



**SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

Diseño de un Sistema de Comunicación trunking digital eLTE de despliegue rápido Huawei en caso de emergencias para el Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas

AUTOR:

Ing. Franklin Gregory Tello Canchingre

Componente Práctico de Examen Complexivo previo a la obtención del grado de Magister en Telecomunicaciones

TUTOR:

PhD. Manuel de Jesús Romero Paz

Guayaquil, 29 de noviembre del 2022



**SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Franklin Gregory Tello Canchingre como requerimiento parcial para la obtención del Título de Magíster en Telecomunicaciones.

TUTOR



PhD. Manuel Romero Paz

DIRECTOR DEL PROGRAMA



PhD. Manuel Romero Paz

Guayaquil, 29 de noviembre del 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

YO, Franklin Gregory Tello Canchingre

DECLARO QUE:

El Componente Práctico de Examen Complexivo “**Diseño de un Sistema de Comunicación trunking digital eLTE de despliegue rápido Huawei en caso de emergencias para el Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas**” previa a la obtención del Título de **Magíster en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Componente Práctico de Examen Complexivo referido.

Guayaquil, 29 de noviembre del 2022

EL AUTOR



Franklin Gregory Tello Canchingre



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES**

AUTORIZACIÓN

YO, FRANKLIN GREGORY TELLO CANCHINGRE

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación**, en la biblioteca de la institución del Componente Práctico de Examen Complexivo, “**Diseño de un Sistema de Comunicación trunking digital eLTE de despliegue rápido Huawei en caso de emergencias para el Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 29 de noviembre del 2022

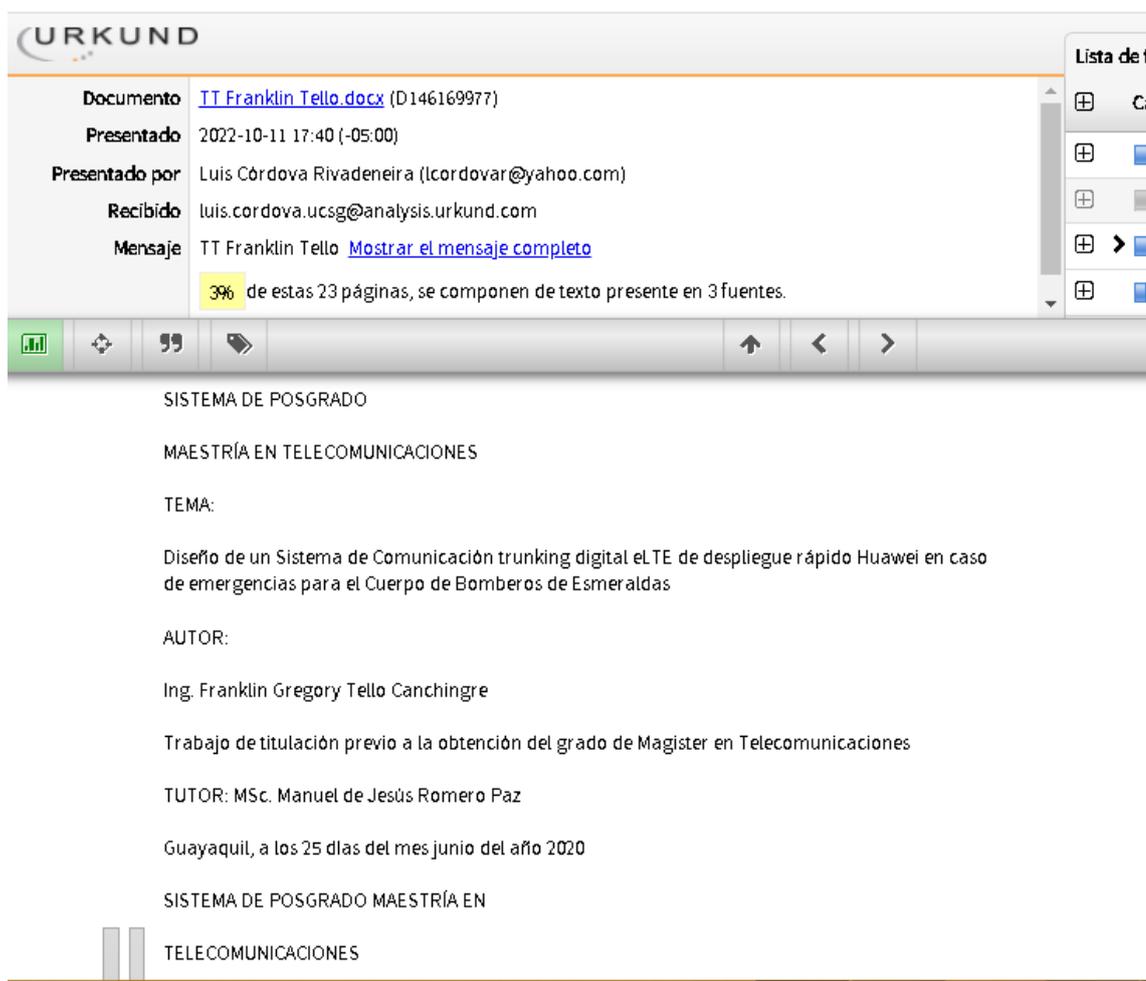
EL AUTOR



Franklin Gregory Tello Canchingre

REPORTE URKUND

El presente trabajo de Titulación contiene el 3% de coincidencia con otros trabajos similares.



The screenshot shows the URKUND interface with the following details:

- Documento:** [TT Franklin Tello.docx](#) (D146169977)
- Presentado:** 2022-10-11 17:40 (-05:00)
- Presentado por:** Luis Córdova Rivadeneira (lcordova@yahoo.com)
- Recibido:** luis.cordova.ucsg@analysis.arkund.com
- Mensaje:** TT Franklin Tello [Mostrar el mensaje completo](#)

A summary bar indicates: 3% de estas 23 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.

The main content area displays the following text:

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES
TEMA:
Diseño de un Sistema de Comunicación trunking digital LTE de despliegue rápido Huawei en caso de emergencias para el Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas
AUTOR:
Ing. Franklin Gregory Tello Canchingre
Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de Magister en Telecomunicaciones
TUTOR: MSc. Manuel de Jesús Romero Paz
Guayaquil, a los 25 días del mes junio del año 2020
SISTEMA DE POSGRADO MAESTRÍA EN
TELECOMUNICACIONES

Dedicatoria

Dedico este proyecto de titulación a:

Dios, quien con su infinita sabiduría condujo mis pasos para la culminación de este proyecto profesional.

A mis padres, Franklin y Mirian, porque siempre buscaron la manera de ayudarme a concretar mis metas, porque siempre creyeron en mí.

A mis hijos, Sharif y Aileen porque son la razón de este esfuerzo.

A mis hermanas, por enseñarme con el ejemplo de que con esfuerzo y dedicación todo es posible.

A todas las personas que de una u otra manera ayudaron para que este trabajo de titulación se materialice.

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme dado la vida, por haberme dado las fuerzas necesarias para concluir este proyecto de titulación.

A mis padres Franklin y Mirian quienes siempre me enseñaron que todo lo que vale la pena en esta vida, requiere de sacrificio y esfuerzo. Gracias, padres, porque siempre han estado cuando he necesitado de una palabra de aliento o de algún consejo. Los amo.

Gracias a la Universidad Católica Santiago de Guayaquil por todo el apoyo brindado a lo largo de esta Maestría.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

PhD. Manuel Romero Paz
TUTOR

f. 

PhD. Manuel Romero Paz
DIRECTOR DEL PROGRAMA

f. 

MSc. Luis Córdova Rivadeneira
REVISOR



MSc. Edgar Quezada Calle
REVISOR

ÍNDICE DE CONTENIDO

1 .	CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
1.1.	ANTECEDENTES	2
1.2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3.	JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.4.	OBJETIVOS 4	
1.4.1.	OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.5.	HIPÓTESIS	4
1.6.	METODOLOGÍA	5
2.	CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1.	SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIÓN	6
2.2.	SISTEMAS TRUNKING	7
2.2.1.	Bandas de frecuencias de PMR (Personal Mobile Radio).....	8
2.3.	ARQUITECTURA DE UNA RED TRUNKING	9
2.4.	TIPOS DE SISTEMAS TRUNKING	10
2.4.1.	NXDN	10
2.4.2.	GoTa	11
2.4.3.	DMR	12
2.4.4.	TETRA.....	12
2.4.5	Projet 25.	14
2.5.	SISTEMAS TRUNKING eLTE	15
2.5.1.	Características técnicas de eLTE.....	16
2.5.2.	Arquitectura de la red de eLTE	17
	CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE RED TRUNKING BASADA EN eLTE	19

3.1. PLANTEAMIENTO DEL ESCENARIO DE LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA.....	19
3.3.1.....	22
3.3.2. Equipos para el centro de gestión de red (Core Network)	28
3.3.3. Equipos terminales para los usuarios	32
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
Conclusiones.....	41
Recomendaciones.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44
GLOSARIO DE TÉRMINOS	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Elementos de un sistema de Radiocomunicación y los efectos de los dispersores	7
Figura 2.2. Distribución del espectro radioeléctrico	8
Figura 2.3. Arquitectura de un sistema Trunking	9
Figura 2.4. Distribución de las bandas de frecuencia en TETRA	13
Figura 2.5. Red típica de TETRA	14
Figura 2.6. Calidad de servicios	17
Figura 2.7. Arquitectura lógica de red de la solución eLTE de Huawei	18
Figura 3.1. Esquema básico del escenario planteado para mando y control de emergencia	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.2. Esquema general “eLTE Broadband Trunking Solution” de Huawei.	20
Figura 3.3. Componentes de DBS3900 de Huawei	21
Figura 3.4. Equipo eLTE Rapid de Huawei	23
Figura 3.5. Componentes que integran el equipo eLTE Rapid	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.6. Subrack EART del eSCN de Huawei	27
Figura 3.7. Esquema de red con el equipo eCNS210	28
Figura 3.8. CPE EG860 de Huawei	33
Figura 3.9. Equipo terminal EP820 de Huawei	35
Figura 3.10. Equipo terminal EP630 de Huawei	37
Figura 3.11. Equipo terminal EV750 de Huawei	39
Figura 3.12. Hotspot EM720 de Huawei	40
.....	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Especificaciones técnicas de la DBS3900.....	24
Tabla 3.2. Aspectos técnicos de la BBU de la DBS3900	25
Tabla 3.3. Aspectos técnicos de la RRU de la DBS3900	25
Tabla 3.4. Aspectos técnicos del equipo eLTE Rapid	27
Tabla 3.5. Aspectos técnicos del equipo eSCN230	30
Tabla 3.6. Aspectos técnicos del equipo eSCN230	32
Tabla 3.7. Aspectos técnicos del CPE EG860	34
Tabla 3.8. Aspectos técnicos del terminal EP820	36
Tabla 3.9. Especificaciones Técnicas del EP630	38
Tabla 3.10. Especificaciones Técnicas del equipo EV750	39
Tabla 3.11. Especificaciones Técnicas del equipo EM720.....	40

RESUMEN

El presente trabajo de titulación contiene un análisis de la tecnología digital eLTE de despliegue rápido Huawei. Mediante la metodología de investigación descriptiva, se realiza un enfoque hacia las necesidades de las comunicaciones en casos de emergencias o desastres naturales como se presentó en el país el 16 abril del 2016 y sus principales procesos para la administración e instalación de dicho sistema, llamadas originadas y terminadas. Se explicará paso a paso un estudio de enlaces, montaje y configuración de los equipos, por el cual se puede transmitir voz y datos, mediante este sistema se puede montar un sistema de llamadas con tecnología eLTE y a la vez realizar un circuito de video vigilancia a gran escala, se realizarán ciertas recomendaciones sobre el enfoque y lo importante de tener una comunicación constante y estable en caso de desastres, por lo tanto, es importante que se implemente este tipo de tecnología para estar preparados en casos de emergencia en las entidades públicas como son los Cuerpos de Bomberos.

