

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



## **INFORME DE SUFICIENCIA**

**MIGRACIÓN DE LA BANDA DE 900MHZ PARA PODER  
REALIZAR LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS MÓVILES**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES**

**ELABORADO POR:**

MAYCKOL ALBERTO HERNANDEZ LOJA

**ASESOR**

ING. LUIS FRANCISCO DEGREGORI CADENILLAS

**LIMA – PERÚ**

**2015**

**MIGRACIÓN DE LA BANDA DE 900MHZ PARA PODER REALIZAR  
LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS MÓVILES**

AGRADECIMIENTO:  
Mi agradecimiento especial a:  
Dios, por guiarme siempre,  
Mis padres, por su apoyo,  
Mi maravillosa y querida UNI,  
Mi entrañable facultad, FIEE.

## SUMARIO

En el presente informe se describe la metodología que se debe seguir para realizar la “limpieza” del espectro en la banda de 900MHz que comprenden los rangos de 899-915MHz, 944-960MHz en la provincia de Lima y Callao, y 902-915MHz, 947-960MHz en el resto del país, los cuales se han concesionado a un nuevo operador de telefonía móvil con el fin de proveer servicios móviles a nivel nacional.

La banda de 900MHz fue una banda no licenciada de uso libre previa a su licitación, conocida como ICM (banda destinada para aplicaciones industriales, científicas y médicas), por tanto para realizar la migración es necesario la base de la normativa vigente y también el contrato de Concesión suscrito por el cuarto operador de telefonía móvil (la empresa VIETTEL PERU S.A.C) y el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Para realizar la migración por encargo de la empresa VIETTEL PERU S.A.C., se emplearon técnicas necesarias para realizar la migración de los 92 radioenlaces previamente identificados en el rango de bajada (*Downlink*) y mediante un plan de difusión como primera etapa, poder identificar a los equipos industriales que actualmente trabajan en la banda de subida (*Uplink*).

Este proceso de “limpieza” cuenta entre sus principales actividades la localización de los equipos, identificación de usuarios y su reemplazo efectivo dentro de un periodo de 1 año.

Entre los entregables de este proyecto para el cuarto operador de telecomunicaciones es el que obtenga una banda 100% limpia para su uso comercial, además de no presentar problemas de interferencia durante la operación con algún usuario anterior a la concesión; con esto se permite optimizar un plan de despliegue con el incremento de radio de cobertura y reducción de BTS/Nodo B lo que conlleva a un uso eficiente de CAPEX/OPEX.

Realizado estos entregables se garantiza al cuarto operador de telecomunicaciones competir en el mercado peruano en igualdad de condiciones que el resto de operadores vigentes.

## ÍNDICE

<b>SUMARIO</b> .....	V
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA</b> .....	2
1.1 Descripción del Problema.....	2
1.2 Objetivos del Trabajo.....	5
1.3 Alcance del Trabajo.....	5
1.4 Evaluación del Problema .....	5
1.5 Limitaciones del Trabajo .....	6
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>ASPECTOS GENERALES PARA LA MIGRACION DE LA BANDA</b> .....	7
2.1 Aspectos Generales de la Telefonía Móvil.....	7
2.1.1 Tecnología UMTS .....	7
2.1.2 <i>Received Total Wideband Power</i> .....	8
2.1.3 Banda de 900MHz .....	10
2.2 Normativa General del Informe .....	11
2.2.1 Decreto Supremo N°015-2011-MTC .....	11
2.2.2 Resolución Ministerial N°324-2011-MTC/03.....	12
2.2.3 Valorización de la Banda .....	13
2.3 Metodología para la Gestión de la Migración de la banda de 900MHz.....	21
<b>CAPITULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	23
3.1 Aspectos Generales del Caso de Estudio.....	23
3.2 Planteamiento de la Solución .....	23
3.2.1 El Cliente.....	24
3.2.2 El Ente Regulador.....	24
3.2.3 Grupo del Proyecto.....	24
3.3 Fases del Proyecto.....	29
3.4 Gestión de las Comunicaciones y de Riesgos .....	34
3.4.1 Fortalezas del Proyecto.....	36
3.4.2 Debilidades del Proyecto .....	36
3.4.3 Oportunidades del Proyecto.....	36

3.4.4	Amenazas del Proyecto.....	37	
3.5	Plan de Gestión del Agente de Sustitución.....	37	
3.6	Plan de Gestión para Equipos Industriales y Residenciales .....	46	
3.6.1	Equipos a ser Migrados a la sub banda 915-928MHz.....	47	
3.6.2	Equipos con Reemplazo en 2.4 o 5.8GHz .....	48	
3.7	Campaña de Publicidad .....	49	
<b>CAPITULO IV</b>			
<b>ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....</b>			<b>52</b>
4.1	Análisis de Costos.....	52	
4.2	Cronograma de Ejecución .....	53	
4.3	Cronograma de Actividades .....	54	
4.4	Análisis de la Campaña de Publicidad.....	55	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>			<b>62</b>
<b>ANEXO A</b>			
<b>RELACION DE RADIOENLACES AUXILIARES A LA RADIODIFUSION.....</b>			<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>			<b>71</b>

