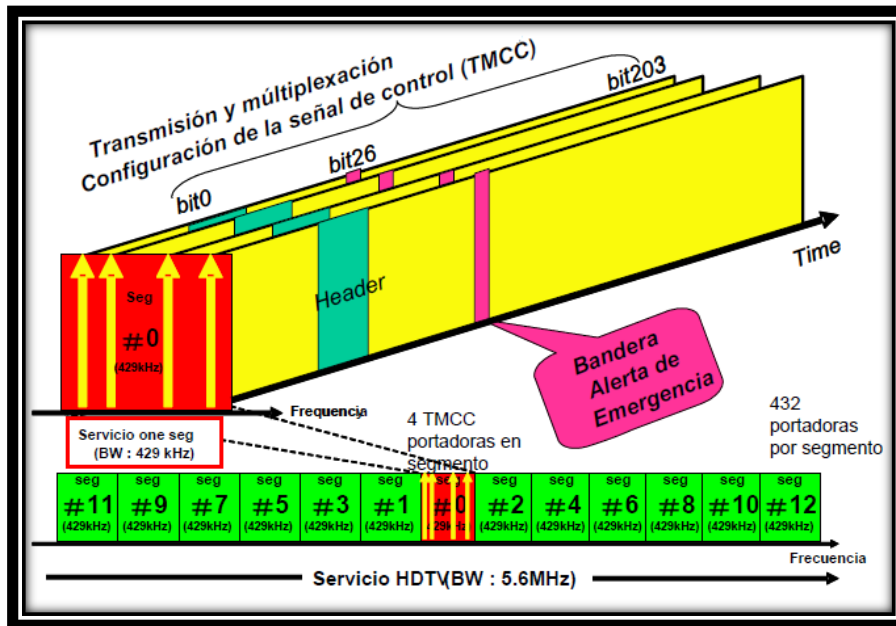


Figura 36.- Ubicación de la bandera de alerta de emergencia en la trama ISDB-T.  
Fuente: ISDB-T Internacional

### 5.5.5.2 FUNCIÓN DE ARRANQUE AUTOMÁTICO.

Se recomienda que los receptores habilitados para recibir EWBS tengan función de arranque automático. Sin embargo, a fin de diseñar estos receptores debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- El arranque simultáneo de muchos receptores que funcionan con CA podrá dañar o sobrecargar las redes de provisión de energía eléctrica, volviéndose esta alternativa de alerta en perjudicial antes que en beneficiosa (Figura 37). Es por eso que se recomienda que los dispositivos que consumen mucha energía, como una TV, no tengan la función de arranque automático. En su lugar, se recomienda que estos dispositivos tengan un método de aviso alternativo como un sonido /buzzer/ o una luz intermitente etc., que indique a los usuarios que enciendan la TV.
- En caso de que haya STB no es razonable que la TV conectada arranque automáticamente por la razón antes mencionada. Se recomienda, por lo tanto, que estos dispositivos tengan un método de aviso alternativo como un sonido o una luz intermitente etc., que indique a los usuarios que enciendan la TV.
- Se recomienda que los receptores portátiles que funcionan con batería portátil tengan función de arranque automático. Al desarrollar los receptores portátiles habilitados para

recibir EWBS, los fabricantes procurarán reducir el consumo de la batería. A modo de ejemplo, el monitoreo periódico (no continuo) sin que se pierda la señal del EWBS puede ayudar a reducir el consumo de energía en modo stand-by. Esta prueba debe llevarse a cabo para desarrollar los receptores habilitados para recibir of EWBS.

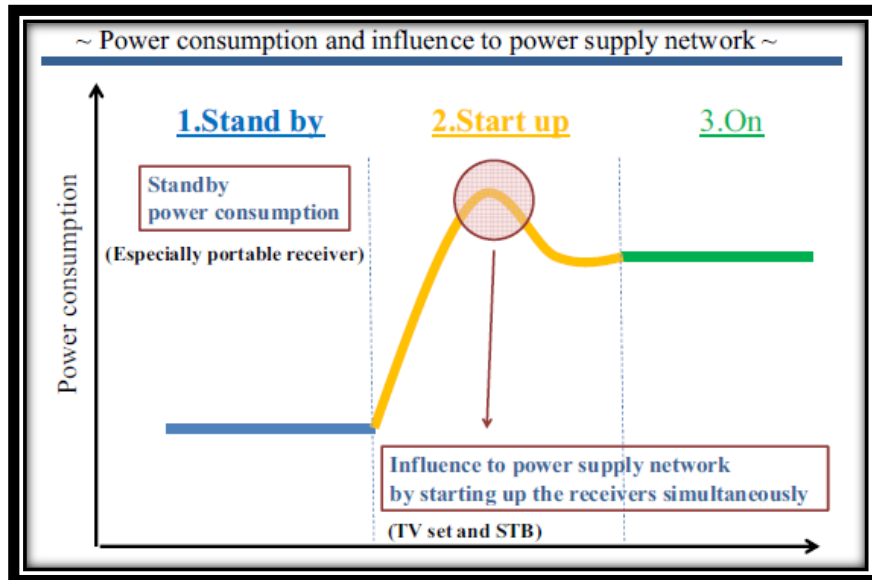


Figura 37.- Afectación a las redes de provisión de energía eléctrica por encendido simultáneo de receptores de TDT por señal EWBS.

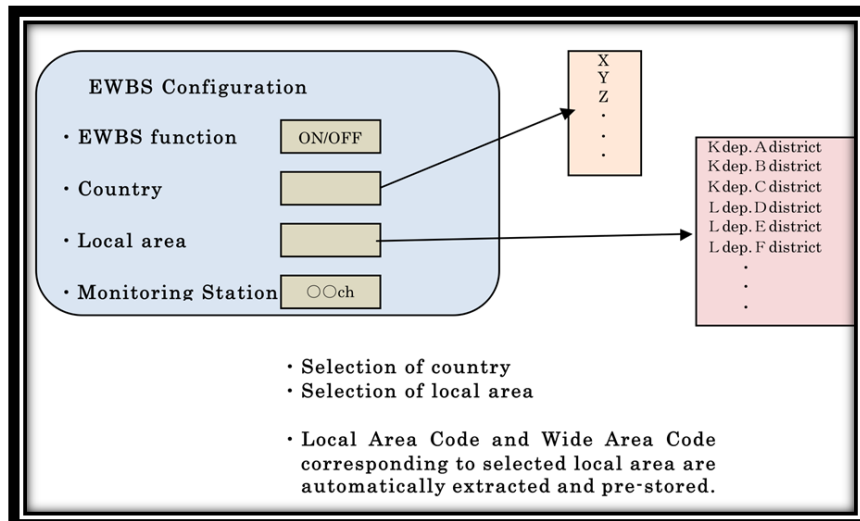
Fuente: ISDB-T Internacional

### 5.5.5.3 PRE CONFIGURACIÓN DE DATOS.

#### 5.5.5.3.1 CÓDIGO DE ÁREA

El código de área estará pre configurado según la configuración propia del usuario. Por ejemplo, los usuarios podrán configurar su administración zonal al momento de la instalación y los receptores lo tomarán y adjudicarán al código de área apropiado asignado para el funcionamiento del EWBS en cada país.