Palabras clave: eLTE, TRUNKING, NXDN, GoTa, DMR, TETRA, Projet 25

ABSTRACT

This degree work contains an analysis of the Huawei rapidly deployable eLTE digital technology. Through the descriptive research methodology, an approach is made to the communication needs in cases of emergencies or natural disasters as presented in the country on April 16, 2016, and its main processes for the administration and installation of said system, originated calls and calls terminated. A study of links, assembly and configuration of the equipment by which voice and data can be transmitted will be explained step by step, through this system a call system with eLTE technology can be assembled and at the same time make a large video surveillance circuit scale, certain recommendations will be made on the approach and the importance of having constant and stable communication in disaster situations, therefore, it is important that this type of technology be implemented to be prepared in cases of emergency in public entities such as the Fire Brigades.

Keywords: eLTE, TRUNKING, NXDN, GoTa, DMR, TETRA, Projet 25

1 .CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo tiene como finalidad plantear una arquitectura de sistema Trunking que sea capaz de transmitir audio, video y datos, el cual está basado en eLTE (evolve Long Term Evolution), permitiendo así ser aplicado en escenarios de mando y control de emergencias.

1.1. ANTECEDENTES

El 16 de abril un terremoto con magnitud de 7,8 en escala Richter golpeó las costas del noroccidente ecuatoriano. El epicentro estuvo localizado cerca de Muisne. Pese a que el epicentro tuvo lugar en un área rural remota, varios pueblos en las provincias costeras se vieron afectados.

Debido a esta catástrofe en el Ecuador se ocasionaron problemas de comunicación, provocando que muchos lugares del país se encontraran incomunicados y no se pudiese conocer cuál era la situación o el nivel de daño que este desastre natural había ocasionado.

Esta pérdida de comunicación impidió que de una manera inmediata se obtuviese todo el detalle de daños, pérdidas y afectaciones en la costa ecuatoriana.

El Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas, al ser una entidad de derecho público que presta el servicio de protección, prevención, extinción de incendios, así como el apoyo en otros servicios adversos ya sean de origen natural o antrópico, requieren un Sistema de Comunicación trunking digital eLTE de despliegue rápido Huawei, este es capaz de ofrecer un servicio de distribución de banda ancha con comunicaciones eficientes en cuanto a voz, vídeo y datos. Como principal característica es un componente esencial para la

seguridad pública, el transporte, la energía y organizaciones similares que dependen de sistemas de distribución de energía confiable y de alto rendimiento, lo que permite garantizar el intercambio oportuno de información para tomar decisiones rápidas y la velocidad en la transmisión de comandos.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El Cuerpo de Bomberos de la provincia de Esmeraldas al ser una entidad de derecho público, que presta a los esmeraldeños los servicios de prevención, socorro y protección ya sea causada por una catástrofe de tipo natural o antrópica, solo cuenta con un sistema VHF digital con grandes falencias, este sistema de comunicación no cuenta con un despliegue rápido de las radio bases, baja potencia en los equipos y poca ganancia en las antenas, más la complejidad geográfica que presenta la provincia, hace imposible tener cobertura absoluta en todo el territorio. Por lo que necesita un sistema de comunicación que sea capaz de permitir un intercambio pertinente de información para la rápida toma de decisiones y de la misma forma la transmisión de comandos en escenarios de emergencia.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad presentar una propuesta para la implementación de un sistema trunking digital eLTE Huawei de despliegue rápido como medio alternativo de comunicación de contingencia para el Cuerpo de Bomberos de la provincia de Esmeraldas, que tenga como principal objetivo, mejorar las comunicaciones en casos de emergencia tanto en zonas urbanas como rurales, ya que está diseñado para gestión de emergencia, considerando escenarios para mando y control de estas, donde exista transmisión de servicios de voz, datos y video en tiempo real.

El cuerpo de Bomberos de la provincia de Esmeraldas tendrá así una herramienta de comunicación efectiva sin importar la ubicación geográfica, permitiendo una comunicación constante y en tiempo real así mismo se podría implementar un sistema de video vigilancia para monitoreo de actividades con la misma plataforma.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Presentar una propuesta para la implementación del sistema trunking digital eLTE de despliegue rápido de Huawei para el Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar los sistemas trunking existentes, tales como, analógicos y digitales.
- Seleccionar y definir los equipos que conformarían el sistema trunking eLTE, destacando sus prestaciones y principales características técnicas.
- Detallar una propuesta para implementar el sistema trunking eLTE en el Cuerpo de Bomberos de la provincia de Esmeraldas.

1.5. HIPÓTESIS

La implementación en el Cuerpo de Bomberos de la provincia de Esmeraldas del diseño de un Sistema de Comunicación trunking digital eLTE de despliegue rápido Huawei, permitirá una actuación rápida y eficaz frente a una catástrofe natural o antrópica

1.6. METODOLOGÍA

La metodología que se establece en el presente trabajo de investigación se apoyó en la revisión del estado del arte, correspondiente a los sistemas trunking, los mismos que sean compatibles con la tecnología eLTE. Luego se procedió con la indagación en páginas web de diversos fabricantes, sobre los equipos y las soluciones afines a sistemas trunking eLTE, por lo tanto, se pudo establecer que la compañía Huawei brinda una amplia gama de equipos de banda ancha, para el core, para la gestión y la administración de red, y al mismo tiempo dispositivos terminales.

El Sistema de Comunicación trunking digital eLTE de despliegue rápido Huawei, ofrece un servicio de distribución de banda ancha con comunicaciones eficaces de voz, vídeo y datos. Es considerado un componente esencial para la seguridad pública, el tráfico, la energía y organizaciones similares que dependen de un sistema de distribución confiable y de alto rendimiento, esto garantiza el intercambio adecuado de información para tomar decisiones y se dé una transmisión rápida de comandos, demostrando de tal manera que es excelente para ser implementado en la entidad del Cuerpo de Bomberos de la provincia de Esmeraldas.

2. CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Como lo manifiesta Murillo (2012) el propósito de la radiocomunicación no es más que poder establecer un enlace inalámbrico entre dos puntos que estos a su vez permiten que la información pueda ser transmitida. Es decir, el uso de campos electromagnéticos permite que en nuestra sociedad se pueda satisfacer la necesidad de transmitir información con la mayor tasa de transmisión posible.

2.1. SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIÓN

Se denomina sistema de radiocomunicación, aquel que utiliza ondas electromagnéticas con un rango de frecuencias que van desde 30 KHz hasta 3000GHz. Para que se dé una transmisión de información debe existir por lo menos un transmisor, un canal y un receptor. Para los sistemas de radio a tratar, el canal es el aire, sin embargo, la información que se transmite en forma de una onda electromagnética se hallará con objetos que pueden interferir o bloquear el camino hacia el receptor. Estos elementos se conocen como dispersores.

Murillo (2012) señala que los dispersores pueden anular o eliminar ya sea de manera parcial o total la información. Cuando una onda electromagnética halla un dispersor sufre modificaciones ocasionadas por los fenómenos físicos de reflexión, difracción, dispersión y absorción, como se muestra en la figura 2.1.

En los sistemas de comunicación vía RF que se emplean en las instituciones privadas y gubernamentales del Ecuador, en la mayoría de los países trabajan en HF (High Frequency), VHF (Very High Frequency) y UHF (Ultra High Frequency).

Estas bandas se han utilizado a lo largo de los años en instituciones públicas, privadas e incluso para tácticas militares y entidades de seguridad.

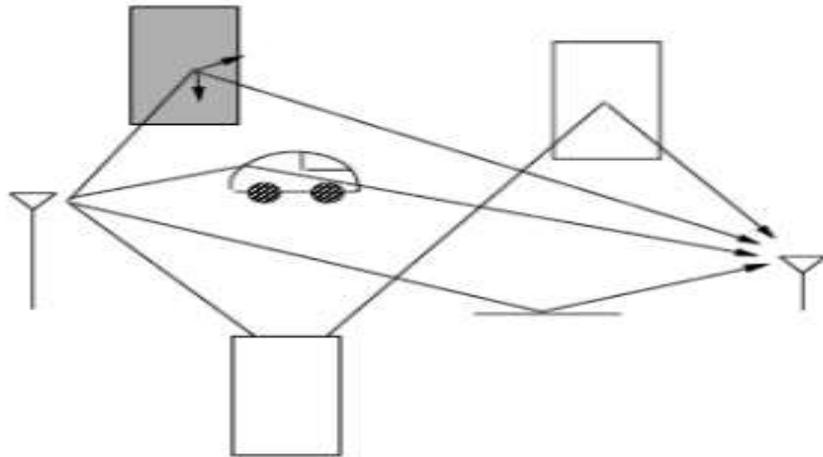


Figura 2.1. Elementos de un sistema de Radiocomunicación y los efectos de los dispersores

Fuente: (Murillo, 2012)

Segura (2010) indica que en este método de comunicación se incursionó en la banda UHF, ésta permite comunicaciones más robustas y tiene avances constantes en su tecnología. De manera particular en Ecuador, los servicios de atención de situaciones críticas son los que en caso de fallas tendrán un papel esencial en la comunicación entre entidades, que puedan salvaguardar la seguridad nacional o regional en algún punto del país. En base a esto se plantean los sistemas vía radio para ser utilizados por entidades públicas ya sea para el manejo y gestión de la seguridad integral, el control vehicular o la atención de servicios en situaciones de emergencia.

2.2. SISTEMAS TRUNKING

Ravelo (2017) señala que el sistema de radio trunking corresponde a comunicaciones radioeléctricas, en las que se emplean técnicas tanto convencionales como fundamentadas en lo que concierne al uso de frecuencias comunes, porque ofrecen servicios de comunicaciones móviles de voz punto a punto o también viceversa. Los sistemas trunking consisten en técnicas de radio donde los canales de comunicación se encuentran compartidos, debido a esto, es preciso un centro de control, el mismo que

tiene el oficio de administrar la comunicación. Este centro de control establece, en función de la demanda actual del sistema, diversos canales a los clientes que forman parte de la red.

Águila (2008) describe que los sistemas trunking usan un canal de control el cual permite hacer los procedimientos necesarios de señalización, este puede ser de dos tipos:

- Canal dedicado: se utiliza de manera permanente para la función de control.
- Canal variable: puede cumplir la función de ser un canal de tráfico o de control dependiendo de la demanda.

2.2.1. Bandas de frecuencias de PMR (Personal Mobile Radio)

El uso del espectro radioeléctrico se caracteriza por ser un recurso natural que el Estado lo emplea según sus intereses. La distribución del espectro radioeléctrico se muestra en la figura 2.2. Los sistemas de PMR (Personal Mobile Radio) convencionales o de trunking utilizan las bandas designadas para los sistemas LMR (Land-Mobile Radio), también pueden incluir en algunas regiones la banda de 300 – 450 MHz. A continuación, se muestra la distribución de las bandas de frecuencias en el espectro radioeléctrico (Sánchez S. , 2016).

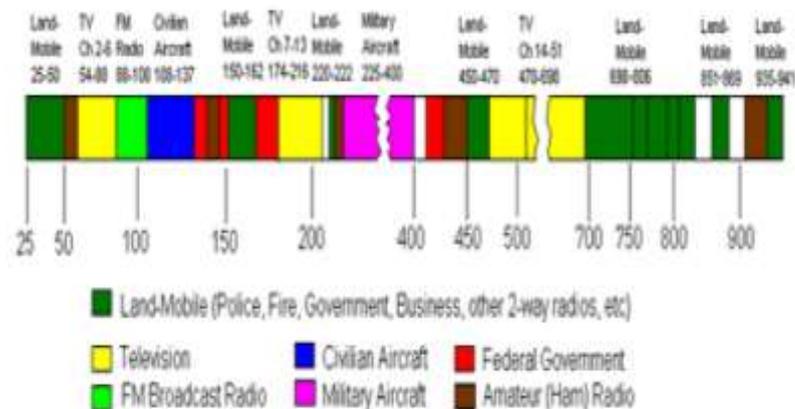


Figura 2.2. Distribución del espectro radioeléctrico
Fuente: (Sánchez S. , 2016)

2.3. ARQUITECTURA DE UNA RED TRUNKING

En la arquitectura de una red Trunking, como se muestra en la figura 2.3, se encuentran elementos indispensables como la NC (Node Control unit, unidad de control del nodo) que es la parte principal del sistema, tiene la función de mantener una gestión global en técnicas como el Trunking, para lo cual se utilizan diferentes interfaces. Su diseño abarca las estaciones bases de zona (EBZ), las cuales van conectadas al NC por medio de enlaces de control. Gracias a las EBZ, tienen acceso a la red Trunking los distintos terminales de los usuarios (Aguila, 2020).