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1	Modo de Multiplexación por División de Tiempo (TDD)	7
Figura 2.2	Modo de Multiplexación por División de Frecuencia (FDD)	8
Figura 2.3	Niveles de RTWP	9
Figura 2.4	Muestreo de RTWP en una celda específica	10
Figura 2.5	Cuota de mercado de la tecnología móvil en el mundo	11
Figura 2.6	Distribución de la banda de 900MHz	13
Figura 2.7	Rangos de Frecuencia asignados a VIETTEL PERU S.A.C	13
Figura 2.8	Rangos de Frecuencia asignados a VIETTEL PERU S.A.C	14
Figura 2.9	Migración de Radioenlaces a nueva banda	14
Figura 2.10	Gráfica de Migración de Banda para Radioenlaces	15
Figura 2.11	Gráfica de Migración de equipos Industriales y Residenciales	18
Figura 2.12	Equipos <i>Walkie Talkie</i> y el reemplazo en nueva banda	18
Figura 3.1	Organización del Cliente	24
Figura 3.2	Organización del Ente Regulador	24
Figura 3.3	Organización del Grupo del Proyecto	25
Figura 3.4	Fases del Proyecto según el PMBOK	29
Figura 3.5	Análisis del FODA	36
Figura 3.6	EDT para la Migración a 300MHz	38
Figura 3.7	Documentación del Proyecto	39
Figura 3.8	Documentación Requerida	39
Figura 3.9	Documentos de Adquisición	39
Figura 3.10	Fase de Sustitución	40
Figura 3.11	Capacitación del Personal	40
Figura 3.12	Documentación de Entrega	40
Figura 3.13	Diagrama Estudio - Planta	41
Figura 3.14	Ubicación Estudio - Planta	42
Figura 3.15	Equipo de Tx RVR	44
Figura 3.16	Fotográficas del Estudio y Antena	45
Figura 3.17	Características de Equipos de TX	45
Figura 3.18	Antena y mástiles de la Yagui	45
Figura 3.19	Equipos de Rx	46

Figura 3.20 Cable HELIAX de Media Rígido	46
Figura 3.21 Estadística de uso de medios	50
Figura 3.22 Medio de Comunicación - TV	50
Figura 3.23 Medio de Comunicación – Radio	51
Figura 3.24 Medio de Comunicación – Prensa	51
Figura 4.1 Estadística de Campaña	56
Figura 4.2 Evolución de Cambio de Equipos	57
Figura 4.3 Evolución de Cambio de Equipos Acumulados	58
Figura 4.4 Diagrama de <i>Gantt</i>	59
Figura 4.5 Diagrama de <i>Gantt</i> (continuación)	60
Figura 4.6 Diagrama de <i>Gantt</i> (continuación)	61

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.1	Disposiciones de emparejamiento de frecuencia en la banda 698-960MHz	2
Tabla 1.2	Disposiciones de emparejamiento de frecuencia en la banda 1710-2200MHz	3
Tabla 1.3	Cantidad de Espectro por banda de Frecuencia	3
Tabla 2.1	Migración por Región	15
Tabla 2.2	Clasificación de Enlaces según marca del transmisor	16
Tabla 2.3	Tipología de Clasificación de Enlaces según procedencia y sensibilidad	17
Tabla 2.4	Clasificación de los Equipos en la banda ICM 915MHz	19
Tabla 2.5	Cantidad de Equipos por Tipo de Aplicación	19
Tabla 3.1	Matriz de Asignación de Responsabilidades	28
Tabla 3.2	Lista de Actividades de acuerdo a las Fases del Proyecto	30
Tabla 3.3	Listado de Riesgos y Probabilidad de Impacto	34
Tabla 3.4	Plan de Comunicaciones	35
Tabla 3.5	Radiodifusor Radio Imperial de Junín	41
Tabla 3.6	Radio TX	42
Tabla 3.7	Radio RX	42
Tabla 3.8	Sistema Radiante	43
Tabla 3.9	Nueva Radio TX	43
Tabla 3.10	Nueva Radio RX	44
Tabla 3.11	Nuevo Sistema Radiante	44
Tabla 3.12	Equipos a migrar a 915-928MHz	47
Tabla 3.13	Equipos a reemplazar en 2.4 o 5.8GHz	48
Tabla 4.1	Análisis del Costo de Migración	52
Tabla 4.2	Cronograma General	53
Tabla 4.3	Cronograma de Actividades	54
Tabla A.1	Relación de Radioenlaces Auxiliares a la Radiodifusión	64

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

TDD	Time Division Duplex
FDD	Frequency Division Duplex
CAPEX	Capital Expenditures
OPEX	Operation Expenditures
MTC	Ministerio de Transporte y Comunicaciones
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
PNAF	Plan Nacional de Atribución de Frecuencias
ICM	Investigación, Científica y Medicina
PMI	Project Management Institute.
RTWP	Received Total Wideband Power
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
EDT	Estructura de Descomposición de Trabajo
RAM	Responsibility Assignment Matrix
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
IMT	International Mobile Telecommunications
ITU	International Telecommunications Union
SWOT	Strenghts, Weakness, Opportunities and Threats
PM	Project Manager

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo surge por la necesidad de migración de la banda de 900MHz para brindar servicios de telefonía móvil, esto ya que previamente dicha banda fue ocupada por diversas empresas y personas los cuales la usaban al ser no licenciada de libre uso. Dado ello en este informe se expone la planificación necesaria para poder gestionar las diferentes etapas siguiendo un modelamiento en base a la gestión de proyectos.

El Informe de Suficiencia está dividido en cuatro capítulos: Planteamiento de Ingeniería del Problema, Aspectos Generales para la Migración de la Banda, Metodología para la Solución del Problema y, Presupuesto y Cronograma.

En el primer capítulo se describe el problema, objetivos y alcance del trabajo, se hace una evaluación de la presente banda de 900MHz.

En el segundo capítulo se desarrolla los aspectos generales relacionados con el proyecto de migración así como la base técnico-legal que servirá para el desarrollo de la solución mediante el planteamiento de estrategias de gestión de proyectos.