Al momento de la instalación, debe pre configurarse al mismo tiempo la información del país donde se encuentran los receptores.



**Figura 38.- Configuración de receptores de TDT para aceptar señal EWBS.**  
**Fuente: ISDB-T Internacional**

De la Figura 38 que es un ejemplo de lo implementado en Japón para el caso de equipos que cuentan con la alternativa de EWBS, el usuario que adquiriera uno de estos equipos debería programarlo dependiendo del área donde lo va a utilizar de manera que ese equipo quede apto para recibir señales EWBS. La información que se debería programar sería:

- Activar la función EWBS
- Escoger el país (podría ser de una lista previamente cargada en el equipo), aunque para evitar conflictos en el caso que el equipo receptor sea usado en otra país que tenga adoptada la norma ISDB-Tb, lo aconsejable sería que este campo sea tomado automáticamente de la información emitida por el canal designado para levantar la alerta.
- Ingresar el código de área local, que en el caso del Distrito Metropolitano de Quito podría ser la Administración Zonal a la que corresponda la vivienda. (Como el campo de país podría cargarse por *default*, podría establecerse como obligatorio para los proveedores de equipo un campo adicional configurable por el usuario que sería el de provincia).
- Finalmente se debe configurar el canal de monitoreo de alerta, mismo que será comunicado obligatoriamente al momento de adquirir el equipo.

#### 5.5.5.3.2 ESTACIÓN DE MONITOREO EN MODO STAND-BY.

Para la función de arranque automático del EWBS, los receptores deben monitorear continuamente el indicador de activación en la señal TMCC en modo stand-by. Teniendo en cuenta que los receptores solo pueden monitorear una estación de radiodifusión, debe programarse una estación de monitoreo específica, misma que será definida por los Organismos

pertinentes con la debida oportunidad.

Como principio, se recomienda que los usuarios puedan configurar por sí mismos la estación de monitoreo. (La estación de monitoreo por defecto debe ser la misma que cuando se apagó el receptor la última vez) Para que esto sea posible las organizaciones responsables deben informar a los usuarios por adelantado cuáles estaciones de radiodifusión operan el EWBS.

Al buscar señales RF durante la instalación inicial, los receptores deben verificar el “código de país” en “el descriptor de compensación de hora local” de cada señal RF.

La transmisión del “código de país” en el “descriptor de compensación de hora local” es obligatoria para todas las estaciones de radiodifusión ISDB-T para asegurar el funcionamiento correcto del EWBS.

#### 5.5.6 INDICADOR DE ACTIVACIÓN

La información de la TMCC ayudará al receptor a desmodular y decodificar información variada, incluyendo: identificación del sistema, indicación de transmisión-conmutación de parámetro, indicador de activación del EWBS, información de la configuración actual y futura.

Cuando se conmuta solamente el indicador de activación del EWBS, el contenido del indicador de la conmutación de parámetro de transmisión no retrocederá.

Al indicador de activación del EWBS se le asigna el bit 26 de la TMCC, B26. El contenido del indicador de activación será 1 cuando el arranque del receptor esté controlado y 0 cuando no esté controlado de acuerdo con la tabla 11.

B <sub>26</sub>	Significado
0	Sin control de arranque
1	Con control de arranque

**Tabla 11. Significado del bit de activación de EWBS en la TMCC.**

**Fuente: El autor**

Los radiodifusores deben mantener el indicador de activación de la señal TMCC configurado en “1” mientras se transmite información de emergencia independientemente de la capa de transmisión en que se transporta el servicio que envía el EWBS.

### 5.5.7 DESCRIPTOR DE INFORMACIÓN DE EMERGENCIA

La semántica para el descriptor de información de emergencia será la siguiente:

- servicio\_id: campo de 16 bits que indicarán el número de evento de radiodifusión. Será el mismo que el número del programa.
- Indicador de inicio-fin: campo de 1 bit que corresponderá a la señal de inicio y de fin del funcionamiento del EWBS. Cuando el bit esté en “1” significa que el EWBS ya fue iniciado o está en funcionamiento. Cuando esté en “0” significa que finalizó;
- nivel de señal: campo de 1 bit que corresponde a la señal de alarma de emergencia especificada por las agencias responsables. Cuando esté en “0”, significa que la señal de alarma de emergencia es el primer tipo de señal de inicio. Cuando esté en “1” la señal de alarma será el segundo tipo de señal de inicio. No debe usarse esta información para controlar a los receptores habilitados para recibir el EWBS.
- Longitud de código de área: campo de 8 bits que indica el tamaño en bytes del código de área.
- Código de área: campo de 12 bits que corresponda al código de área especificado por las agencias responsables.

La información de código de área es también parte del descriptor del sistema de entrega terrestre que indica las condiciones físicas de la transmisión terrestre. La asignación del código de área es específica para cada país que adoptó la norma ISDB-T.

### 5.5.8 SUPERPOSICIÓN

La información de alerta de emergencia tiene prioridad sobre otros contenidos para la transmisión de superposición. Los servicios de superposición se transmiten a través de una PES<sup>45</sup> no sincronizada. Las siguientes restricciones aplican a la superposición:

- número máximo de idiomas por 1 ES: 1 idioma;
- tamaño máximo de PES: 32 KB;
- intervalo mínimo para envío de paquetes PES: 100 ms;
- velocidad máxima ES: 256 Kbit/s;
- buffer receptor: mayor o igual a 64 KB.

---

<sup>45</sup> *Packetized Elementary Stream*, es una especificación en el MPEG-2 que define la realización de flujos elementales, por lo general a la salida de un codificador de audio o video.

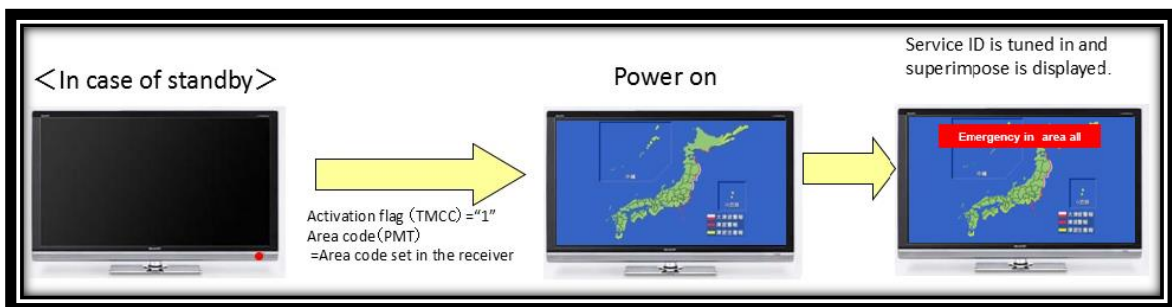
La superposición se transporta por una PES independiente que debe estar identificada en la PMT con un valor de tipo –flujo igual a 0x06 a través de un flujo elemental independiente de acuerdo con la Tabla 12.