Un sistema Trunking necesita una adecuada administración de los canales, tanto de control como de tráfico. Mediante el centro de gestión se realiza un monitoreo y control eficiente del sistema. Existen dos tipos de arquitectura de una red Trunking, cuando se requiere un solo centro de gestión se denomina mono-emplazamiento y cuando se necesita el control de múltiples nodos se denomina multi-emplazamiento.

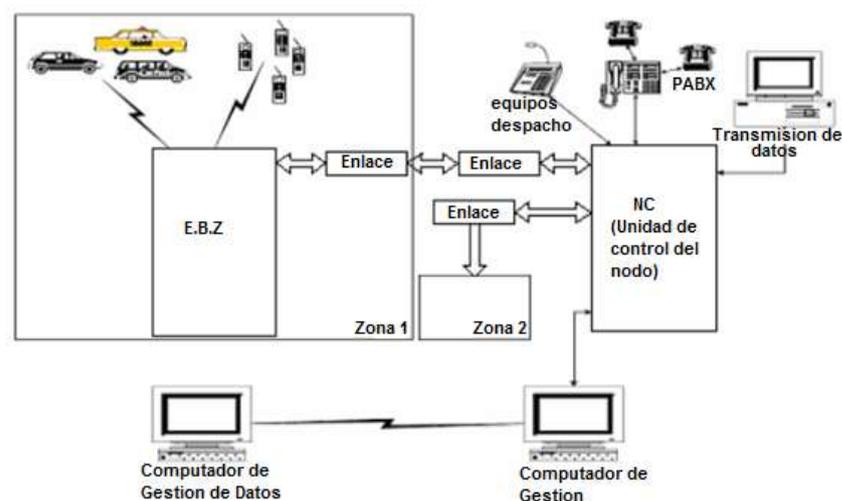


Figura 2.3. Arquitectura de un sistema Trunking
Fuente: (Aguila, 2020)

2.4. TIPOS DE SISTEMAS TRUNKING.

A lo largo del tiempo los diferentes tipos de tecnologías se encuentran en constante evolución y un ejemplo de lo anterior son las redes Trunking que pasaron de ser analógicas a digitales, este desarrollo está definido por la necesidad de dar respuesta a algunos servicios, uno de los cuales, y en el que se centra este proyecto de investigación, es la gestión de emergencias en sus diferentes escenarios, en la que, por ejemplo, los servicios de transmisión de voz y video de alta calidad, gestión de llamadas con distintas prioridades, necesitan de sistemas eficientes con altas prestaciones (Arcos, 2005).

Algunas de las principales normas digitales comprenden:

- NXDN (Digital, Japón)
- APCO Project 25 (Americano)
- TETRA (Europeo)
- TETRAPOL (Europeo)
- DMRTierIII (Europeo)
- eLTE (Chino)

2.4.1. NXDN

NXDN (Next Generation Digital Narrowband) es un protocolo técnico CAI (Common Air Interface) propietario para las comunicaciones móviles que brinda soporte a las siguientes funciones (Syscomblog, 2020):

- Cifrado de voz digital con una clave de 15 bits de 32.768 códigos diferentes.
- Paginación y estado de informes Radio-a-Radio y Despacho-a-Radio.
- Alias de usuarios: 65,545 diferentes de identificación de ID de grupo y de usuario.
- Hombre caído y llamada de emergencia.
- Funciones de gestión remota de radio (desactivación, reactivación y el

monitoreo).

- Interfaz de aplicaciones de terceros para: la localización del GPS (Global Positioning System), paginación de radio, terminales de datos taxi en el seguimiento de construcción.

2.4.2. GoTa

GoTa (Global open Trunking architecture) es una nueva generación de sistema trunking digital usando tecnología del CDMA2000 y está diseñada para los usuarios corporativos. Presenta una conexión instantánea con miembros del grupo y su recurso compartiendo tecnología, provee eficiencia mejorada de la red y ahorro de costos.

GoTa al ser un sistema CDMA (Code Division Multiple Access) permite que muchos usuarios compartan una asignación de frecuencia común mediante el uso de técnicas de espectro ampliado.

El sistema GoTa presenta algunas ventajas las cuales son (Gavafian, 2010):

- El radio de cobertura es 2-4 veces mayor que GSM (Global System for Mobile) empleando la misma frecuencia de radio.
- Una llamada del grupo PTT (Push to talk) puede soportar aproximadamente a 100 suscriptores.
- Soporta diferentes bandas de frecuencias (450 MHz, 800 MHz, 1.9 GHz, 2.1 GHz).
- Mejor calidad de voz y la actuación de servicio de datos del paquete de velocidad alta basada en CDMA2000-1X (actualmente 153.6 Kbps; siguiente versión 307.2 Kbps).
- Más seguridad y atenuación de interferencias.
- Buena relación costo-eficiencia en la implementación de la red.
- Soporta el roaming de llamadas PTT.
- Rápida conexión y recursos de radios compartidos.
- Es fácil de usar, puede manejar fácilmente los grupos de llamadas y

sabe cuándo los amigos están conectados o no.

2.4.3. DMR

DMR (Digital Movil Radio) se caracteriza por brindar una calidad de audio digital, gran eficiencia espectral, destacada capacidad de datos y gran duración de la batería portátil; ha extendido su alcance a las comunicaciones críticas de negocio y comerciales (Longley, 2020).

Las características de la DMR son (ICOM, 2020):

- Hasta 32 canales por sitio.
- Hasta 32 sitios con el Software de Control del Sistema, CS-FC5000SCS.
- Sistema de licencias de canales. La llave de activación de cuatro canales se suministra con el IC-FC5000E.
- El software de gestión web CS-FC5000 permite conectar múltiples clientes.
- Llamadas individuales y de grupo.
- Llamada de estado.
- Mensaje corto de datos.
- Llamada de emergencia con pre-emisión.

2.4.4. TETRA

TETRA (Terrestrial Trunked Radio) es el estándar de radio digital aceptado para las comunicaciones críticas, está destinado a satisfacer las necesidades de comunicaciones críticas en el mercado de la Seguridad Pública y agencias gubernamentales de seguridad. En la figura 2.4 se muestra la distribución de las bandas de frecuencia para los servicios públicos y de seguridad (TETRA 2 TEDS, 2020).

Servicios de Seguridad			Servicio Público		
Número	Ancho de Frecuencia (MHz)		Número	Ancho de Frecuencia (MHz)	
	Banda 1	Banda 2		Banda 1	Banda 2
1	380-383	390-393	1	410-420	420-430
2	383-385	393-395	2	870-876	915-921
			3	450-460	460-470
			4	385-390	395-399.9

Figura 2.4. Distribución de las bandas de frecuencia en TETRA
Fuente: (TETRA 2 TEDS, 2020)

Para que haya un correcto funcionamiento del sistema TETRA se definen una serie de interfaces, las cuales se muestran en la figura 2.5. Entre estas interfaces se encuentran (Rohde&Schwarz, 2017):

- Interfaz aérea: Garantiza la interoperabilidad entre los terminales de diversos fabricantes. Presenta la operación TMO (Trunking Mode) y DMO (Direct Mode)
- ISI (Inter-System Interface): Permite las interconexiones de redes TETRA de diferentes proveedores.
- TEI (Terminal Equipment Interface): Posibilita un desarrollo independiente para aplicaciones móviles de datos.
- LSI (Line Station Interface): Proporciona la conexión de estaciones en línea remotas o en función de despacho.
- CNMI (Central Network Management Interface): Interfaz para la estación central de la red que permite la gestión y control de la misma.
- Garantizan la interconexión de Tetra con las redes públicas.

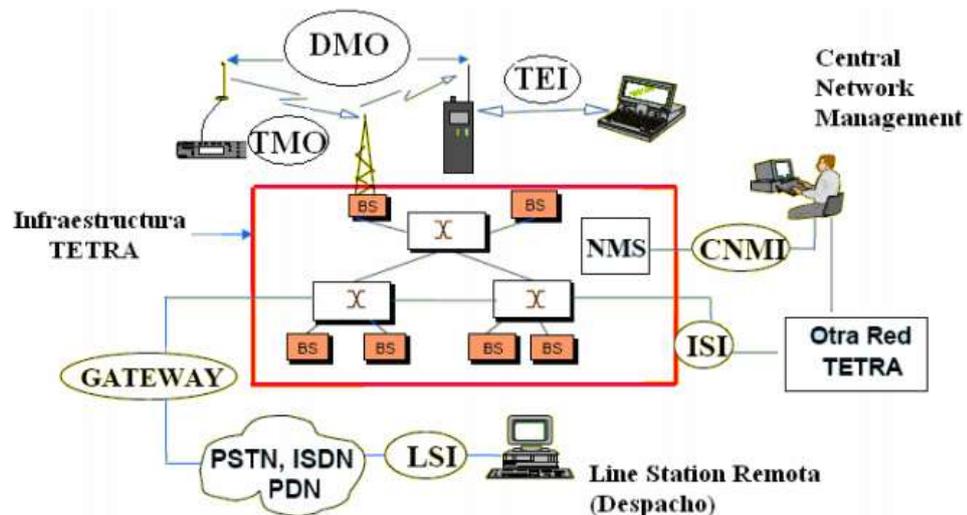


Figura 2.5. Red típica de TETRA
Fuente: (TETRA 2 TEDS, 2020)

2.4.5 Proje 25.

Proje 25 es un conjunto de normas que fueron producidas por las siguientes asociaciones: APCO (Association of Public Safety Communications Officials International), NCS (National Communications System), NASTD (National Association of State Telecommunications Directors) y normalizado de acuerdo con TIA (Telecommunications Industry Association). P-25 (Proje 25) está definida por un conjunto de normas que definen arquitecturas de sistemas de radiocomunicaciones digitales, los mismos que tienen la función de atender las necesidades que se presenten en las organizaciones de seguridad pública y gubernamentales. Estas normas se agrupan en dos (Daniels Electronics Ltd., 2004):

1. Las normas P-25 de presentación de servicios digitales de LMR (Land Mobile Radio) para las organizaciones nacionales de seguridad pública y las agencias locales, estatales y provinciales
2. Las de sistemas abiertos que define la interfaz, el funcionamiento y las capacidades de cualquier sistema de radio compatible con P-25.

2.5. SISTEMAS TRUNKING eLTE

Los sistemas de comunicaciones celulares eLTE han evolucionado para ofrecer mejores prestaciones en cuanto a capacidades y flexibilidades de operación con otras tecnologías. El desarrollo de las normas técnicas del 3GPP (3rd Generation Partnership Project), para comunicaciones de emergencia de banda ancha basada en LTE, presentó grandes ventajas para sistemas abiertos asegurando la interoperabilidad de varios proveedores.

Por su parte, la compañía Huawei desarrolló una solución de banda ancha basada en LTE, la cual consiste en la adición de un servidor PTT (Push-to-Talk) y diferentes terminales compatibles con las redes LTE convencionales (Huawei Technologies Co. Ltd. , 2016). La propuesta para sistemas Trunking LTE de Huawei ofrece:

- El sistema tiene un alto rendimiento (Mejora de las prestaciones).
- Tiene banda ancha, permite solventar los requerimientos que tengan las diferentes aplicaciones.
- Posee baja latencia y confiabilidad, necesaria en los sistemas que necesitan una respuesta crítica y disponibilidad del sistema. Por ejemplo, mando y control de emergencias.
- Interoperabilidad, garantiza compatibilidad con otras tecnologías.
- API (Application Programming Interface) abierta, puede adaptarse a distintos escenarios de aplicación.
- VPN (Virtual Private Network), con una baja construcción de red y menores costos de mantenimiento.
- Calidad de sistemas Trunking.