En el tercer capítulo se abarca la descripción de la propuesta de solución en la cual se plantea la creación de agentes (de sustitución, de distribución, *call center* y publicidad) los cuales serán vitales para la distribución de las actividades de limpieza de la banda.

En el cuarto capítulo se presentan el presupuesto detallado, así como un cronograma de ejecución y actividades y de igual forma los resultados en base a la campaña de publicidad.

Las imágenes usadas en el informe se han extraído de las referencias bibliográficas citadas respectivamente. Adicionalmente se ha utilizado la herramienta Google Earth, MS Excel y MS Project para ilustrar el diseño en dimensión y tiempo.

## CAPITULO I PLANTEAMIENTO DE INGENIERIA DEL PROBLEMA

En este capítulo se expone el planteamiento de la ingeniería del problema, mediante una descripción del mismo, exponiendo el objetivo y los alcances del presente informe así como una síntesis de la metodología a emplear como la evaluación del problema y finalmente dar una precisión de las limitaciones del presente trabajo.

### 1.1 Descripción del Problema

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) ha identificado bandas de frecuencias para las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT), *-IMT2000 e IMT Avanzados-*, que tienen por objeto proporcionar servicios de telecomunicaciones a escala mundial, con independencia de la ubicación, la red o el terminal utilizado. Es decir, las IMT constituyen la visión de las UIT sobre el acceso móvil a nivel mundial [01].

Con las recomendaciones de la UIT-R M.1036-4 (03/2012), la mayoría de los países de América (Región 2 de la UIT) han dividido las bandas 806-960 MHz y 1710-2025MHz teniendo en cuenta un esquema A1 y B3, respectivamente; mientras que los países de Europa (Región 1 de la UIT) adoptaron los esquemas A2 y B4 para los mencionados rangos de frecuencias. Los esquemas de frecuencias se identifican en la tabla 1.1

**Tabla 1.1** Disposiciones de emparejamiento de frecuencia en la banda 698-960MHz  
**Fuente:** Recommendation ITU-R M.1036-4 (03/2012)

Frequency arrangements	Paired arrangements				Un-paired arrangements (e.g. for TDD) (MHz)
	Mobile station transmitter (MHz)	Centre gap (MHz)	Base station transmitter (MHz)	Duplex separation (MHz)	
A1	824-849	20	869-894	45	None
A2	880-915	10	925-960	45	None
A3	832-862	11	791-821	41	None
A4	698-716 776-793	12 13	728-746 746-763	30 30	716-728
A5	703-748	10	758-803	55	None
A6	None	None	None		698-806

La canalización aprobada para Perú para las bandas en mención se basa en la información presentada en la tabla 1.2

**Tabla 1.2** Disposiciones de emparejamiento de frecuencia en la banda 1710-2200MHz**Fuente:** Recommendation ITU-R M.1036-4 (03/2012)

Frequency arrangements	Paired arrangements				Un-paired arrangements (e.g. for TDD) (MHz)
	Mobile station transmitter (MHz)	Centre gap (MHz)	Base station transmitter (MHz)	Duplex separation (MHz)	
B1	1 920-1 980	130	2 110-2 170	190	1 880-1 920; 2 010-2 025
B2	1 710-1 785	20	1 805-1 880	95	None
B3	1 850-1 910	20	1 930-1 990	80	1 910-1 930
B4 (harmonized with B1 and B2)	1 710-1 785 1 920-1 980	20 130	1 805-1 880 2 110-2 170	95 190	1 880-1 920; 2 010-2 025
B5 (harmonized with B3 and parts of B1 and B2)	1 850-1 910 1 710-1 770	20 340	1 930-1 990 2 110-2 170	80 400	1 910-1 930

La cantidad de espectro que puede ser utilizado en el país para los servicios móviles avanzados se muestra en la tabla 1.3

**Tabla 1.3** Cantidad de Espectro por banda de Frecuencia**Fuente:** Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF)

Banda	Total de Espectro (MHz) <sup>1</sup>	Cobertura
Banda de 800 MHz	50	Nivel Nacional. <sup>2</sup>
Banda de 800 MHz	22.375	Provincia de Lima y Provincia Constitucional del Callao. <sup>3</sup>
Banda de 800 MHz	35.975	Fuera de la Provincia de Lima y Provincia Constitucional del Callao. <sup>4</sup>
Banda de 900 MHz	10	Provincia de Lima y Provincia Constitucional del Callao. <sup>5</sup>
	16	Fuera de la Provincia de Lima y Provincia Constitucional del Callao. <sup>6</sup>
Banda de 900 MHz	32	Provincia de Lima y Provincia Constitucional del Callao. <sup>7</sup>
	26	Fuera de la Provincia de Lima y Provincia Constitucional del Callao. <sup>8</sup>
Banda de 1900 MHz	120	Nivel Nacional. <sup>9</sup>
Banda de 1.7/2.1 GHz	120	Nivel Nacional. <sup>10</sup>

Dónde:

- <sup>1</sup> Incluye la porción *Uplink* y *Downlink*.
- <sup>2</sup> Comprende las bandas 824-849 MHz y 869-894 MHz (Nota P53 del PNAF).
- <sup>3</sup> Comprende las bandas 806-821 MHz y 851-866 MHz y las bandas 821-824 MHz y 866-869 MHz (Nota P52 del PNAF).
- <sup>4</sup> Comprende las bandas 806-821 MHz y 851-866 MHz y las bandas 821-824 MHz y 866-869 MHz (Nota P52 del PNAF).
- <sup>5</sup> Comprende las bandas 894-899 MHz y 939-944 MHz (Nota P55 del PNAF).