Descripción	Tipo de flujo	Etiqueta del Componente
Superposición para full-seg	0x06	0x38
Superposición para one-seg		0x88

**Tabla 12.- Señalización para la superposición de textos con señal EWBS.**

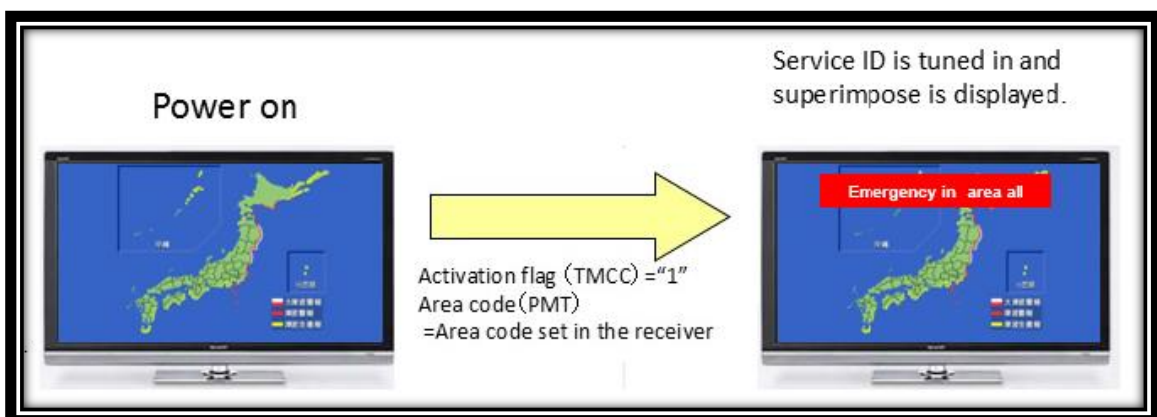
Fuente: El autor

En las Figuras 39 y 40 se muestra un ejemplo de la activación de un receptor de televisión incluyendo superposición; estando el equipo en modo *stand by* y en estado *on*, respectivamente.



**Figura 39.- Encendido con superposición de textos desde un receptor en "stand by".**

Fuente: SHARP CORPORATION



**Figura 40.- Encendido con superposición de textos desde un receptor en "on".**

Fuente: SHARP CORPORATION

## 5.6 ALERTA DE EMERGENCIA PARA EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.

Una vez que se han analizado las distintas amenazas naturales y entrópicas, que podrían

presentarse y afectar a la población y a la infraestructura del Distrito Metropolitano de Quito, las alternativas disponibles para la implementación de sistemas de alertas de emergencia, las características de la televisión digital y las especificaciones que debe cumplir un sistema de alerta de emergencia usando la televisión digital, se planteará la alternativa para la instalación del Sistema de Alerta de Emergencia para el Distrito Metropolitano de Quito.

Se establecerá primero la alternativa de zonificación a través de los códigos que serán transmitidos, de manera que se informe solamente a los sectores que pueden ser afectados y no a todo el Distrito, a no ser que fuese necesario.

Después se realizará un análisis de los canales de televisión que podrían difundir esta alerta de emergencia, dependiendo de su área de cobertura y su infraestructura física y tecnológica y finalmente se establecerá la propuesta de red de emergencia sobre la base de experiencias internacionales, en la que se definan los diferentes actores de la misma.

#### 5.6.1 ZONIFICACIÓN Y CÓDIGOS DE ÁREA

Para la propuesta de zonificación y códigos de área se partirá de los documentos e información presentada por varios países que integran el Foro ISDB-T, en la reunión efectuada en Uruguay en el 2013, este Foro agrupa a todos los países que han adoptado al estándar brasileño – japonés como estándar de televisión digital<sup>46</sup>. En estas reuniones denominadas “Foro Internacional ISDB-T” los representantes de cada país exponen sus puntos de vista, observaciones o recomendaciones sobre los diferentes aspectos propuestos con anterioridad con el objeto de estandarizar la operación de esta tecnología y lograr unificar condiciones de operación de manera que se puedan aplicar recomendaciones que puedan ser adoptados por todos y no solo por determinados países sobre la base de sus necesidades particulares, adicionalmente esta estandarización de condiciones mínimas de operación permitirá aplicar economías de escala y así reducir el costo los equipos que usen esta tecnología, sobre todo en lo que se refiere a televisores y decodificadores (STB), además de poder comercializar los contenidos televisivos así como aplicaciones que se produzcan bajo este estándar.

Dentro de estos Foros Internacionales, existen los grupos de trabajo denominados de “Armonización” a los que se les encarga los diferentes temas a ser tratados, es así que en el Foro Internacional llevado a cabo en Montevideo – Uruguay en mayo del 2013<sup>47</sup>, se hicieron algunas propuestas respecto a la posibilidad de incorporar alertas de emergencia dentro de la señal de

---

<sup>46</sup> A la fecha (marzo 2016) los países que han adoptado el estándar ISDB-T en el mundo son; Japón, Brasil, Perú, Argentina, Chile, Venezuela, Ecuador, Costa Rica, Paraguay, Filipinas, Bolivia, Belice, Islas Maldivas, Guatemala, Uruguay, Nicaragua y Botsuana.

<sup>47</sup> En el Foro ISDB-T de Uruguay 2013, estuvieron presentes delegados de Argentina, Bolivia, Botsuana, Brasil, Costa Rica, Chile, Ecuador, Filipinas, Japón, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

televisión digital, en estos ejercicios se plantearon ideas interesantes que se recogen para el planteamiento ecuatoriano. Una de esas ideas, fue la de definir los códigos para cada país partiendo de las divisiones territoriales que internamente se administren en los mismos.

Para el presente caso se partirá de la división territorial que ha realizado el INEC después del censo del 2010, en la que se ha determinado que el Ecuador está dividido territorialmente en 24 provincias, divididas a su vez en 224 cantones, de ahí que para la propuesta de codificación se considerará la determinación de un código local, luego los códigos provinciales y luego el nacional. Para el caso de la última capa que se refiere a los cantones, los códigos se compondrán de un código decimal “provincia” seguido de otro código decimal “cantón”. En las siguientes Tablas se desarrollará esta propuesta de codificación.