La arquitectura de la red eLTE y el diseño de la interfaz aérea para la banda ancha base, permite que los tiempos de establecimiento de llamada se reduzcan considerablemente. De la misma forma que el trunking tradicional, eLTE está en la capacidad de brindar una mejor experiencia de rendimiento. Sobre la base de eMBMS (standard evolved Multimedia Broadcast/Multicast

Service) característica del eLTE, puede facilitar una gran cantidad de llamadas con un número ilimitado de usuarios. Huawei separa lecciones de lo que hereda la experiencia 2G, 3G y las tecnologías trunking, para poder proveer funciones de servicio de trunking integrales (Ravelo, 2017).

Con la base de la alta eficiencia del espectro y el ancho de banda de la red, eLTE se encuentra en capacidad de proporcionar video vigilancia móvil, video portero, transferencia de archivos grandes, consolas de despacho móviles y asistencia remota (Ravelo, 2017).

2.5.1. Características técnicas de eLTE

Dependiendo de la banda de frecuencia que se utilice, el ancho de banda de eLTE por lo general oscila entre 1,4 MHz y 20 MHz. Tiene una amplia gama de frecuencias de LTE-TDD (Time-division Duplex) de 400 MHz / 1.4 GHz / 1.8 GHz / 2.3 GHz, y LTE-FDD (Frequency -Division Duplex) 700 MHz / 800 MHz, aunque dependiendo de las necesidades de los clientes, las frecuencias pueden ser personalizadas para que el operador esté en capacidad de obtener con mayor facilidad los recursos de esta. Puede combinar voz y vídeo en una sola red de banda ancha y proveer un tiempo de establecimiento de llamada de grupo de <300 ms y tiempo de atención preventiva de <150 ms para asegurar una respuesta rápida para cualquier situación crítica (Huawei , 2014).

El mecanismo de QoS (Quality of Service) es otra de las características de eLTE, puede garantizar calidad del ancho de banda, rendimiento, retardo y prioridad de los servicios del sistema, empleando de manera adecuada los recursos de red y a su vez cumplir con las necesidades de transmisión de diferentes tipos de servicios para los usuarios de diversos niveles. La figura 2.6 muestra la solución con diferentes mecanismos de QoS en dependencia del equipo que se emplee (Huawei , 2014).

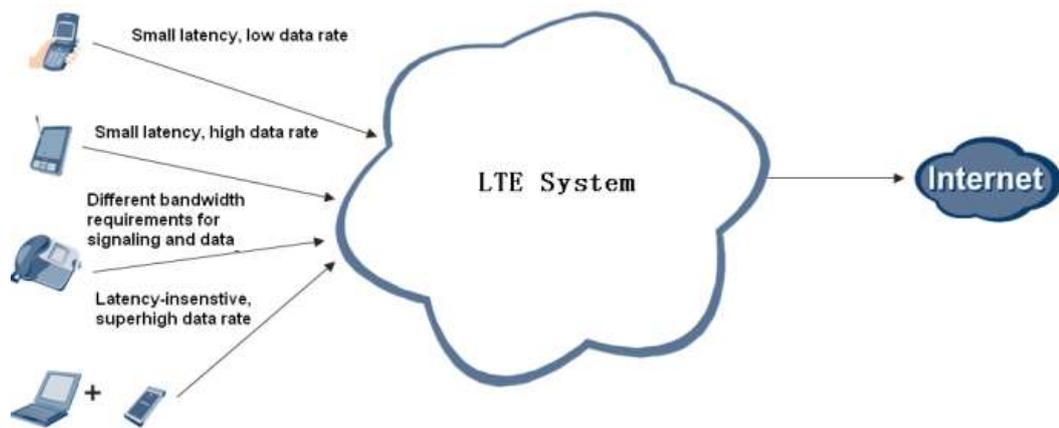


Figura 2.6. Calidad de servicios
Fuente: (Huawei , 2014)

2.5.2. Arquitectura de la red de eLTE

La figura 2.7 muestra la arquitectura de una red trunking eLTE, se definen los bloques que a continuación se describen (Huawei Technologies Co. Ltd. , 2016).

Servidor PTT: encargado de la autenticación de usuarios, gestión de la condición de usuario/grupo y envío.

Administración de Clientes: encargado del establecimiento de usuarios trunking y borrado, formación y eliminación de grupos y del cambio de atributos de grupo.

Consola de despacho: una empresa tiene un despachador, quien utiliza una consola de despacho y realiza las siguientes funciones: envío al usuario o al grupo, incorpora los miembros del grupo y averigua el estado de este, llama a la participación y al despacho temporal.

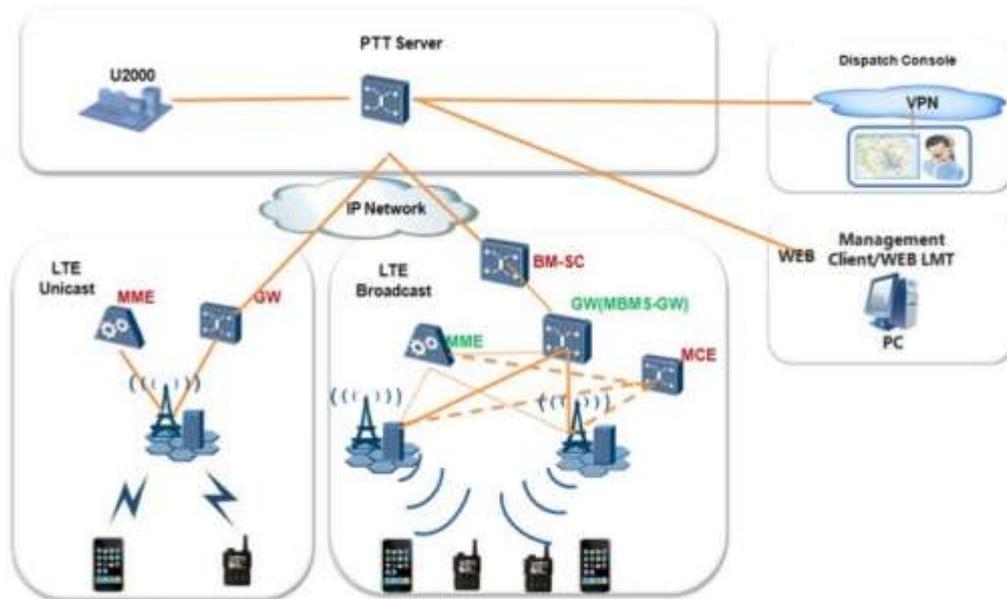


Figura 2.7. Arquitectura lógica de red de la solución eLTE de Huawei
Fuente: (Huawei Technologies Co. Ltd. , 2016)

APP: suministra funciones de PTT en un cliente de aplicaciones. Los usuarios pueden averiguar el estado miembro o la lista de los grupos. A su vez, pueden iniciar diferentes tipos de llamadas ya sean privadas, de grupo o de video en el cliente de aplicaciones.

U2000: responsable de la operación y mantenimiento de los servidores de PTT. Las funciones de operación y de mantenimiento incorporan la administración de registros, gestión de alarmas, la instalación, gestión de la configuración, seguimiento y monitorización en tiempo real.

Web LMT: terminal de mantenimiento local. Facilita funciones incluyendo la gestión de alarmas, el mantenimiento de la configuración, seguimiento y el monitoreo en tiempo real.

CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE RED TRUNKING BASADA EN eLTE

Este proyecto de investigación tiene como objetivo proveer una arquitectura de red Trunking que permita emitir servicios del video, voz o datos en tiempo real por medio de la tecnología eLTE, en momentos que se presentan situaciones de emergencia. En este contexto, es necesario realizar un análisis de todos aquellos equipos que se consideren aptos y cumplan con las características necesarias de capacidad y conectividad.

3.1. PLANTEAMIENTO DEL ESCENARIO DE LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA

La arquitectura propuesta en este proyecto de investigación está formada por equipos y topología de red, analizando las características de acuerdo con la información que facilitan los fabricantes: alcance, ancho de banda, frecuencia de operación, manera de operar con otras tecnologías, entre otras. Después de revisar al detalle las diferentes características que tienen los equipos que serán usados y las formas en que se pueden operar. Por esta razón, se establecerán requisitos adecuados de red para cumplir con el propósito de la investigación.

En la figura 3.1 se observa un esquema básico del escenario que se espera implementar para gestionar y controlar las emergencias. Primero, un Vehículo Aéreo no Tripulado (VANT) da seguimiento a la zona de emergencia y transmite en vivo la información hacia la herramienta Ground Control Station (GCS), que necesariamente debe contar con el Customer Premises Equipment (CPE) otorga, como el control de VANT, que a la estación de base desplegable se comuniquen la información de video en tiempo real.

En este contexto se considera como punto intermedio de conexión a la estación de base desplegable, la que genera la posibilidad de retransmitir los videos que se generan en las zonas consideradas de emergencia hacia la herramienta de Puesto de Mando Avanzado (PMA), además permite una

conexión directa con los dispositivos que usa el personal al movilizarse en el sitio de la emergencia. El PMA puede controlar y gestionar todo lo relacionado a la atención de la emergencia de manera eficiente.

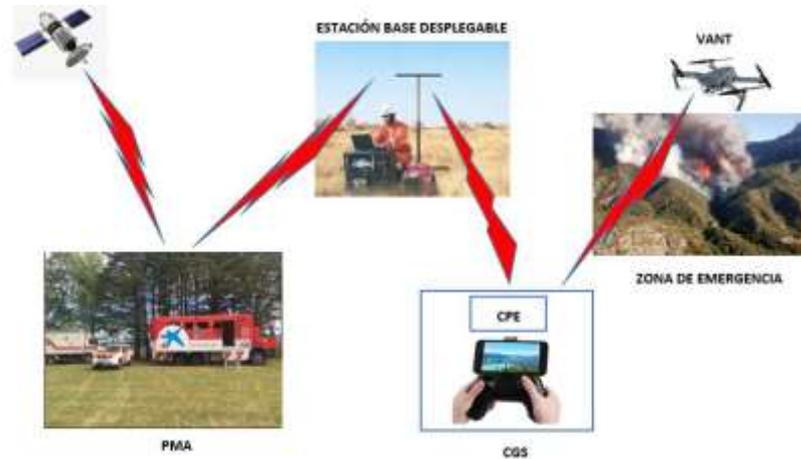


Figura 3.1. Esquema básico del escenario planteado para mando y control de emergencia

Fuente: (Salud, 2010)

3.2. CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONALIDADES DE SOLUCIONES PARA RED TRUNKING PROPORCIONADAS POR HUAWEI

El proyecto que se presenta, busca usar equipos Huawei para dar soluciones para la red Trunking, estos dispositivos están diseñados para operar con los requisitos requeridos en los sistemas de emergencia. Al estar basados en tecnología eLTE permite dar solución eficiente a situaciones de emergencia, cumpliendo así con los propósitos del proyecto investigativo. La marca Huawei define a este tipo de soluciones como eWBB (extra-Wide Bailey Bridge) eLTE. Varias de las principales características de tecnologías, como la que se presenta, son: (Huawei Technologies Co. Ltd. , 2016):

- Uso de tecnologías de duplexación y multiplexación, proporcionan un alto rendimiento.
- Permite diseñar sistemas Trunking para comunicaciones de video, voz y datos, asegurando bajos retardos y alta confiabilidad.
- El ancho de banda escalable desde 1.4 MHz hasta 20 MHz, indispensable para redes eLTE.