- <sup>6</sup> Comprende las bandas 894-902 MHz y 939-947 MHz (Nota P55 del PNAF).
- <sup>7</sup> Comprende las bandas 899-915 MHz y 944-960 MHz (Nota P57 del PNAF).
- <sup>8</sup> Comprende las bandas 902-915 MHz y 947-960 MHz (Nota P57 del PNAF).
- <sup>9</sup> Comprende las bandas 1850-1910 MHz y 1930-1990 MHz (Nota P65 del PNAF).
- <sup>10</sup> Comprende las bandas 1710-1770 MHz y 2110-2170 MHz (Nota P65 del PNAF).

De acuerdo a la evaluación por parte del Comité Consultivo del Plan Nacional de Asignación de Frecuencias; se otorgó autorizaciones para la operación de 92 enlaces auxiliares a la radiodifusión sonora en la banda 944-960MHz en la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao y en la banda de 947-960MHz en el resto del país, y que hasta antes de la entrada en vigencia del Decreto Supremo N° 2011-MTC, las bandas 902-928MHz podían ser utilizadas libremente con equipos que cumplieran determinadas características técnicas, las cuales ingresaron al mercado y se encontraban operando.

El gobierno del Perú con el fin de seguir las tendencias mundiales, identificó la banda de 900MHz como viable a ser licitada por los servicios móviles, que permiten no solo realizar la comunicación de voz, sino también de data e internet, con mayor velocidad y capacidad con acceso a una amplia gama de servicios interactivos como servicios de mensajería, multimedia entre otros; además de considerar que esta banda está siendo actualmente utilizada para la prestación de servicios móviles en países como Brasil, El Salvador, Jamaica, República Dominicana, Venezuela y en los países de la comunidad Europea.

La situación descrita en el párrafo anterior; tiene como fin que el Estado (propietario del espectro radioeléctrico), atienda las necesidades de los usuarios y concurse este recurso escaso para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones, especialmente de las llamadas bandas bajas (800MHz, 900MHz) ya que sus características permiten una mayor cobertura y por tanto una menor inversión, que facilitan ofrecer servicios con menores tarifas, fortaleciendo la competencia. En este contexto, es que mediante Resolución Ministerial N°324-2011-MTC/03, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones dispuso la realización del concurso público de ofertas para otorgar en concesión las bandas 899-915 MHz y 944-960 MHz en la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao y las bandas 902-915 MHz y 947-960 MHz, en el resto del país, a cargo de proinversión, para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones.

Mediante Resolución Ministerial N°693-2012-MTC/03 del 29 de noviembre del 2012 se resolvió otorgar a la empresa VIETTEL PERU S.A.C. concesión única para la prestación de los servicios públicos de telecomunicaciones por un plazo de 20 años.

Con la finalidad de que la empresa VIETTEL PERU S.A.C. pueda iniciar operaciones comerciales en esta banda y teniendo en cuenta la ocupación de la misma por parte de los 92 radioenlaces y considerando además que cierto tramo fue banda no licenciada de libre uso (ICM - banda destinada para aplicaciones industriales, científicas y médicas) conteniendo una diversidad de equipos industriales y/o residenciales; es por ello la necesidad de realizar una migración o llamado "*Limpieza de la banda de 900MHz*" con el fin de dejarla operativa al 100% siguiendo el estándar del PMI.

### **1.2 Objetivo del Trabajo**

En base a los compromisos establecidos entre el estado Peruano y el operador móvil VIETTEL PERU S.A.C se ha elaborado este proyecto que cuenta con los siguientes objetivos tales como:

- Dejar operativos los segmentos del espectro de 899-915MHz, 944-960MHz en la provincia de Lima y Callao; y 902-915MHz, 947-960MHz en el resto del país a fin de que el nuevo operador a quien se ha concesionado estas bandas pueda hacer uso efectivo de estas y logre su operación comercial.
- Evitar la interferencia con antiguos usuarios de la banda de 900MHz.
- Contribuir al ingreso de un nuevo operador al mercado local, mejorando así las tarifas y la calidad de servicio.

### **1.3 Alcance del Trabajo**

El alcance general del presente informe es lograr la operatividad de la banda de 900 MHz bajo los siguientes entregables:

- Sustitución de los 92 radioenlaces de radiodifusión que operan en el rango de frecuencia de 944-960MHz en la provincia de Lima y Callao; y 947-960MHz en el resto del país.
- Detectar, identificar, reemplazar, recolectar y destruir los equipos industriales y residenciales que operan en el rango de 902-915MHz en la provincia de Lima y Callao; y en el resto del país.
- Obtener la Resolución Directoral de operatividad de la banda de 900MHz a favor de VIETTEL PERU S.A.C.

### **1.4 Evaluación del Problema**

Considerando la necesidad de prestar servicios móviles y que con ello el operador VIETTEL PERU S.A.C (actualmente ya cuenta con 25MHz en la banda de 1900MHz) sea competitivo fue necesario realizar una evaluación del problema en base a los siguientes puntos:

- Los 02 informes de Consultoría que sirvieron de base a proinversión para la valorización y obtención de costos estimados de reemplazo, los mismos que brinda

el panorama general de los equipos y sus características tanto de los enlaces auxiliares a la radiodifusión como los posibles equipos industriales.

- La consideración del Contrato de Fideicomiso llevado a cabo entre el MTC, la empresa VIETTEL PERU S.A.C. y la FIDUCIARIA (sociedad facultada a administrar patrimonios fideicometidos) y en el cual se decide el ingreso de un Agente de Gestión para la migración y la adopción de medidas de reemplazo de equipos.
- El modelo PMI el cual sirve de base para la implementación del plan de migración de la banda de 90MHz.

La evaluación del problema teniendo en cuenta los puntos mencionados en el párrafo anterior permite obtener la magnitud y establecer las estrategias a desarrollar en esta migración así como poder identificar a los involucrados para cumplir con los plazos establecidos en el Contrato de Concesión.