Cantón	Número (1 al 224 - INEC)	Número (Ordinal)	Provincia	Número (1 AL 24 - INEC)	Número para código
Cayambe	30	01	Pichincha	17	1701
Mejía	108	02	Pichincha	17	1702
Pedro Moncayo	145	03	Pichincha	17	1703
Pedro Vicente Maldonado	146	04	Pichincha	17	1704
Puerto Quito	158	05	Pichincha	17	1705
Quito	168	06	Pichincha	17	1706
Rumiñahui	172	07	Pichincha	17	1707
San Miguel de los Bancos	183	08	Pichincha	17	1708

**Tabla 13.- Propuesta de numeración de los cantones de la provincia de Pichincha.**

Fuente: El autor

Cantón	Código de Área (Decimal)	Código de Área (Binario)
Cayambe	1701	0110 10100101
Mejía	1702	0110 10100110
Pedro Moncayo	1703	0110 10100111
Pedro Vicente Maldonado	1704	11010101000
Puerto Quito	1705	0110 10101001
Quito	1706	0110 10101010
Rumiñahui	1707	0110 10101011
San Miguel de los Bancos	1708	0110 10100100

**Tabla 14.- Propuesta de Codificación de Capa 1 - Área Local 1 - Cantonal.**

Fuente: El autor

Provincia	Código de Área (Decimal)	Código de Área (Binario)
Pichincha	1700	0110 10100100

**Tabla 15.- Propuesta de Codificación de Capa 2 - Área Amplia 1 - Provincial.**  
Fuente: El autor

Provincia	Código de Área (Decimal)	Código de Área (Binario)
Ecuador	1000	0011 11101000

**Tabla 16.- Propuesta de Codificación de Capa 3 - Área Amplia 2 - Nacional.**  
Fuente: El autor

Esta propuesta de codificación permitiría diferenciar entre las áreas de la provincia de Pichincha, y del Distrito Metropolitano de Quito, que podrían verse afectadas en el caso de la ocurrencia de una amenaza natural o antrópica, de manera que en el caso de emitirse una señal de alerta a través de la señal de televisión digital, solo la población de los cantones que los Organismos pertinentes establezcan como posibles zonas de afectación serían alertados a través de esta tecnología, evitando alertar y por ende preocupar innecesariamente a la población de otros cantones, que estando dentro del área de cobertura de la estación de televisión, no deban ser alertados. De la misma manera en la propuesta se establece un código provincial que dispararía las alertas en toda la provincia y uno nacional en el caso de una necesidad de este tipo.

De implementarse este mecanismo de alerta de emergencia, a través de la televisión digital, esta propuesta de zonificación podría ser utilizada para todos los cantones y provincias del Ecuador, donde exista la señal de televisión digital terrestre al aire, por eso el siguiente paso, dentro de este análisis será el determinar que canales de televisión podrían implementar esta alternativa.

## 5.6.2 CANALES DE TELEVISIÓN QUE PUEDEN LEVANTAR EL SISTEMA DE ALERTA DE EMERGENCIA

A pesar de que el presente caso de estudio se refiere principalmente al Distrito Metropolitano de Quito, se considera necesario realizar un análisis de los distintos canales de televisión y su cobertura en el ámbito cantonal, de manera que se pueda establecer una recomendación sobre que canal de televisión pueda ser el más adecuado para implementar esta tecnología teniendo en cuenta no solo la cobertura del mismo para el área del Distrito sino también considerar su despliegue en el territorio nacional a efectos de que sea este mismo sistema el que pueda ser utilizado en el caso de implementarse esta tecnología en diferentes zonas del país y así

aprovechar la experiencia que pueda adquirirse en el caso de levantar una alerta de emergencia para el DMQ y aplicarla en todo el país.

Para este análisis se realizará una comparación de la cobertura de los distintos canales de televisión en el país, la distribución cantonal y las señales de televisión digital operativas al momento. De la información que puede obtenerse de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones – ARCOTEL, encargada al momento, entre otras funciones de la administración del espectro radioeléctrico en el Ecuador, a la fecha (marzo 2016) en el país están autorizadas a operar 559 estaciones de televisión abierta, de estas, 79 estaciones corresponden a estaciones matrices, es decir generadoras de la programación y 480 repetidoras.

Revisando el listado de todas las estaciones de televisión autorizadas en el país, se considerarán primero aquellas que tienen dentro de su área de cobertura al Distrito Metropolitano de Quito<sup>48</sup>, y luego el número de repetidoras de cada una de ellas, de manera de estimar aquellas que cubrirían el mayor número de cantones, teniendo en cuenta además que en la mayoría de casos, cada estación repetidora no cubre únicamente un cantón sino varios de ellos, e inclusive en algunos casos llegan a cubrir dos provincias desde una misma repetidora; esta información se compara con aquellas estaciones que tienen al aire una señal de televisión digital en la ciudad de Quito y con esos argumentos se tiene la siguiente Tabla:

Nombre Estación	Canal	Tipo	Número de repetidoras	Señal de TDT
ECUADOR TV	7	M	98	SI
TELEVISION DEL PACIFICO	2	M	50	SI
EL CIUDADANO TV	48	M	46	NO
TELESISTEMA	5	M	32	SI
TELEAMAZONAS	4	M	30	SI
TV LEGISLATIVA	42	M	23	NO
CANAL UNO	12	M	17	SI
TELEVISORA NACIONAL	8	M	9	SI
TELEVISION SATELITAL	25	M	3	SI
ASOMAVISION	27	M	2	NO
RED TV ECUADOR	38	M	2	NO
EDUCA	28	M	1	NO
46 UHF ABC (RTU)	46	M	1	SI
ARPEGGIO	21	M	0	NO
CANAL 23 UHF TELEANDINA	23	M	0	NO
TELESUCESOS	29	M	0	SI

**Tabla 17.- Canales de TV que operan en el DMQ, que cuentan con repetidoras en el territorio nacional.**  
Fuente: El autor

<sup>48</sup> Según el listado publicado por ARCOTEL el área autorizada para estaciones de televisión abierta comprende: QUITO-DISTRITO METROPOLITANO, SANGOLQUI, MACHACHI, CAYAMBE, TABACUNDO.