- Los equipos necesitan bandas de frecuencia que van desde 1.4 GHz, teniendo también en consideración 1.8 GHz, así como 2.3 GHz en TDD. Para el caso de FDD se requiere bandas de 700 MHz y 800 MHz.
- Al ofrecer transmisiones con alta confiabilidad y bajas latencias, permite el desarrollo de un gran número de aplicaciones destinadas a la seguridad, localización, video vigilancia, comunicación en tiempo real, entre otras.
- Ofrecen esquemas de encriptación avanzados para los servicios de voz, video y datos.
- La interoperabilidad permite garantizar compatibilidad con redes diferentes, entre las que se destacan la Public Land Mobile Network (PLMN), la Switched Telephone Network (PSTN), la CDMA y GSM.

3.3. EQUIPOS DISPONIBLES PARA “eLTE BROADBAND TRUNKING SOLUTION” DE HUAWEI

Tal como se muestra en la figura 3.2, son tres las etapas que se distinguen dentro del sistema Trunking provisto por Huawei en este tipo de redes.

- El núcleo de red y las estaciones base, se consideran como los componentes de la etapa central o principal.
- Los sistemas utilizados para gestión y despachos de red conforman la segunda etapa.
- Los equipos terminales que son usados por el usuario, forman parte de la tercera etapa.

Todos los terminales mencionados anteriormente se conectan inalámbricamente con las estaciones consideradas base dentro de la red Trunking.



Figura 3.2. Esquema general “eLTE Broadband Trunking Solution” de Huawei.
Fuente: (Huawei Technologies, 2019)

A continuación, se presentan las funcionalidades principales que tiene la marca Huawei y que son usadas en las tres etapas del sistema Trunking.

3.3.1. Equipos para el núcleo de red y estaciones base

3.3.1.1. Estación Base DBS3900

Una de las principales soluciones que utiliza Huawei para los sistemas Trunking Broadband, es la estación DBS (Distributed Base Station) o base distribuida, la misma que trabaja con tecnología eLTE. Sus principales características son las siguientes:

- Al contar con tecnología eLTE, puede tener compatibilidad con TDD y FDD.
- Tiene capacidad para transferir datos de alta tasa que van desde los 100 Mbps, canalizando en 20 MHz.
- Tiene garantía de seguridad, a más de encriptar los datos en comunicaciones.
- Aplicación de Voice Over IP (servicio de voz sobre IP).
- Permite también el Location Services (LCS) o servicios de localización.
- El consumo de energía es relativamente bajo.

En la figura 3.3 se presentan los componentes más importantes de la estación base DBS3900 ofertada por Huawei, formado por dos módulos: uno que se relaciona con la BBU (Base Band Unit) y el otro tiene que ver con la RRU (Radio Remot Unit) o unidad de radio remota.

La Base Band Unit se conecta a la Radio Remot Unit a través de un puerto eléctrico FE/GE que puede ser instalado tanto en interiores como en exteriores. En la figura 3.3 también se puede observar niveles altos de flexibilidad para instalar rápidamente las radios en paredes de hormigón, torres o postes según sea el caso.

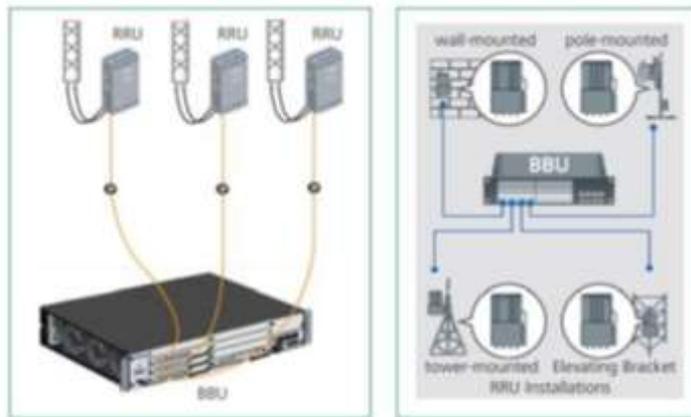


Figura 3.3. Componentes de DBS3900 de Huawei
 Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- DBS3900 Datasheet, 2020)

En la Tabla 3.1 se detallan otras características técnicas de la Estación Base DBS3900, relacionadas a la rápida respuesta en situaciones críticas y a la disponibilidad de la red.

Tabla 3.1. Especificaciones técnicas de la DBS3900

ESTACIÓN BASE DISTRIBUIDA DBS3900	
Anchos de banda de canalización	<ul style="list-style-type: none"> • 400 MHz: {3, 5, 10, 20} MHz • 1.4 GHz: {10, 20} MHz • 800 MHz, 1.8 GHz, 2.3 GHz: {5, 10, 20} MHz
Bandas de frecuencias de operación	<ul style="list-style-type: none"> • En TDD: 400 MHz, 1.4 GHz, 1.8 GHz, y 2.3 GHz. • En FDD: 800 MHz.
Disponibilidad	> 99.999 %
Sincronización	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante GPS • Mediante el protocolo IEEE 1588v2
Tiempo de conexión	< 100 ms, para servicios de voz Trunking.
Tiempo de reseteo del sistema	< 450 segundos
Cobertura	Hasta 100 Km

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- DBS3900 Datasheet, 2020)

En la tabla 3.2 se muestran los parámetros característicos de la BBU que integra la DBS3900.

Tabla 3.2. Aspectos técnicos de la BBU de la DBS3900

UNIDAD BANDA BASE (BBU)	
Peso	< 12 Kg
Potencia media de consumo	165 Watts
Fuente de alimentación según el voltaje y su rango	38.4 VDC a 57 VDC
Protección de nivel mínima	IP20
RRU que puede soportarse	Hasta 12 RRU por cada BBU
Humedad relativa de operación	5% a 95%
Temperatura de operación	-40 °C a 55° C

(Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- DBS3900 Datasheet, 2020)

En la tabla 3.3 se muestran las características de la RRU.

Tabla 3.3. Aspectos técnicos de la RRU de la DBS3900

UNIDAD RADIO REMOTA (BBU)	
Peso	< 24 Kg
Fuente de alimentación según el voltaje y su rango	48 VDC, 220 VAC
Protección de nivel mínima	IP65
Humedad relativa de operación	5% a 100%
Temperatura de operación	-40 °C a 55° C

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- DBS3900 Datasheet, 2020)

3.3.1.2. eLTE RAPID

Es un sistema de troncales eLTE de banda ancha y rápido despliegue. Integra las funciones de core (CN Core Network), de un sistema de distribución y de una estación base, todo esto se encuentra en un solo equipo, es fundamental en cuanto a situaciones de emergencia.

Algunas de las características son:

- Equipos fáciles de transportar.
- Pueden ser configurados y conectados con enlaces de manera satelital y de forma ascendente, permitiendo la conexión con varios centros de monitoreo y relacionarlas con más redes de tipo inalámbrica o de cable.
- Los componentes están preconfigurados, permite un rápido despliegue de un sistema Trunking basado en eLTE.

El equipo eLTE Rapid de Huawei se muestra en la figura 3.4. Se pueden identificar cuatro partes principales. Las antenas son consideradas de alta ganancia; existen cajas de antenas, también los soportes para las antenas, a las que se suma una caja que contiene una fuente de alimentación y equipos de radio frecuencia.



Figura 3.4. Equipo eLTE Rapid de Huawei
Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- eLTE Rapid Datasheet, 2020)

En la figura 3.5 se puede observar que, tal como la DBS3900, los equipos de eLTE Rapid llevan incorporados una RRU dentro de los propios equipos. A más de lo expresado, forman parte de ellos los Distribuidores de energía, el Centro de despacho multimedia, el Core Network, a los que se suma el banco de las baterías del equipo.

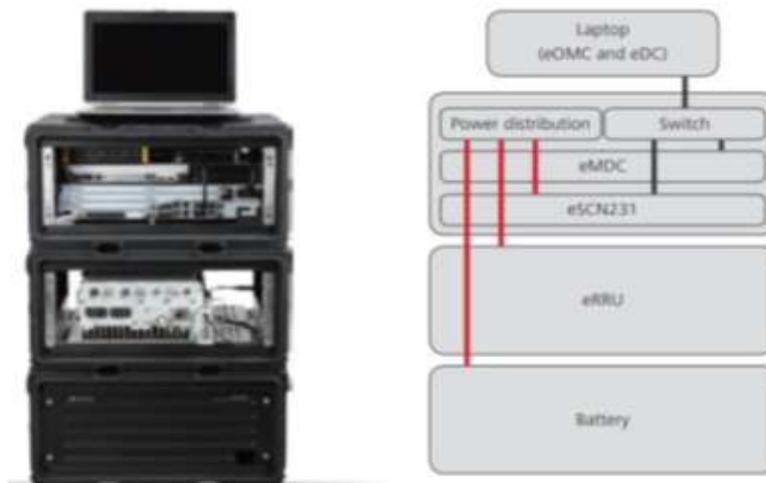


Figura 3.5. Componentes que integran el equipo eLTE Rapid
Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- eLTE Rapid Datasheet, 2020)

En la Tabla 3.4 se indican las principales especificaciones técnicas de eLTE Rapid.

Tabla 3.4. Aspectos técnicos del equipo eLTE Rapid

eLTE RAPID	
ESPECIFICACIONES DE RENDIMIENTO	
Bandas de operación eLTE	LTE TDD 400 MHz: {380 – 450} MHz LTE TDD 1.8 GHz: {1785 – 1805} MHz
Máximo número de usuarios	100
Llamadas de video simultaneas	40
Llamadas de voz simultáneas	20
Canalización	{5, 10, 20} MHz
Cobertura de 1 unidad	Hasta 50 km
Tasa de transferencia	Hasta 300 Mbps
ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN	
Tiempo de inicio del sistema	< 5 minutos
Temperatura de operación	-20 °C a 55°C
Nivel de protección	IP23

Mttr	< 0.5 horas
Mtbf	> 100000 horas
ESPECIFICACIONES DEL CONSUMO DE ENERGÍA	
CONSUMO DE POTENCIA	< 580 W (400 MHz) < 530 W (1.8 GHz)
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	100V a 240V AC

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- eLTE Rapid Datasheet, 2020)

3.3.2. Equipos para el centro de gestión de red (Core Network)

Son varias las opciones que pueden usarse en el Core Network; van desde equipos terminales, equipos portátiles, equipos que brindan alternativas de acceso para ancho alto de banda, así como equipos que pueden ser montados en los vehículos. A continuación, se detallará cada uno de ellos.

3.3.2.1. eCN230

El Enterprise Smart Core Switch Core Network (eSCN230), cuenta con un diseño que puede adaptarse a cualquier tipo de escenarios en los que se necesite el despliegue de redes que se consideran pequeñas.

Dos principales componentes de software y hardware integran el eSCN230. El software está basado en la plataforma ROSA y el hardware en un subrack EART como se observa en la figura 3.6. A través de los dos componentes citados puede conseguirse una fácil adaptación a cualquier escenario que se presente. También permite que la red pueda expandirse.



Figura 3.6. Subrack EART del eSCN de Huawei

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. eLTE Broadband Trunking, 2020)

Ofrece algunos servicios y funciones (Huawei , 2014):

- Servicios de datos: soporte para servicios PS (Professional Services), llamadas punto a punto y grupales.
- A través de los servicios PTT permite iniciar actividades en la consola o desde los mismos terminales según sea el caso.
- Funciones de Backup: permite que siempre exista una disponibilidad del sistema, porque en el caso que falle un eSCDN230, automáticamente se conmuta a otro equipo considerado de respaldo.
- Sirve para el soporte de IPV4 y del VLANs.
- Posibilita una fácil gestión tanto de grupos como de usuarios.