### **1.5 Limitaciones del Trabajo**

El presente trabajo cuenta como principal limitación los procedimientos burocráticos por parte del Ente Regulador (MTC) en las actividades que se ha comprometido durante el proceso de migración.

## CAPITULO II ASPECTOS GENERALES PARA LA MIGRACION DE LA BANDA

En este capítulo se exponen los conceptos más importantes relacionados a las medidas establecidas para la migración de la banda de 900MHz.

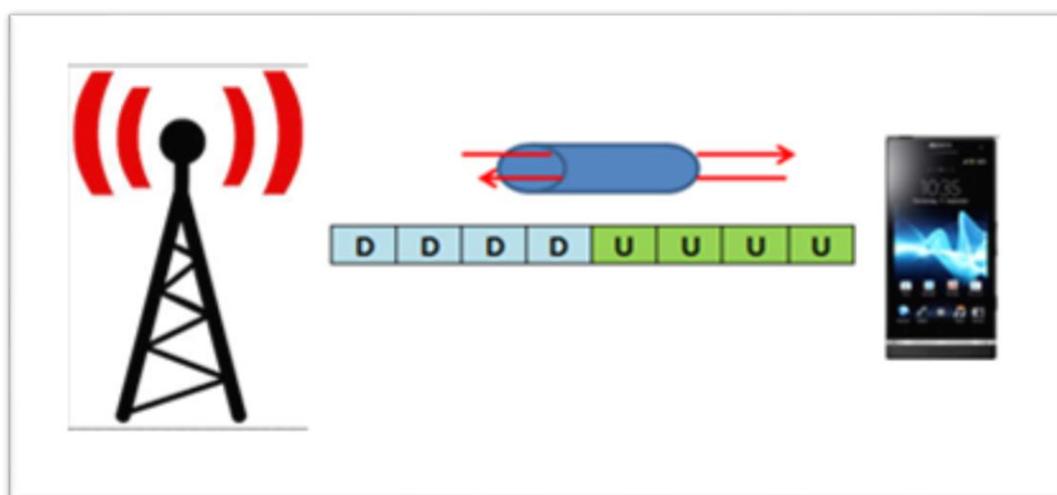
### 2.1 Aspectos Generales de la Telefonía Móvil

Los aspectos generales de la telefonía móvil son los siguientes:

#### 2.1.1 Tecnología UMTS

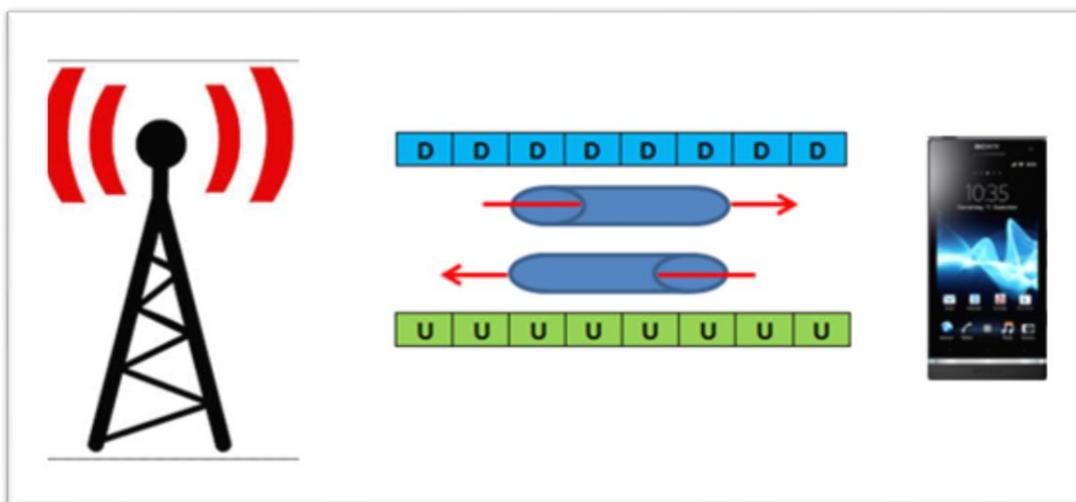
La tecnología UMTS (*Universal Mobile Telecommunications Service*) considerando la notación según el 3GPP es un término general para las tecnologías de radio de tercera generación la cual es el sucesor de la segunda generación basado en la tecnología celular GSM que también incluye GPRS y EDGE. En este sentido la transición desde GSM a la arquitectura 3G UMTS no requirió de una gran inversión.

Las especificaciones de acceso de radio pueden darse mediante 2 diversos modos: Modo por Multiplexación por División de Frecuencia (FDD) donde el enlace de subida y el enlace de bajada usan diferentes frecuencias y por otro lado el Modo por Multiplexación por División de Tiempo (TDD) donde el enlace de subida y el enlace de bajada se encuentran divididas en el tiempo con la estación base y luego los móviles transmiten alternativamente en la misma frecuencia. En las figuras 2.1 y 2.2 se muestran estos tipos de Multiplexación.



**Figura 2.1** Modo de Multiplexación por División de Tiempo (TDD)

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura 2.2** Modo de Multiplexación por División de Frecuencia (FDD)

**Fuente:** Elaboración Propia.

La tecnología UMTS usa Wideband CDMA, para poder llevar las transmisiones de radio usando amplios canales de 5MHz como portadoras que comúnmente son conocidos como “*Carriers*”. Usando portadoras de 5MHz se cuenta con la capacidad suficiente para llevar más de 100 llamadas de voz simultáneamente, o por si fuera poco llevar comunicaciones de datos a una velocidad de 2Mbps en su formato original. Esto se detalla en las especificaciones técnicas del 3GPP; ya sea la 25.101 (FDD) y la 25.102 (TDD). Cabe resaltar que según el 3GPP, WCDMA fue especificado en el Release 99 y Release 4 [02].

WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access* - Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha), es la tecnología de interfaz de aire en la que se basa la UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*), el cual es un estándar de Tercera Generación (3G) para los sistemas inalámbricos.

La tecnología WCDMA está altamente optimizada para comunicaciones de alta calidad de voz y comunicaciones multimedia, como son las videoconferencias. También es posible acceder a diferentes servicios en un solo terminal, por ejemplo, realizar una videoconferencia y al mismo tiempo realizar una descarga de archivos muy grande además puede soportar completamente varias conexiones simultáneas como una conexión a internet, una conversación telefónica, videoconferencia, etc.

En la tecnología WCDMA se emplea estructuras de protocolos de red similares a la usada en GSM (*Global System for Mobile Communications*), por lo tanto está en la capacidad de utilizar redes existentes [03]

### **2.1.2 Received Total Wideband Power (RTWP)**

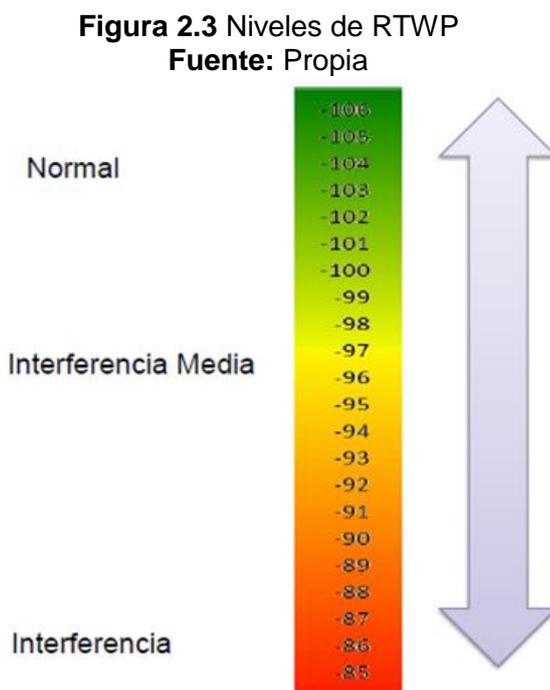
La red UMTS usa 5MHz como portadora, esto en un comparativo con GSM es más robusto que los 200KHz con el que trabaja, pero UMTS es vulnerable a la interferencia de

ruido. En UMTS, la interferencia en el enlace ascendente puede variar debido a varios factores, tales como el número de usuarios en la celda (congestión), el servicio así como las conexiones que presenta en la radio entre otros.

Como el propósito de este informe es la gestión que se debe llevar a cabo para tener la banda de 900MHz en condiciones de brindar un servicio de telecomunicaciones, no se va a profundizar en términos de fórmulas.

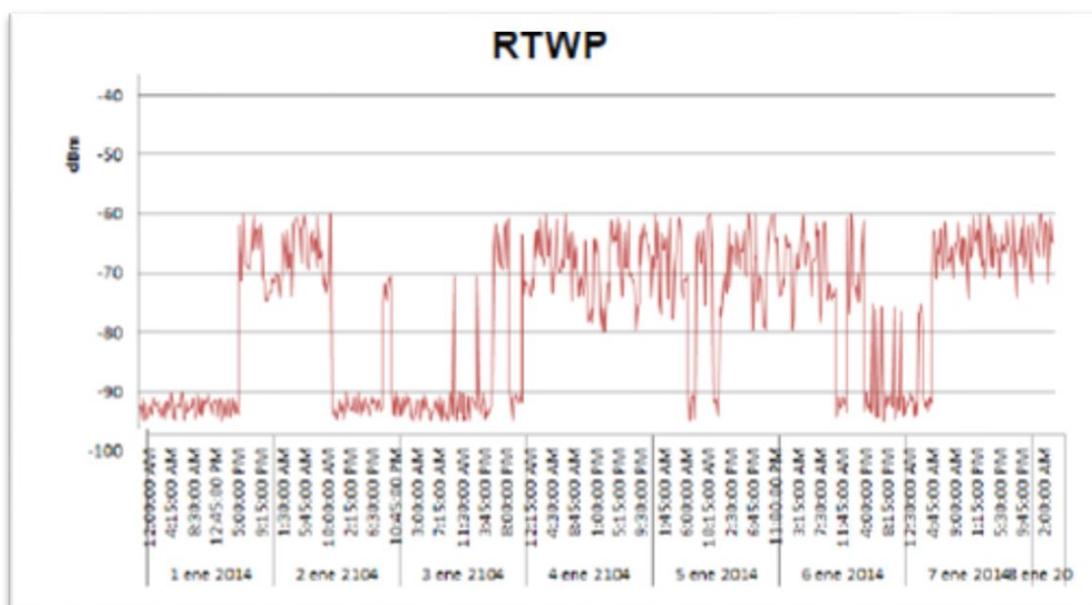
Un método de poder medir el nivel de interferencia por ruido dentro de la banda de frecuencia UMTS es mediante **RTWP** (Received Total Wideband Power) o en español Potencia de Ancho de Banda Total Recibida.