Con esta información se ha elaborado la Tabla 18 que indica las estaciones de televisión de la ciudad de Quito, que tienen al aire una señal analógica y una señal digital, ordenadas por el número de repetidoras que tienen autorizadas:

ESTACIÓN	CANAL	NUMERO DE REPETIDORAS	SEÑAL DE TDT (EN LA MATRIZ)
ECUADOR TV	7	98	SI
TELEVISION DEL PACIFICO	2	50	SI
TELESISTEMA	5	32	SI
TELEAMAZONAS	4	30	SI
CANAL UNO	12	17	SI
TELEVISORA NACIONAL	8	9	SI
TELEVISION SATELITAL	25	3	SI
46 UHF ABC (RTU)	46	1	SI
TELESUCESOS	29	0	SI

**Tabla 18.- Canales de TV que operan en el DMQ, que cuentan con señal de TDT, ordenados por número de repetidoras en el territorio nacional.**

**Fuente: El autor**

Como todas las estaciones listadas anteriormente han sido instaladas con transmisores que cumplen el estándar ISDB-Tb, cualquiera de ellas podría servir para levantar una señal de alerta de emergencia; sin embargo, de lo que se conoce desde las etapas de instalación y puesta al aire de esas señales ninguna de ellas tiene instalado esa alternativa, por lo que la implementación debería analizarse desde una relación costo – beneficio, con cada uno de esos canales, es así que considerando la cobertura que tiene ECUADOR TV con casi 100 estaciones operando al momento en el país, que los equipos de TDT del canal fueron instalados por técnicos japoneses, que el personal técnico del canal fue capacitado tanto en Quito como en Japón sobre el funcionamiento de los equipos instalados (sobre la base de un convenio de cooperación que se suscribió al decidir por el estándar ISDB-Tb), y sobre todo porque la naturaleza del canal es de servicio al público, además de ser el canal oficial del Gobierno Ecuatoriano, se considera que ECUADOR TV, es la mejor alternativa para levantar el Sistema de Alerta de Emergencia, a través de la señal de televisión digital terrestre para el Distrito Metropolitano de Quito.

A continuación se presenta la Figura 41 con el área de cobertura que tendría la señal de televisión digital terrestre de ECUADOR – TV, desde el cerro Pichincha, obtenida con la ayuda de un sistema de predicción denominado ICS Telecom, que era utilizado en la ex Superintendencia de Telecomunicaciones para los servicios de radiodifusión sonora y televisión abierta analógica y digital.

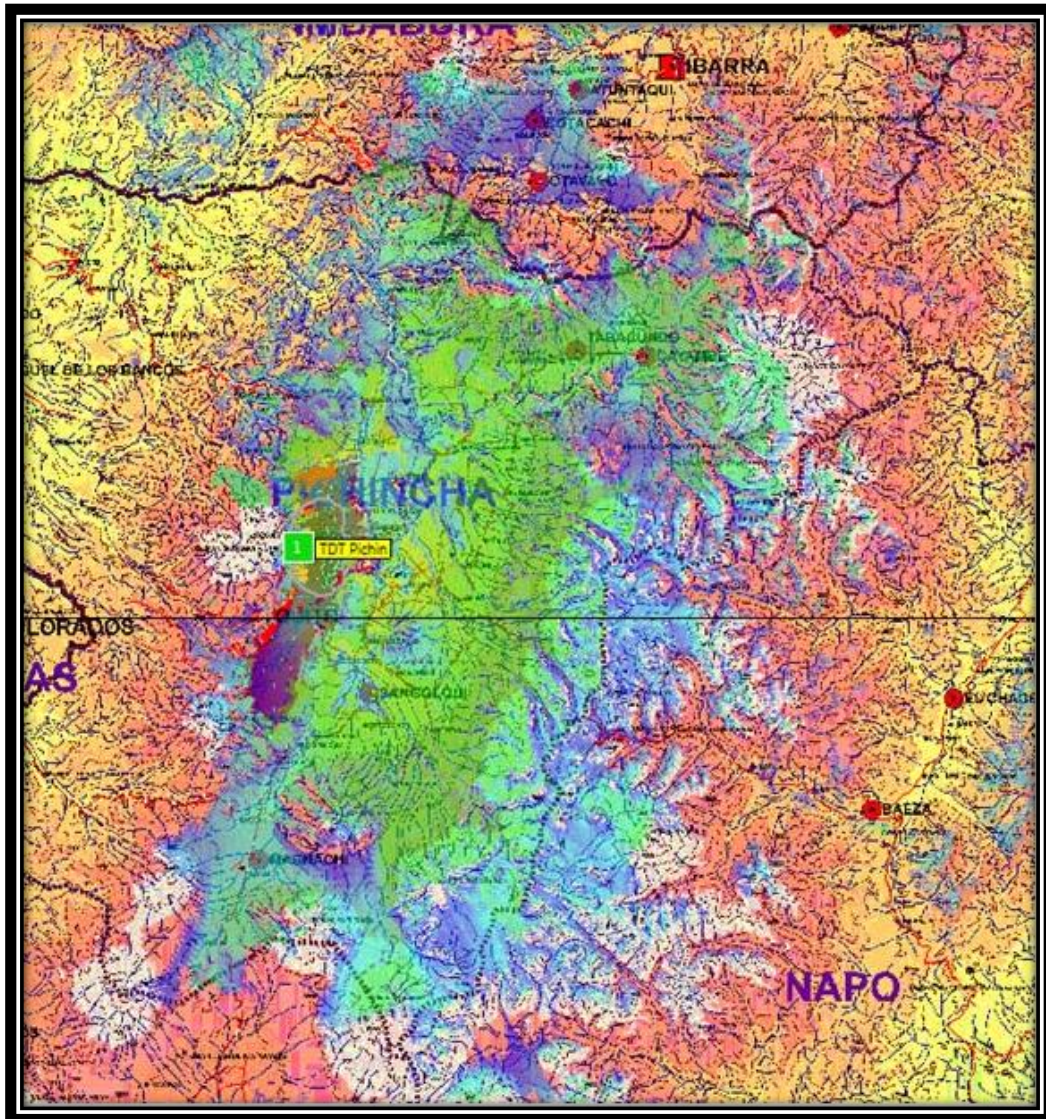


Figura 41. Área de cobertura de un canal de TDT para el DMQ.  
Fuente: SUPERTEL<sup>49</sup>

### 5.6.3 INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN MONITOREO, GESTIÓN Y DIFUSIÓN DE AMENAZAS EN EL DMQ

Ahora se hará un análisis de los Organismos e Instituciones que de alguna manera están relacionados con la ocurrencia de las amenazas naturales y antrópicas que pueden afectar a la población e infraestructura del DMQ, para colocarlas dentro de un diagrama de operación que resuma el accionar en el caso de una alerta de emergencia.

<sup>49</sup> Simulación de cobertura realizada con el programa ICS Telecom - SUPERTEL 2014.

#### 5.6.3.1 *VIGILANCIA Y MONITOREO*

Para el caso del Distrito Metropolitano de Quito esta responsabilidad la tendrían a cargo la Escuela Politécnica Nacional, a través del instituto Geofísico y el Municipio del DMQ a través de la Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad.

El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, es el encargado de monitorear y vigilar permanentemente las amenazas sísmicas y volcánicas en el Ecuador, por tanto quien informaría a los Organismos competentes en el caso de que se detecte la ocurrencia de una amenaza de este tipo en el área del DMQ.

La Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad del DMQ es la encargada de vigilar la ocurrencia de eventos naturales y antrópicos en la jurisdicción del DMQ, a excepción de amenazas sísmicas y volcánicas, por lo tanto será la encargada de informar de la ocurrencia de estos eventos a los Organismos competentes.

#### 5.6.3.2 *GESTIÓN DE LAS AMENAZAS*

A cargo de este proceso se encuentra la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos – SNGR, que es la encargada de establecer las políticas, regulaciones y lineamientos estratégicos de gestión de riesgos que incluye la prevención, mitigación, preparación, respuesta, rehabilitación, reconstrucción, recuperación y transferencia del riesgo, así como de la generación de alertas tempranas.

#### 5.6.3.3 *DIFUSIÓN DE AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS*

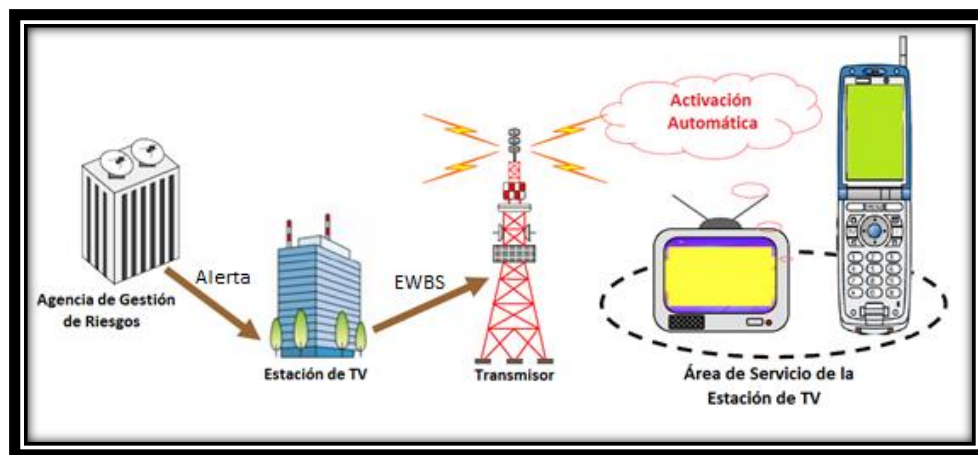
Este proceso lo lidera el Ministerio Coordinador de Seguridad, que es el encargado en el Ecuador de emitir las políticas de seguridad que deban implementarse en el caso de emergencias que pudieran afectar a los ciudadanos, así como de coordinar la acción de las diferentes instituciones relacionadas con este tema en el país.

#### 5.6.3.4 *OPERACIÓN DE LA RED DE ALERTA DE EMERGENCIA A TRAVÉS DE LA TDT PARA EL DMQ.*

Conforme lo expuesto anteriormente se han identificado los siguientes actores para la implementación de la red de alerta de emergencia en el DMQ;

- Ministerio Coordinador de la Seguridad
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos
- Instituto Geofísico de la EPN
- Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad del DMQ
- Canal de TV designado (Ecuador TV – canal del Estado)
- Habitantes del DMQ

Con esta determinación, en la Figura 42 se presenta un ejemplo gráfico de lo que podría constituir el sistema de alerta de emergencia usando TDT para el DMQ.



**Figura 42. Red de alerta de emergencia a través de una señal de TDT.**  
**Fuente: ISDB-T Internacional**

Del análisis realizado a lo largo del presente caso de estudio, se plantean las siguientes funciones y responsabilidades para cada uno de los actores involucrados en la Red de Alerta de Emergencia, a efectos de que esta alternativa tecnológica sea implementada como un complemento a los demás sistemas de alerta previstos para el caso de ocurrencias de amenazas naturales o antrópicas en el DMQ:

- **Ministerio Coordinador de la Seguridad:**
  - Financiar la adquisición de los equipos necesarios para la operación del sistema de alerta (sobre todo para el canal designado para levantar la alerta).
  - Establecer los protocolos pre y post que deban implementarse por los distintos actores en el caso de la ocurrencia de una amenaza en el DMQ.
  - Mantener informada a la ciudadanía sobre la implementación y funcionamiento de esta alerta de emergencia, con campañas de difusión a través de todos los medios posibles.
  - Coordinar permanentemente con los otros actores involucrados para cualquier acción que deba ejecutarse.

- Implementar canales de comunicaciones dedicados, así como información de responsables titulares y alternos, con la estación de televisión designada, con los *backups* correspondientes para levantar la alerta de emergencia de ser necesaria.
- Disponer al canal de televisión designado, la difusión de una alerta en una región determinada de acuerdo a la zonificación establecida en este estudio.
- Disponer el apagado de la señal de alerta.

➤ **Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos:**

- Levantar mapas de riesgos del DMQ con la información proporcionada por el Instituto Geofísico de la EPN y de la Secretaría de Seguridad del DMQ y mantenerlos permanentemente actualizados.
- Definir los textos que se difundirán en el caso de emitirse una alerta
- Informar a la ciudadanía sobre la configuración de los receptores EWBS, incluyendo los códigos de área y del canal autorizado a difundir la alerta.
- Coordinar la realización de pruebas periódicas de funcionamiento de la alternativa implementada con los otros actores involucrados.

➤ **Instituto Geofísico de la EPN:**

- Implementar los equipos y sistemas monitores de riesgos volcánicos y sísmicos necesarios a lo largo del DMQ.
- Realizar monitoreos permanentes sobre posibles amenazas volcánicas y sísmicas que pudieran afectar al DMQ.
- Levantar y actualizar mapas de riesgos volcánicos y sísmicos a lo largo del DMQ.
- Informar periódicamente al Ministerio de Seguridad y a la SNGR sobre cualquier novedad que se detecte en estos monitoreos y sus posibles áreas de afectación.

➤ **Secretaría de Seguridad del DMQ:**

- Implementar los equipos y sistemas monitores de riesgos naturales y antrópicos a lo largo del DMQ.
- Realizar monitoreos permanentes sobre posibles amenazas naturales y antrópicas que pudieran afectar al DMQ.
- Levantar y actualizar mapas de riesgos naturales y antrópicos a lo largo del DMQ.
- Informar periódicamente al Ministerio de Seguridad y a la SNGR sobre cualquier novedad que se detecte en estos monitoreos y sus posibles áreas de afectación.

➤ **Canal de TV designado:**

- Determinar los equipos necesarios para poder implementar en el canal el sistema EWBS,

considerando al estudio, transmisor y sistemas de enlace y comunicaciones, incluyendo *hardware*, *software* y *backups* necesarios.

- Adquirir e instalar los equipos para implementar el sistema EWBS (una vez que se cuente con el presupuesto necesario).
- Realizar pruebas periódicas de funcionamiento del sistema EWBS y de los canales de comunicación con el Ministerio Coordinador de Seguridad.
- Establecer protocolos de activación y responsables titulares y alternos para el sistema EWBS.
- Levantar el código de activación en el TMCC y la zonificación en las tablas PMT del sistema de TDT del canal y desactivarlo conforme las disposiciones del Ministerio Coordinador de Seguridad.