En la tabla 3.5 se presentan las características técnicas y de operatividad del equipo eSCN230:

Tabla 3.5. Aspectos técnicos del equipo eSCN230

eSCN230	
ESPECIFICACIONES DE RENDIMIENTO	
Máximo número de usuarios	8000
Máximo número de grupos	1500
Máximo número de estaciones base	100
Llamadas de voz simultáneas	1024
Tasa de transferencia por usuario	Hasta 2 Gbps
ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN	
Temperatura de operación	-20 °C a 55°C
Nivel de protección	IP20
Humedad relativa	5% A 95%
Disponibilidad del sistema	> 99.999%
MTTR	< 1 hora
MTBF	> 155000 horas
ESPECIFICACIONES DE CONSUMO DE ENERGÍA	
Consumo de potencia	133.5 W

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- eSCN230, 2020)

3.3.2.2. eCNS210

El CNS – Core Network System eCNS210 es la alternativa que, basada en eLTE, presenta la Evolved Packet Core. Su capacidad se transforma en la principal característica de este producto, debido a la posibilidad que brinda de conectar un mayor número de usuarios por medio de una mayor alternativa de tasas binarias.

Entre las principales características del eCNS210 se encuentran (Huawei, 2020):

- Brinda un nivel de integración alto, interoperabilidad y confiabilidad.
- Soporte para servicios de voz Trunking.

- Soporte para distintos servicios, como voz, video y datos.
- Gestión de red IP.
- Gestión de seguridad, sesiones y movilidad.
- Calidad de alto alcance en el servicio.
- Facilidad de conexión a otras operadoras de red pública con eLTE.

La figura 3.7 que se presenta a continuación, presenta el esquema del eCNS210 que ha establecido Huawei. Posee conexión por interfaces que tienen junto a las estaciones consideradas base de la red eLTE. Del mismo modo, cuenta con una interfaz de alta velocidad que permite conectarse simultáneamente con la red de internet, servidores, sistemas de despacho y demás aplicaciones. Las funciones que tiene integrada el equipo eCNS son: PCFR (price cash flow ratio), MME (Mobile Meteorological Equipment), SGW (Server Gateway), HSS (High Speed Steel) y PGW (Packet Data Network Gateway).

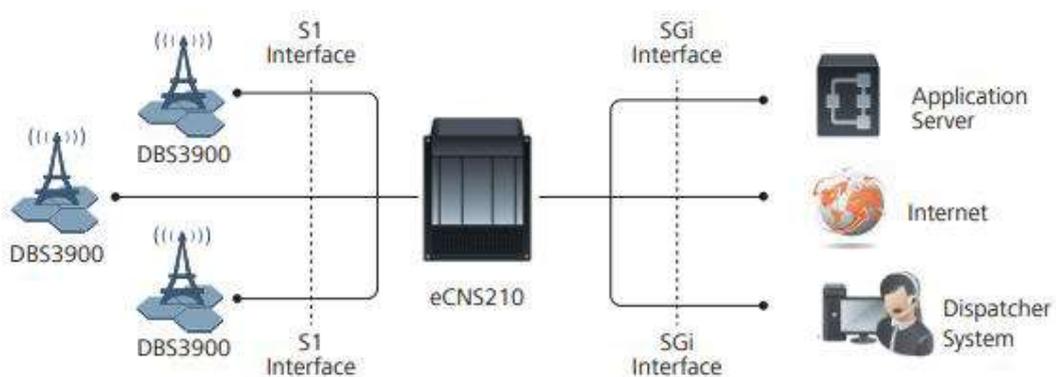


Figura 3.7. Esquema de red con el equipo eCNS210

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- eCNS210, 2020)

Existen también otras especificaciones técnicas sobre rendimiento y operatividad de este tipo de equipos que se exponen en la tabla 3.6.

Tabla 3.6. Aspectos técnicos del equipo eSCN210

eSCN210	
ESPECIFICACIONES DE RENDIMIENTO	
Máximo número de usuarios	200000
Máximo número de grupos	20000
Máximo número de estaciones base	1500
Llamadas de voz simultáneas	1024
Tasa de transferencia por usuario	Hasta 40 Gbps
ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN	
Temperatura de operación	0 °C a 45°C
Nivel de protección	IP20
Humedad relativa	5% A 85%
Disponibilidad del sistema	> 99.999%
MTTR	< 1 hora
MTBF	> 322580 horas
ESPECIFICACIONES DE CONSUMO DE ENERGÍA	
Fuente de alimentación	48 VDC

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- eCNS210, 2020)

3.3.3. Equipos terminales para los usuarios

3.3.3.1. CPE EG860

El CPE EG860 fabricado por Huawei, para su operatividad utiliza un router inalámbrico de tipo Gateway, que generalmente se aplican en servicios de banda ancha en tipos de sistema eLTE, siendo compatible con tecnologías de tipo Local Área Network (LAN) y también de Wifi. Esta herramienta es ocupada para el uso de aplicaciones que van desde el monitoreo hasta sistemas de video de alta definición. Se la considera ideal para la transmisión de videos recibidos del VANT. Se presenta en la figura 3.8 una imagen de este tipo de dispositivos.



Figura 3.8. CPE EG860

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei Broadband Trunking Product EG860, 2020)

En la tabla 3.7 se detallan las características técnicas de operación y funcionamiento del CPE EG860.

Tabla 3.7. Aspectos técnicos del CPE EG860

CPE EG860	
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE RADIO	
Bandas de operación eLTE	LTE TDD: 400 MHz LTE TDD: 1.4 GHz LTE TDD: 1.8 GHz LTE FDD: 800 MHz
Bandas de operación Wlan	2.4 GHz: 2.401 GHz a 2.483 GHz
Estándares compatibles	WAN: LTE 3GPP Release 9 LAN: IEEE 802.3/802.3u WLAN: WiFi 82.11 b/g/n
Anchos de banda de canalización	400 MHz: {3, 5, 10, 20} MHz 800 MHz: {5, 10, 20} MHz 1.4 GHz: {5, 10, 20} MHz 1.8 GHz: {5, 10, 20} MHz
ESPECIFICACIONES FÍSICAS	
Consumo de potencia	< 30 Watts
Fuente de alimentación	PoE, 24 VDC
Peso	2 Kg
Puertos externos	1 PUERTO ETHERNET RJ45 2 PUERTOS PARA ANTENAS EXTERNAS (N) 1 SLOT PARA TARJETA SIM
ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN	
Niveles de humedad	5% a 95%
Temperatura de operación	-40 °C a 60°C
Nivel de protección	IP65

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei Broadband Trunking Product EG860, 2020)

3.3.3.2. Terminal EP820

El EP820 ha sido elaborado para sistemas de tipo Trunking que requieren de banda ancha, teniendo incorporado a su sistema servicios de video, voz y datos, permitiendo del mismo modo, la recepción de la información derivadas de videos en tiempo real. En este sentido, el dispositivo puede utilizarse cuando el personal va a realizar operaciones en sitios de emergencia, facilitando de este modo los aportes y operaciones realizadas por las brigadas. Se presenta en la figura 3.9 una imagen del dispositivo.



Figura 3.9. Equipo terminal EP820 de Huawei
Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- EP820 Datasheet, 2020)

En la tabla 3.8 se detallan las características técnicas de operación y funcionamiento del terminal EP820.

Tabla 3.8. Aspectos técnicos del terminal EP820

TERMINAL EP820	
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE RADIO	
Potencias de transmisión	380 MHz a 450 MHz: 26 ± 2 dBm 450 MHz a 470 MHz: 22 ± 2 dBm DMO: 30 ± 2 dBm
Estándares compatibles	REDES PRIVADAS LTE 3GPP Release 9: TDD 400 MHz UMTS: 900/1900 MHz GSM: 850/900/1800/1900 MHz LAN: IEEE 802.3/802.3u WLAN: WiFi 82.11 b/g/n DMO: 400 MHz a 700 MHz Bluetooth 4.0 Soporte de GPS
Anchos de banda de canalización	400 MHz: {3, 5, 10, 20} MHz
OTRAS ESPECIFICACIONES	
Cámara	POSTERIOR: 13 Mpx, FRONTAL: 5 Mpx
Video	WMV (Windows Media Video) 9, WMV10, H.264 CIF (176 x 144): 25 fps D1 (720 x 480): 25 fps 720p (1,280 x 720): 25 fps 1080p (1,920 x 1,080): 25 fps
Nivel de protección	IP65

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- EP820 Datasheet, 2020)

3.3.3.3. Terminal EP630

El EP630 fabricado por Huawei, es un terminal de usuario elaborado para sistemas Trunking eLTE. La diferencia que existe con el equipo EP820, es que este no ofrece funciones para transmisión de video, sólo brinda funciones de voz y datos. Con este dispositivo se pueden realizar llamadas mediante el modo PTT a usuarios privados o de grupos y a su vez incorpora al DMO como servicio. De acuerdo con Huawei Technologies (2019), los tiempos para conectarse a los servicios de Trunking no superan los 300 ms. En la figura 3.10 se muestra una imagen del dispositivo EP630.



Figura 3.10. Equipo terminal EP630 de Huawei
Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. EP630 User Guide, 2020)

En la tabla 3.9 se detallan las características técnicas de operación y funcionamiento del terminal EP630.

Tabla 3.9. Especificaciones Técnicas del EP630

TERMINAL EP630	
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE RADIO	
Bandas de frecuencia de operación (LTE y DMO)	EP630-D04A: <ul style="list-style-type: none"> • 400 MHz EP630-C71: <ul style="list-style-type: none"> • Banda 20: 832 MHz a 862 MHz (uplink); 791 MHz a 821 MHz (downlink) • 1.4 GHz: 1447 MHz a 1467 MHz • 1.8 GHz: 1785 MHz a 1805 MHz DMO: 380 MHz a 470 MHz
Potencia de transmisión	400M: 26±2 dBm 1.4G: 25±2 dBm 1.8G: 25±2 dBm Band20: 25±2 dBm DMO: 30±2 dBm

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. EP630 User Guide, 2020)

3.3.3.4. Terminal EV750

El Terminal EV750, al ser un sistema de radio vehículo, está destinado a ser incorporado y utilizado en vehículos de emergencia. El dispositivo tiene la capacidad de incorporar servicios Trunking, tanto para video, datos y voz. Del mismo modo puede usarse como punto de conexión Wifi. Una imagen de este dispositivo se muestra en la figura 3.11.



Figura 3.11. Equipo terminal EV750 de Huawei

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Sistema de radio de vehículo EV750, 2020)

En la tabla 3.10 se detallan las características técnicas de operación del terminal EV750.

Tabla 3.10. Especificaciones Técnicas del equipo EV750

TERMINAL EV750	
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE RADIO	
Bandas de frecuencia de operación	<ul style="list-style-type: none"> • TDD 1.8 MHz, 1.4 MHz, 400 MHz • FDD 800 MHz • DMO 400 to 470 MHz
Potencia de transmisión	1.8 GHz: 25 ±2 dBm 1.4 GHz: 25 ±2 dBm 800 MHz: 25 ±2 dBm 400 MHz: 27 ±2 dBm DMO: 30 ±2 dBm
OTRAS ESPECIFICACIONES	
Conectividad	Wi-Fi 802.11 b/g/n Bluetooth USB Mini USB 2.0
Nivel de protección	IP54

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Sistema de radio de vehículo EV750, 2020)

3.3.3.5. Terminal EM720

Este dispositivo funciona como equipo terminal y puede ser utilizado en situaciones de emergencia, es fabricado por Huawei. Su función, es permitir acceder a la red móvil eLTE de banda ancha, a los dispositivos que funcionan con el protocolo 802.11 (WiFi) como se indica en la figura 3.12. Tiene la capacidad de soportar tasas de transferencia de hasta 100 Mbps en downlink y 50 Mbps en uplink.