Lo que permite el RTWP es obtener niveles de interferencia para una específica celda en una red móvil. El **RTWP** se mide en decibelios por milivatios, expresado en dBm o dBW. En una red que no se encuentra con usuarios o comúnmente conocida “*sin carga*” se tiene un nivel de RTWP alrededor de -105dBm. En cambio niveles altos de interferencia tales como -85dBm se podría considerar una red congestionada si se basa sólo a número de usuarios (sin considerar alguna fuente externa que sea considerada como interferente). En la figura 2.3 se muestran los niveles de RTWP



La necesidad de realizar un proceso de migración de equipos que actualmente se encuentran en la banda de 900MHz se da con el fin que dichos rangos de frecuencia puedan usarse para brindar un servicio de telecomunicaciones ya que de lo contrario se presentará altos niveles de RTWP al ser señales no deseadas en el espectro asignado; los cuales dificultarían el poder brindar un servicio UMTS con calidad y generarían afectación en los indicadores de calidad de servicio (KPI) en este caso por parte de

VIETTEL PERU S.A.C. con lo cual conllevaría a la limitación en el desempeño de su red. A continuación en la figura 2.4 se muestra los niveles de RTWP de una celda.



**Figura 2.4** Muestreo de RTWP en una celda específica

**Fuente:** VIETTEL PERU S.A.C

### 2.1.3 Banda de 900MHz

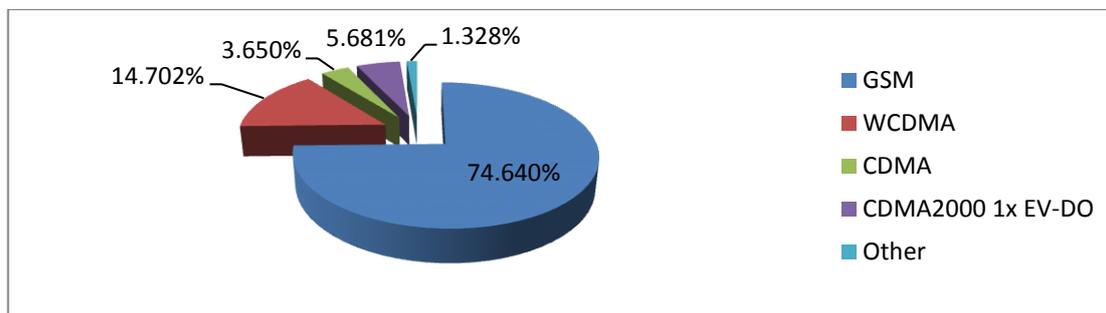
La banda de 900MHz es utilizada ampliamente en Europa y en varios países de la región, para el despliegue de redes de segunda y tercera generación, lo que ha contribuido a alcanzar grandes economías de escalas en el despliegue de redes para la atención de clientes a nivel masivo, con similares características a los servicios ofrecidos por los operadores actuales en las bandas de 800MHz y 1900MHz en el Perú [04].

En el Perú la atribución de frecuencias de los diferentes servicios de telecomunicaciones se encuentran contenidos en el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (cuyas siglas PNAF).

La tecnología WCDMA sigue siendo la principal del mercado y es utilizada por la mayoría de los proveedores de equipos y operadores en el Perú y en el mundo; asimismo, resulta compatible con una amplia gama de servicios, incluyendo servicios de voz, datos (GPRS, SMS, Multimedia, Internet), telefonía fija inalámbrica (WLL) en la misma infraestructura de conmutadores, así como radio.

Las estadísticas efectuadas por las organizaciones de Wireless Intelligence, al final del segundo trimestre del 2011 mencionan que existen 5,720 millones de usuarios de telefonía móvil, de los cuales 4,270 millones son usuarios GSM, lo que representa el 74,6%; y 840 millones de abonados WCDMA que representan el 14,7% de los usuarios en el mundo, dejando atrás a otras tecnologías tales como CDMA, con sólo 208 millones

de usuarios, CDMA 2000 1x EV-DO con 324 millones de usuarios, tal como se muestra en la siguiente figura 2.5



**Figura 2.5** Cuota de mercado de la tecnología móvil en el mundo

**Fuente:** WI, trimestre 2/2011

El crecimiento de usuarios en la tecnología WCDMA ha aumentado significativamente de 140 a 150 millones de usuarios por trimestre. De acuerdo a ello, se puede decir que los servicios brindados a través de las tecnologías GSM y WCDMA son muy utilizados y representan un porcentaje considerable en el mercado de telecomunicaciones móviles. Esto demuestra el funcionamiento y la capacidad de dominar el mercado, así como una amplia área de servicio de GSM, WCDMA en todo el mundo. Debido al amplio desarrollo de éstos, el desplazamiento (roaming) internacional de la red GSM/WCDMA es muy conveniente.

En todo el mundo, el desarrollo de HSPA, HSPA+ basada en WCDMA ha traído consigo el acceso inalámbrico de 84Mbps de *downlink* y 23Mbps de *uplink*; y puede duplicarse en un futuro próximo para satisfacer la demanda de banda ancha de los usuarios.

En el Perú, los 03 operadores existentes de servicios de telefonía móvil han implementado la tecnología WCDMA y el mercado de equipos terminales utiliza GSM y WCDMA. En ese sentido, dichas tecnología constituyen la mejor opción a utilizar por VIETTEL PERÚ, de acuerdo con las tendencias mundiales y la realidad del mercado peruano en la banda de 900MHz.

## 2.2 Normativa General del Informe

La normativa para el presente informe abarca los siguientes puntos:

### 2.2.1. Decreto Supremo N°015-2011-MTC

Este decreto modifica el Artículo 28° del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones. En sus disposiciones complementarias transitorias menciona que a partir de un día después de su publicación (09/04/2011) queda prohibido el internamiento y/o comercialización y/o en general la operación y uso de equipos que operen en la banda de 902-928MHz, con carácter de banda no licenciada.