➤ **Población del DMQ:**

- Informarse permanentemente a través de los Organismos Oficiales sobre los pasos a seguir en el caso de la ocurrencia de una amenaza natural o antrópica en el DMQ.
- Adquirir equipos receptores de TDT (STB o TV) con el estándar de ISDB-Tb, que cuente con la alternativa de EWBS.
- Habilitar la funcionalidad EWBS en los receptores de TDT (STB o TV) adquiridos y verificar periódicamente que esta se mantenga activa.
- Configurar los equipos receptores de TDT (STB o TV) conforme su lugar de residencia o trabajo siguiendo los procedimientos establecidos por los Organismos competentes.
- Obedecer los protocolos de seguridad y el mensaje de alerta EWBS en el caso de presentarse.
- Informar a los Organismos de seguridad de encontrar cualquier novedad en las pruebas de funcionamiento del sistema de alerta de emergencia.

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

- El uso de las subportadoras de televisión digital para la implementación de una red de alerta de emergencia para el Distrito Metropolitano de Quito y su zona de influencia en la que se incluyen los valles de Tumbaco, Cumbayá y Los Chillos es una alternativa tecnológica que debe ser tomada en cuenta por los Organismos responsables de la seguridad ciudadana, considerando sobre todo porque al ser la televisión digital una tecnología que está empezando a implementarse, su vigencia tecnológica está garantizada a largo plazo.

- Gracias a la información obtenida de la Secretaría de Seguridad del DMQ se pudieron identificar las zonas del Distrito Metropolitano de Quito y sus alrededores que podrían ser afectados por la ocurrencia de amenazas naturales y antrópicas, mismas que, según la predicción de la señal de televisión digital realizada, estarían dentro de la cobertura que tendría la estación de televisión que emitiría la señal de alerta de emergencia, con lo cual se puede afirmar que en el caso de emitirse esa alerta, todo el territorio del DMQ sería cubierto en forma simultánea.
- Considerando las diferentes alternativas tecnológicas que permiten implementar redes de alerta de emergencia en el caso de ocurrir una amenaza natural o antrópica, se puede afirmar que el uso de las subportadoras e infraestructura de la TDT, tiene ventajas técnicas y operativas, como el hecho de ser un sistema complementario con otros sistemas de alerta disponibles, y que es la única alternativa que combina simultáneamente una gran cobertura con una segmentación de áreas de notificación, además que ya se dispone de infraestructura instalada y que la televisión es el medio de comunicación preferido por los habitantes de la ciudad, hacen que se pueda concluir que el empleo de la televisión digital terrestre es la mejor alternativa disponible al momento para la implementación de una red de alerta de emergencia para el Distrito Metropolitano de Quito.
- Evaluando los canales radioeléctricos de la TDT y sus diferentes subportadoras se pudo determinar que en cualquiera de los 13 segmentos, que conforman un canal digital, se pueden transmitir datos adicionales sin que se perjudique la señal principal, gracias a la multiplexación de datos que se da en la etapa de transmisión, sin embargo, por estandarización, se sugiere el uso del segmento 0 ya que alcanza a una mayor gama de receptores, incluyendo televisores digitales, set top box y dispositivos móviles.
- Al comprender la forma en que los datos pueden ser insertados en una subportadora de TDT para implementar una red de alerta de emergencia para el Distrito Metropolitano de Quito y sus zonas de influencia, se encontró que el Sistema de Emisión de Alerta de Emergencia (EWBS por sus siglas en inglés) se puede aplicar en común para todos los países que adoptaron la norma ISDB-T, por lo que además de compartir experiencias y avances sobre esta temática, se podrían aplicar también economías de escala en la fabricación de dispositivos (hardware y software) que permitan la generación y transmisión de mensajes de alerta de emergencia por parte de las estaciones emisoras y la recepción y decodificación de dichos mensajes, segmentando la activación y el encendido racional de los dispositivos hasta entregar dichos mensajes sin perjudicar a infraestructuras vitales como las subestaciones de energía eléctrica que soportarían ese

encendido simultáneo.

- Para la configuración de una red de alerta de emergencia a través de la TDT para el Distrito Metropolitano de Quito y alrededores, se consideró a los distintos Organismos que participan en estos procesos y se establecieron las responsabilidades de cada uno de ellos; adicionalmente, y para aprovechar la infraestructura ya instalada, así como por las condiciones técnicas y reglamentarias disponibles que facilitarían la implementación del sistema no solo en el DMQ sino en alrededor de 100 poblaciones del país, en el caso que así se considere y después de las zonificaciones necesarias, se determinó que el canal de televisión ECUADOR TV sería la mejor opción para ser el responsable de generar y emitir la alerta de emergencia a través de la señal de TDT para el DMQ en el caso de producirse una amenaza natural o antrópica, además porque con seguridad sería una alternativa válida para enviar todo tipo de información oficial a la ciudadanía, complementando de esta manera la señal de alerta, brindando algo de alivio y apoyo a las poblaciones afectadas, contribuyendo con una herramienta tecnológica a minimizar las posibles y lamentables pérdidas humanas y materiales.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Es importante que previo a tomar una decisión sobre la implementación de un sistema de alerta de emergencia que pueda ser utilizado no solo en el DMQ sino en cualquier parte del país, se establezca por parte del Ministerio Coordinador de Seguridad una comisión donde participen delegados de los Organismos identificados en el presente estudio, que evalúen las diferentes propuestas planteadas y la factibilidad de implementarlas progresivamente en diferentes sectores del país, solas o como complemento a otras alternativas como son las sirenas instaladas actualmente en el sur del DMQ y en el cantón Rumiñahui por la posible erupción del volcán Cotopaxi, considerando sobre todo las ventajas que tendría la alternativa de utilizar la TDT para estos sistemas de alerta como son: una mayor cobertura, una difusión simultánea masiva, la segmentación de zonas afectadas y el uso de infraestructura ya instalada, características que no tiene ningún otro sistema.
- Se sugiere que dentro de los análisis que se realicen para determinar la viabilidad de la alternativa presentada en el presente caso de estudio, los Organismos encargados de la seguridad de la población deberían conocer que en varios eventos alrededor del mundo que ocasionaron la pérdida de miles de vidas humanas se determinó que a pesar de tener la última tecnología en sistemas de detección no se tuvieron los adecuados mecanismos de difusión y alerta a las poblaciones afectadas, por lo que siendo la

salvación de vidas humanas el principal objetivo de un sistema de alerta de emergencia, los mecanismos de difusión de esas alertas deben buscar llegar con ellas a la mayor cantidad de población en el menor tiempo posible, sin dejar de lado las campañas de capacitación oportunas y periódicas sobre cómo responder y actuar en el caso de ocurrir una amenaza natural o antrópica, reduciendo al máximo las falsas alarmas que generan desconfianza en las personas, por lo que la alternativa que se escoja debería cumplir estos objetivos que de echo los cumple la televisión digital a través de su interactividad y movilidad.