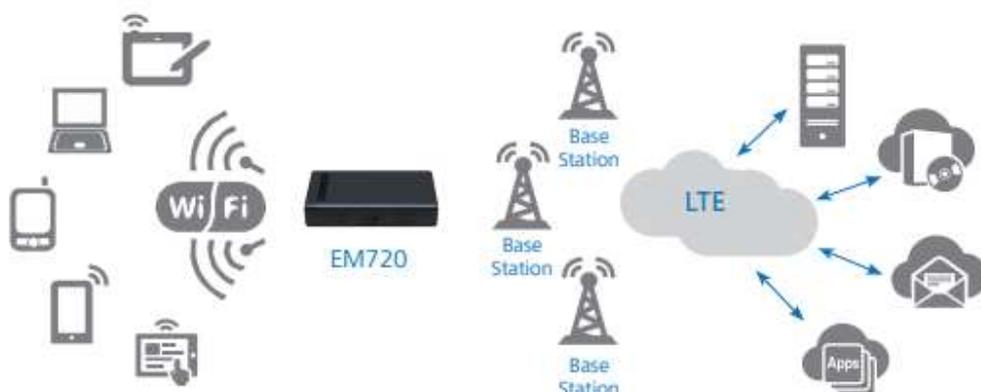


Figura 3.12. Hotspot EM720 de Huawei

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- EM720 Datasheet, 2020)

En la tabla 3.11 se detallan las características técnicas de operación del terminal EM720.

Tabla 3.11. Especificaciones Técnicas del equipo EM720

TERMINAL EM720	
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE RADIO	
Bandas de frecuencia de operación	LTE TDD: 1.8 GHz LTE TDD: 1.4 GHz Wi-Fi: 2.4 GHz
Potencia de transmisión	1.8 GHz: 24 ± 2 dBm 1.4 GHz: 24 ± 2 dBm
Canalización	1.8 GHz: 5 MHz/10 MHz/20 MHz 1.4 GHz: 5 MHz/10 MHz/20 MHz
TASA MÁXIMA wifi	300 Mbps

Fuente: (Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- EM720 Datasheet, 2020)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El presente trabajo permitió concluir los siguientes puntos:

- El cuerpo de bomberos de la provincia de Esmeraldas y algunas otras provincias del Ecuador tienen sistemas de telecomunicaciones obsoletos o con poco nivel de mantenimiento, lo cual, en situaciones de emergencia como catástrofes naturales, hacen casi imposible la correcta cobertura y comunicación en todo el territorio de la provincia. Eso como tal ya se evidenció en el terremoto de abril del 2016 en la provincia de Manabí.
- Los sistemas de radio troncalizados o trunking en la actualidad se constituyen como una fuerte alternativa para que los usuarios compartan y/o manejen múltiples frecuencias de comunicación todo a través de una red troncal con repetidores que permitan retransmitir las señales radioeléctricas y ampliar así la cobertura.
- Las soluciones que ofrece Huawei a través de sus soluciones de eLTE para transmisiones troncalizadas de rápido despliegue para transmisiones de voz, datos y video en tiempo real, lo que permite optimizar al máximo la eficacia de las comunicaciones bidireccionales y la capacidad de respuesta, es decir, aplicado en el caso de uso del cuerpo de bomberos de Esmeraldas esto implicaría todo un nuevo sistema de comunicación capaz de dar cobertura a toda la provincia, en especial a las zonas rurales y urbanas que por la precariedad de los sistemas de radiocomunicación existentes, lograr actuar a tiempo ante emergencias resulta muy difícil.
- La propuesta de arquitectura incluye la topología de red que busca cubrir todo el ecosistema de comunicación e incluso la zona en donde se presenta la emergencia, ya que se incluyen VANTs para inspección en video en tiempo real de la zona afectada que se conectan a un CPE como punto de conexión hacia la estación base, misma que permitirá siempre retransmitir la información recopilada hacia un puesto de mando PMA. Con esta propuesta se logrará cubrir de mejor manera la forma en la que se atienden las

emergencias y poder darle eficiencia a dicha atención, regulando así el proceso que se lleva a cabo y el tiempo de atención, lo que en situaciones de emergencia es la prioridad.

- El uso de equipos Huawei como el DBS3900 para la estación base y el EcN230 para el centro de gestión de red, garantiza que como tal el estándar de trunking de la tecnología eLTE aporte con sus características de duplexación y multiplexación para mejorar el rendimiento del sistema de radiocomunicación y que la información que se transmite ya sea esta audio, video o datos tenga alta confiabilidad y un bajo nivel de retardo, es decir, en tiempo real.

Recomendaciones

En base a las conclusiones planteadas y los objetivos definidos en este trabajo, a continuación, se describen las recomendaciones necesarias para que el trabajo realizado tenga los resultados esperados:

- Es muy importante recopilar información relevante acerca del sistema de comunicación actual que posee el cuerpo de bomberos de la ciudad de Esmeraldas y como este sistema de radiocomunicación funciona y/o interactúa con las zonas rurales y más alejadas para comprender toda la topología de red y arquitectura del servicio de trunking que posteriormente se va a proponer como solución.
- En el contexto antes mencionado, resulta altamente recomendable realizar bosquejos de topologías con los diferentes equipos que se han propuestos como estaciones base y como CPEs para poder evaluar mediante posteriores simulaciones de radioenlaces la cobertura que la red de trunking proporcionará y asegurarse que la arquitectura como tal cumple las expectativas del cuerpo de bomberos y de los objetivos planteados en este trabajo.
- Pese a que la propuesta se basa en un esquema de LTE (estándar ya conocido en el medio) resulta recomendable realizar una revisión bibliográfica exhaustiva de lo que implica el estándar desarrollado por Huawei de eLTE que más allá de ser una solución enterprise la 'e' dentro de su nombre indica 'enhanced' porque mejora su adaptabilidad hacia un amplio abanico de aplicaciones industriales y 'embedded' porque se embebe en una sola plataforma para integración modular de otros dispositivos y aplicaciones LTE.
- Todo el esquema de la propuesta tanto del estándar como de una solución mucho mas robusta y que sea económica implementar se sustenta en el uso de los VANTs como eje central del sistema de comunicación para acceso a las zonas remotas y la captura de información, ya sea esta imágenes o videos y poder entregar al puesto de mando datos en tiempo real que a su vez le permita al cuerpo de bomberos saber como y donde actuar frente a las emergencias que puedan presentarse.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguila, E. (2008). *Proyecto de digitalización de la red trunking de MOVITEL SA*. (Tesis de diplomado) Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.
<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/5052/Emmanuel%20Aguila%20M%c3%a9ndez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ahson, S., y Ilyas, M. (2008). *RFID handbook : applications, technology, security, and privacy*. CRC Press.
- Arcos, M. (2005). Evolución de los sistemas de comunicaciones móviles terrestres. *Técnica Industrial*, 256, 46-50.
<https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numeros/16/39/a39.pdf>
- Castillo, E. (2018). *Diseño de una etiqueta pasiva sin chip para aplicaciones RFID en UWB*. (Tesis de maestría) Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador.
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9766/1/T-UCSG-POS-MTEL-91.pdf>
- Chandra Karmakar, N. (2010). *Handbook of smart antennas for RFID systems*. John Wiley & Sons.
- Costa, F., Genovesi, S., & Monorchio, A. (2013). A Chipless RFID Based on Multiresonant High-Impedance Surfaces. *IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES*, 61(1), 146-153.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6378410/>
- Daniels Electronics Ltd. (2004). *P25 Radio Systems*. Training Guide.
www.dvsinc.com/papers/p25_training_guide.pdf
- Gavafian, D. (2010). *ZTE GoTa Trunk. & CDMA450 Service Workshop Pres-Norway V5.pdf*. <https://1library.co/article/confiabilidad-dise%C3%B1o-elte-propuesta-implementaci%C3%B3n-sistema-trunking-digital.zgwl722y>
- Heras, A., las, F., Gómez, C., Franco, M. E., & Marzábal, M. (2009).
- Huawei . (2014). *Huawei eLTE Solution*. Huawei Technologies CO., LTD.
<http://www.aryan.es/img/cms/FABRICANTES/HUAWEI/Huawei%20eLTE%20Solution.pdf>

Huawei. (2020). *Sistema de red core eCNS230*. Huawei Technologies CO., LTD. <https://e.huawei.com/es/products/wireless/elte-trunking/network-element/ecns210>

Huawei Technologies. (2019). *EP630 User Guide (V100R004C10_09)*. Huawei Technologies CO., LTD. <http://support.huawei.com/enterprise/es/doc/EDOC1000109023?idPath=9884302%7C21435772%7>

Huawei Technologies Co. Ltd. . (2016). *LTE PTT Broadband Trunking Solution White Paper*. Huawei Technologies CO., LTD. <https://es.scribd.com/document/367946231/Huawei-1-PPDR-pdf>

Huawei Technologies CO., LTD. eLTE Broadband Trunking. (2020). Huawei Technologies CO., LTD. <https://developer.huawei.com/ict/en/site-elte/article/elte-overview>

Huawei Technologies CO., LTD. EP630 User Guide. (2020). Huawei Technologies CO., LTD. <http://support.huawei.com/enterprise/es/doc/EDOC1000109023?idPath=9884302%7C21435772%7>

Huawei Technologies CO., LTD. Huawei Broadband Trunking Product EG860. (2020). Huawei Technologies CO., LTD. <https://e.huawei.com/es/marketing-material/onLineView?MaterialID={21308BB8-A6FB-4C58-BA6D-05A047C45BB7}>

Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- DBS3900 Datasheet. (2020). Huawei Technologies CO., LTD. <https://e.huawei.com/es/marketing-material/onLineView?MaterialID={77CC5157-A62B-49DA-B851-C94E88FC522E}>

Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- eCNS210. (2020). Huawei Technologies CO., LTD. <https://e.huawei.com/es/products/wireless/elte-trunking/network-element/ecns210>

Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- eLTE Rapid Datasheet. (2020). Huawei Technologies CO., LTD.

<https://e.huawei.com/es/marketing-material/onlineView?MaterialID={597019C3-976A-4D3E-92CE-6B7B8CD7FC58}>

Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- EM720 Datasheet. (2020). Huawei Technologies CO., LTD. <http://e.huawei.com/en/marketing-material/onlineview?materialid=%7B0e97af02-a464-423f-b347-4c821c52b619%7D>

Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- EP820 Datasheet. (2020). Huawei Technologies CO., LTD. <https://e.huawei.com/es/products/wireless/elte-trunking/trunking-terminal/ep820>

Huawei Technologies CO., LTD. Huawei eLTE Trunking Products- eSCN230. (2020). Huawei Technologies CO., LTD. <http://e.huawei.com/en/material/onlineView?MaterialID=c38d2dc9ff0d42fa979dca43fea5c608>

Huawei Technologies CO., LTD. Sistema de radio de vehículo EV750. (2020). Huawei Technologies CO., LTD. <https://e.huawei.com/es/products/wireless/elte-trunking/trunking-terminal/ev750>

ICOM. (2020). www.icom.co.jp/world/idas/dpmr/features/dpmr_mode3_digital_trunking.html

ITU-R. (2018). *Frequency arrangements for public protection and disaster relief radiocommunication systems in accordance with Resolution 646 (Rev.WRC-15).* International Telecommunication Union. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2015-2-201801-!!!PDF-E.pdf

Jirasereeamornkol, J. W. (2005). Power Harvest Design for Semi-Passive UHF RFID Tag Using a Tunable Impedance Transformation. *9th Internatinal Symposium on Communications and Information Tech*, 1441-1445.