- En el caso de considerar viable la propuesta planteada en este caso de estudio y al tener la TDT la posibilidad de presentar simultáneamente además de la alarma sonora una superposición de textos informativos que puedan ser vistos en los receptores de televisión, los mensajes que se difundan a través del sistema de alerta de emergencia propuesto deberán ser cortos, precisos, comprensibles y usar un lenguaje sencillo, sobre todo conteniendo información del motivo de la alerta, las posibles zonas de afectación, las rutas de evacuación y las zonas seguras determinadas previamente.
- De producirse una amenaza natural o antrópica es fundamental llegar a las poblaciones que puedan ser afectadas de manera oportuna por lo que para la difusión de un mensaje de alerta de emergencia se deberían utilizar todos los medios disponibles de manera que entre ellos se complementen para cubrir a la mayor cantidad de población y en el menor tiempo posible, por ello se sugiere que además de las alertas que puedan emitirse a través de la señal de TDT, de así decidirse y previo las autorizaciones y coordinaciones necesarias con los Organismos encargados, se emitan también mensajes a través de las señales analógicas de radio y televisión, mensajes cortos (SMS) a través de la telefonía móvil, sirenas e inclusive mensajes usando otras alternativas técnicas de *broadcast* como son los datos RDS de las estaciones de radiodifusión sonora designadas.
- Si se implementa el sistema de alerta de emergencia a través de la TDT como se plantea en el presente caso de estudio, se deberían compartir todas las experiencias que se vayan teniendo con los otros países que han adoptado el estándar ISDB-Tb y así retroalimentar también sus investigaciones, aportando de esta manera al desarrollo de alternativas tecnológicas más eficaces y seguras en beneficio no solo de seres humanos sino de otros seres vivos con los que compartimos nuestro planeta.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] D'Ercole - Metzger, R. - P.; (2004). *La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito*. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda.
- [2] Secretaria de Seguridad y Gobernabilidad, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito; (2015). *Atlas de Amenazas Naturales y Exposición de Infraestructura del Distrito Metropolitano de Quito*. Segunda Edición.
- [3] Jacks - Davidson - Wai, E. - J. - H.; (2010). *Directrices Sobre Sistemas de Alerta Temprana y Aplicación de Predicción Inmediata y Operaciones de Aviso*. Organización Meteorológica Mundial (OMM).
- [4] Basher, R.; (2006). *Global Early Warning System for Natural Hazards: Systematics and People – Centred*. Philosophical Transaction of the Royal Society.
- [5] Hall, P.; La Red (Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina). (2006). *Early Warning Systems: Reframing the Discussion*. Recuperado el 15 de febrero de 2016, de [http://www.desenredadando.org/public/articulos/2006/sis\\_alerta\\_Temp/EWS\\_Reframing\\_the\\_discussion.pdf](http://www.desenredadando.org/public/articulos/2006/sis_alerta_Temp/EWS_Reframing_the_discussion.pdf).
- [6] Peltre, P.; (1989). *Riesgos Naturales en Quito, Lahares, Aluviones y Derrumbes del Pichincha y del Cotopaxi*. Corporación Editora Nacional.
- [7] DiBEG - Digital Broadcasting Experts Group; (2009). *Contenidos Técnicos y Estructura del Sistema ISDB-T*. Recuperado el 18 de febrero de 2016, de [http://www.dibeg.org/techp/feature/ANNEX-AA\\_spanish.pdf](http://www.dibeg.org/techp/feature/ANNEX-AA_spanish.pdf).
- [8] Ivo – Queiroz, R. – R.; (2008). *Sistema de Radiodifusión Digital Terrestre*. Kathrein Mobilcom Brasil. Dinámica Gráfica y Editora. Segunda Edición.
- [9] Fisher, W.; (2008). *Tecnologías para la Radiodifusión Digital de Audio y Video*. Springer – Verlag Berlín. Segunda Edición.
- [10] Sotelo – Durán - Joskowics. Universidad de Montevideo; (2011). *Sistema de Transmisión ISDB-T*. Recuperado el 4 de marzo de 2016, de [http://www.um.edu.uy/\\_upload/\\_descarga/web\\_descarga\\_240\\_SistemadetransmisionISDB-T.-Sotelo\\_Durn\\_Joskowicz.pdf](http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_240_SistemadetransmisionISDB-T.-Sotelo_Durn_Joskowicz.pdf)
- [11] Piscioti, N.; Universidad Blas Pascal. (2010). *Sistema ISDB-Tb (Primera Parte)*. Recuperado el 8 de marzo de 2016, de <http://www.ubp.edu.ar/wp-content/uploads/2013/12/392010MI-Sistema-ISDB-Tb-Primera-Parte.pdf>
- [12] Embajada del Japón en Argentina – DiBEG; (2011). *Transmisión de Televisión Digital Terrestre – ISDB-T Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial*. Recuperado el 12 de marzo del 2016, de <http://www.ar.emb-japan.go.jp/Notas/090901TelevisionDigital.pdf>
- [13] Instituto Nacional de Telecomunicações – INATEL; (2012). *Curso Introdução ao Sistema de Televisão Digital*. Módulos 2 al 5.

- [14] Instituto Nacional de Telecomunicações – INATEL; (2013). *Curso Televisão Digital Avançado, Da Teoria á Prática*. Módulos 1 al 3.
- [15] Sakaguchi, Y.; NHK – Nippon Hoso Kyokai. (2014). *Role of ISDB-T in Disaster Reduction*. JICA Training Course. Engineering Administration Department, NHK, Japan.
- [16] NEC Corporation. (2014). *Emergency Warning Broadcasting System*. JICA Training Course. Japan.
- [17] SHARP Corporation. (2014). *Emergency Warning Receiver based on One-Segmentation Broadcast System*. Engineering Department. JICA Training Course. Japan.
- [18] Sugihara, Y.; NHK – Nippon Hoso Kyokai. (2014). *Broadcasting Systems for Emergency*. JICA Training Course. News productions & Network Department, NHK, Japan.
- [19] Superintendencia de Telecomunicaciones – SUPERTEL. (2009). *Encuesta de uso, hábitos y preferencias de la televisión en el Ecuador*.
- [20] Consejo Nacional de Telecomunicaciones – CONATEL. (2012). *Plan Maestro de Televisión Digital Terrestre*.
- [21] Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones – ARCOTEL. (2015). *Norma Técnica para el Servicio de Radiodifusión de Televisión Abierta Analógica*.