- Longley, S. (2020). <http://www.sepura.com/resources/blog/dmr-tier-ii-tier-iii-what's-the-difference/>
- Munk, B. A. (2000). *Frequency Selective Surfaces. Theory and Design*. John Wiley & Sons.
- Murillo, J. (2012). *Fundamentos de Radiación y Radiocomunicación*. Universidad de Sevilla. <https://personal.us.es/murillo/docente/Libros/FundRadiacionyRadiocom.pdf>
- Pereira de Siqueira Campos, A. (2008). *Superfícies Seletivas em Frequência: análise e projeto*. IFRN.
- Preradovic, S., & Karmakar, N. C. (2012). *Multiresonator-Based Chipless RFID. Barcode of the future*. Springer.
- Ravelo, Y. (2017). *Propuesta para la implementación del sistema trunking digital eLTE de Huawei*. (Tesis de diplomado) Universidad Central "Marta Abreu" de Sevilla. Cuba. [https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7979/Yanamari s%20Ravelo%20Perez.pdf?sequence=1&isAllowed=n](https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7979/Yanamari%20Ravelo%20Perez.pdf?sequence=1&isAllowed=n)
- Rohde&Schwarz. (2017). *TETRA / TETRA 2 Technology*. https://www.rohde-schwarz.com/es/tecnologias/celular/tetra/tetra/tetra-tetra-2_55941.html
- Salud, O. P. (2010). *Guía para el desarrollo de simulaciones y simulacros de emergencias y desastres*. Washington. https://www.paho.org/uru/index.php?option=com_docman&view=download&alias=235-guia-para-el-desarrollo-de-simulaciones-y-simulacros-de-emergencias-y-desastres&category_slug=publicaciones-comunicacion&Itemid=307
- San José, J., Pastor, J., & García, A. (2012). RFID: La Identificación por Radiofrecuencia como futuro de la identificación de objetos. <https://www.researchgate.net/publication/275020704>
- Sánchez, R. (2014). *ETIQUETA PASIVA DE RFID SIN CHIP PARA SENSADO DE MATERIALES*. Tesis en opción al grado de Maestro en Ciencias en la especialidad de Electrónica., Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica., Puebla. México.

- Sánchez, S. (2016). *Diseño de Antenas directivas para comunicaciones Trunking*. Villa Clara-Cuba: Universidad Central Marta Abreu de las Villas.
- Santos, P. (2016). *Diseño de una antena tag RFID pasiva de orden cero (ZOR) en UHF con metamateriales*. Guayaquil: UCSG.
- Segura, D. (2010). *Análisis de Factibilidad para la utilización de Cognitive Radio (Radio Cognoscitiva) en las radiocomunicaciones necesarias para casos de emergencia en el Ecuador*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Syscomblog. (2020). <https://www.syscomblog.com/2018/03/vision-de-conjunto-del-protocolo-nxdn-y.html>
- Telectrónica. (2006). *Introducción a la identificación por Radio Frecuencia-RFID*.
- TETRA 2 TEDS. (2020). Obtenido de www.radio-electronics.com/info/pmr-business-land-mobile-radio/tetra/tetra-2-teds.php.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

3GPP: el 3GPP o 3rd Generation Partnership Project: Proyecto Asociación de Tercera Generación es una colaboración de grupos de asociaciones del sector de telecomunicaciones las cuales definen todo lo que tenga que ver con las especificaciones técnicas de los sistemas globales de telecomunicaciones de tercera generación.

Antrópico: es una característica que se le entrega a un elemento cuando es producido o modificado por la actividad humana.

APCO: es la institución de comunicaciones de seguridad pública mas antigua y grande del mundo y tiene como objetivo ser líder en la entrega de experiencia de comunicaciones de seguridad pública.

BBU: la unidad de banda base: Base Band Unit es un dispositivo de telecomunicaciones que es utilizado para el procesamiento de señales banda base y recibe este nombre ya que procesa la frecuencia original de una señal antes de que esta sea modulada.

CAI: common air interface o interfaz aérea común es el medio de transmisión de radio o aire para los equipos de radio. CAI esta normada por el ETSI y por ende este ente define todas las especificaciones técnicas y del protocolo para intercambio de información.

Canalización de señal: es la separación y/o segmentación de la banda de frecuencia para definir la frecuencia de canal y la banda de funcionamiento de la comunicación para que esta canalización evite interferencias.

CDMA: Code Division Multiple Access o multiplexación por división de código es una tecnología de espectro expandido que engloba varias formas de multiplexación y de control de acceso al medio en lo que respecta a comunicaciones móviles.

CPE: el CPE o equipo local del cliente es un término empleado para definir el origen, medio o terminación de una comunicación tanto en ambientes internos como externos y como tal el equipo puede incluir voz, datos, video o hostear aplicaciones multimedia.

Difracción de señal: es un fenómeno físico que se presenta cuando una señal se encuentra con un obstáculo y la señal es desviada y propagada por

orificios y/o bordes del obstáculo, convirtiéndose este último en una fuente secundarios de la señal propagada.

Dispersores de señal: los dispersores de señales son efectos de la propagación de una señal a través del tiempo, produciendo una limitación en la transmisión de la señal llegando al punto de distorsionar la señal y causar interferencias.

Dispositivos terminales: los dispositivos terminales son elementos electrónicos empleados para la interacción y conexión con una red de telecomunicaciones.

DMR: Digital Mobile Radio es un estándar internacional creado para sistemas de radio de 2 vías y que permite que equipos de diferentes fabricantes puedan operar con normalidad en la misma red basados en las funcionalidades definidas en el estándar.

DMRTierIII: el Tier3 del estándar DMR es el estándar específico para sistemas de trunking y está diseñado para seguridad pública, transporte y otras industrias.

Duplexación: la duplexación es el proceso mediante el cual un sistema de transmisión permite que tanto el emisor como el receptor se comuniquen entre sí al mismo tiempo, es decir, existe un envío y recepción de datos al mismo tiempo.

EBZ: la estación base de zona es una estación de transmisión y recepción que tiene una ubicación fija para poder mantener el tráfico de información que se requiera dentro de una red de telecomunicaciones.

eLTE: el término eLTE corresponde a Enterprise LTE pero también a enhanced (mejorada) y embedded (embebida). El primero porque es adaptable a múltiples industrias y el segundo porque es una plataforma abierta y modular para integrarse con diferentes partners.

GCS: estación de control en tierra o Ground Control Station es un elemento compuesto de equipos y dispositivos informáticos para el monitoreo y supervisión de plataformas de vuelo como VANTS.

GoTa: Global Open Trunking Architecture es un Sistema digital de trunking que se basa en la tecnología CDMA y es licenciada por ZTE.

GSM: se define como el Sistema Global de Comunicaciones Móviles, el cual es un estándar que define las bandas de frecuencia para el funcionamiento de la tecnología móvil y las comunicaciones digitales en sí.

LTE: es una tecnología inalámbrica de banda ancha para dispositivos móviles que a diferencia de sus predecesoras (2G, 3G) posee una capacidad de uplink y downlink muy rápida y la tasa de transferencia puede llegar a los 300 Mbps.

Latencia: es un fenómeno presente en las comunicaciones que se define como el tiempo total que tarda un paquete de información en ir desde el emisor hasta el receptor.

LMR: Land Mobile Radio se define como un sistema de comunicación bidireccional push to talk entre transceivers de radio, los cuales pueden ser dispositivos portátiles, fijos o móviles. Se usan en sistemas de comunicación críticas para seguridad pública y privadas en ciertas industrias.

Multiplexación: en los sistemas de telecomunicaciones, la multiplexación es un procedimiento que se sigue para poder combinar dos o más señales y lograrlas transmitir en un solo medio de transmisión.

NXDN: es un estándar abierto para sistemas de radios bidireccionales que se ocupan para la transmisión en ambas direcciones de voz de persona a persona.

PCFR: o relación flujo/precio de efectivo es un indicador para valorar las acciones y/o valor del precio de una acción en relación con el flujo de efectivo operativo que esta acción tenga.

PLMN: o Red Móvil Pública Terrestre es un conjunto de servicios inalámbricos de comunicación que son ofrecidos por un proveedor de servicios de telecomunicaciones dentro de un país.

PMR: Personal Mobile Radio es una frecuencia de radio ubicada en el espectro de UHF y que es abierta para el uso personal (civil) entre transmisores compatibles.

PSTN: la red telefónica pública conmutada es denominada como la primera red telefónica o de comunicación de voz en tiempo real.

PTT: esta tecnología de pulsa para hablar es un concepto de comunicación que funciona sobre distintos tipos de redes y dispositivos y que permite conversaciones bidireccionales en tiempo real.

Radio Trunking: es un concepto de radiocomunicación complejo que permite el uso de varios canales de frecuencias para que estos puedan ser utilizados por una gran cantidad de usuarios en múltiples grupos de comunicación sin que este intercambio de datos interfiera una con otra.

RRU: Remote Radio Unit es un sistema de estación base de radio que permite realizar el procesamiento de canales de comunicación y que pueda configurarse para comunicarse con otros elementos como la BBU.

Tasa de transmisión: la tasa de transmisión de datos es la velocidad con la que un flujo de datos es transmitido, es decir, corresponde a la cantidad de bits que se transmiten por un canal de comunicación por unidad de tiempo.

TETRA: es un estándar definido por el ETSI que establece niveles de fiabilidad y costos para la comunicación de sectores críticos mediante sistemas móviles digitales de radio.

TETRAPOL: estándar definido por ETSI que establece las normas de funcionamiento de sistemas digitales de radiocomunicaciones profesionales para entregar servicios de forma específica a entidades de seguridad, transporte público y privado.

UHF: Ultra High Frequency corresponde al rango de frecuencias del espectro electromagnético que abarcan frecuencias desde 300 MHz a 3GHz.

VANT: los vehículos aéreos no tripulados o también llamados drones son aeronaves sin tripulación que son controladas de forma remota.

VHF: Very High Frequency corresponde al rango de frecuencias del espectro electromagnético que abarcan frecuencias desde 30 MHz a 300 MHz.

VoIP: es una tecnología que permite enviar y recibir llamadas o videollamadas a través de internet, transformando la voz humana en datos digitales y hacer el proceso inverso del lado del receptor.

VPN: es un tipo de conexión virtual que permite crear una red local sin necesidad de que los hosts de la red estén físicamente conectados entre sí, de allí su característica de virtual.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

YO, **Tello Canchingre Franklin Gregory**, con C.C: # **0801755364** autor del trabajo de titulación: **Diseño de un Sistema de Comunicación trunking digital eLTE de despliegue rápido Huawei en caso de emergencias para el Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas**, previo a la obtención del título de **Magíster en Telecomunicaciones** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 29 de noviembre del 2022

f. 

Nombre: Tello Canchingre Franklin Gregory

C.C: 0801755364



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño de un Sistema de Comunicación trunking digital eLTE de despliegue rápido Huawei en caso de emergencias para el Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas	
AUTOR(ES)	Tello Canchingre Franklin Gregory	
REVISOR(ES)/TUTOR	MSc. Córdova Rivadeneira Luis; MSc. Quezada Calle Edgar / PhD. Romero Paz Manuel	
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica Santiago de Guayaquil	
FACULTAD:	Sistema de Posgrado	
PROGRAMA:	Maestría en Telecomunicaciones	
TITULO OBTENIDO:	Magister en Telecomunicaciones	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Guayaquil, 29 de noviembre del 2022	No. DE PÁGINAS: 64
ÁREAS TEMÁTICAS:	Comunicaciones inalámbricas móvil, Sistemas Trunking, Bandas de frecuencias de PMR, eLTE, eLTE Broadband Trunking Solution	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	eLTE, TRUNKING, NXDN, GoTa, DMR, TETRA, Projet 25.	
RESUMEN:	<p>El presente trabajo de titulación contiene un análisis de la tecnología digital eLTE de despliegue rápido Huawei. Mediante la metodología de investigación descriptiva, se realiza un enfoque hacia las necesidades de las comunicaciones en casos de emergencias o desastres naturales como se presentó en el país el 16 abril del 2016 y sus principales procesos para la administración e instalación de dicho sistema, llamadas originadas y terminadas. Se explicará paso a paso un estudio de enlaces, montaje y configuración de los equipos, por el cual se puede transmitir voz y datos, mediante este sistema se puede montar un sistema de llamadas con tecnología eLTE y a la vez realizar un circuito de video vigilancia a gran escala, se realizarán ciertas recomendaciones sobre el enfoque y lo importante de tener una comunicación constante y estable en caso de desastres, por lo tanto, es importante que se implemente este tipo de tecnología para estar preparados en casos de emergencia en las entidades públicas como son los Cuerpos de Bomberos.</p>	
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-994460976	E-mail: franklintello.c@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Romero Paz Manuel de Jesús	
	Teléfono: +593-994606932	
	E-mail: manuel.romero@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA		
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):		
Nº. DE CLASIFICACIÓN:		
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		