Los equipos que legalmente han ingresado al país que a la fecha cuenten con licencias de operación, podrán trabajar mientras dura el proceso de reemplazo. Por otro lado las compañías distribuidoras contarán con un plazo de 10 días hábiles para poder remitir al Ministerio de Transportes y Comunicaciones un inventario de aquellos equipos que operan en la banda 902-928MHz con características de banda no licenciada.

### **2.2.2. Resolución Ministerial N°324-2011-MTC/03**

Mediante esta resolución se realiza la modificación de algunas notas del presente PNAF (P23, P41A, P55 y P57) con el fin de adecuarlo a la presente licitación; como la incorporación de la nota P57A. Se hará mención a cada una de estas notas con el fin de ser más específicos con referentes a la presente banda.

Nota P23: Esta nota de acuerdo al Plan Nacional de Atribución de Frecuencia – PNAF, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 187-2005-MTC/03, menciona que el siguiente rango 902-928MHz (frecuencia central 915MHz) está destinado para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM), en los cuales los servicios de telecomunicaciones que funcionan en este rango deben de aceptar la interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones y en ningún caso podrán causar interferencias a aplicaciones ICM.

Nota P41A: En esta nota se hace mención a la nueva canalización que se tiene que realizar en la banda de 300MHz, la cual ha sido designada para la migración de los radioenlaces que se encuentren en la banda de 944 – 960MHz en la provincia de Lima y Callao y 947-960MHz para el resto del país.

Nota P57: En esta nota se hace mención a los titulares de los radioenlaces auxiliares a la difusión que se encuentren en los rangos de frecuencia que abarca el presente informe; deberán migrar a la banda de frecuencias 305-322MHz (banda de 300MHz) en un plazo máximo de doce (12) meses contados desde la fecha de cierre de la licitación.

Nota P57A: Con la incorporación de esta nota se hace referencia al rango de 915-928MHz la cual se mantendrá en reserva. Salvo las estaciones que cuenten con autorización para el servicio privado a título secundario podrán seguir operando hasta el vencimiento de sus respectivas autorizaciones.

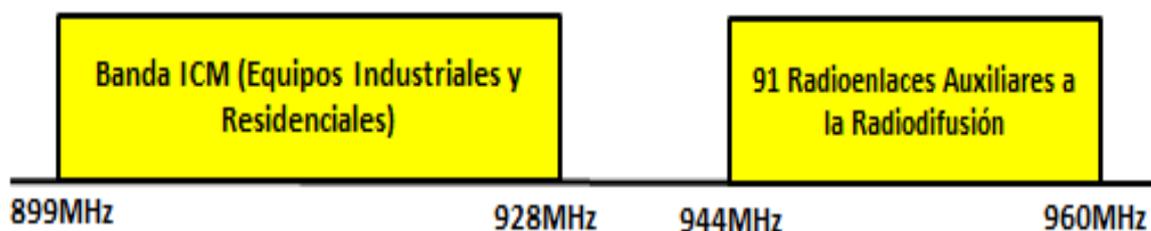
Los equipos que se encuentren en la banda de 902-928MHz que transmitan con una potencia no mayor a 100mW en antena no sean empleados para comunicaciones en espacios abiertos, así como aquellos que transmitan con una potencia superior a cuatro vatios (4W) o 36dBm en antena en espacio abierto, que fueron ingresados al país hasta un día antes de la presente resolución, deberán dejar de usar y/o comercializar equipos y/o aparatos que operen en la citada banda teniendo como plazo máximo de 18 meses contados desde la fecha de cierre de la licitación.

Mediante la Resolución N°324-2011-MTC/03 se hace mención que la empresa operadora (en este caso VIETTEL PERU S.A.C.) deberá cumplir 2 condiciones:

- a. Asumir los costos que deriven de la migración de los enlaces auxiliares a la radiodifusión sonora que operan en la banda de 944-960MHz en la provincia de Lima y Callao y en la banda de 947-960MHz para el resto del país cuyas autorizaciones se encuentren vigentes hasta la fecha de cierre.
- b. Adoptar las medidas que resulten necesarias para el reemplazo de los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones que operaban en la banda de 902-928MHz antes de la entrada en vigencia del Decreto Supremo N° 015-2011-MTC.

### 2.2.3 Valorización de la Banda

La valorización de la banda de 900MHz por parte de proinversión necesitó la realización de 02 informes de consultoría mediante un contrato de servicios, los cuales servirían de base tanto al Estado Peruano como a la empresa ganadora de la licitación (en este caso VIETTEL PERU S.A.C.) para establecer las medidas necesarias para la migración. En la figura 2.6 se muestra la distribución de la banda de 900MHz antes de la licitación:

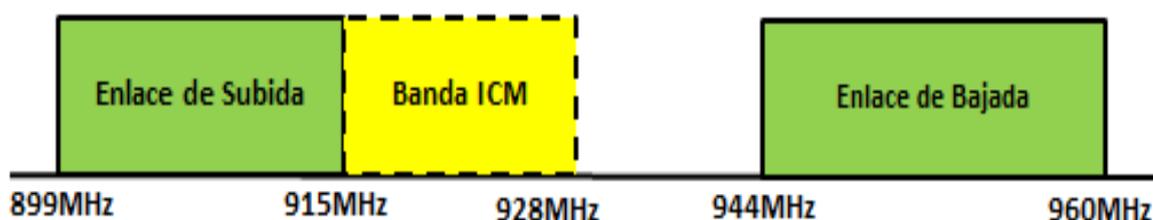


**Figura 2.6** Distribución de la banda de 900MHz

**Fuente:** Elaboración Propia

Después de la Licitación la Banda de 900MHz y adjudicación de la misma a VIETTEL PERU S.A.C. esta quedó distribuida de la siguiente manera:

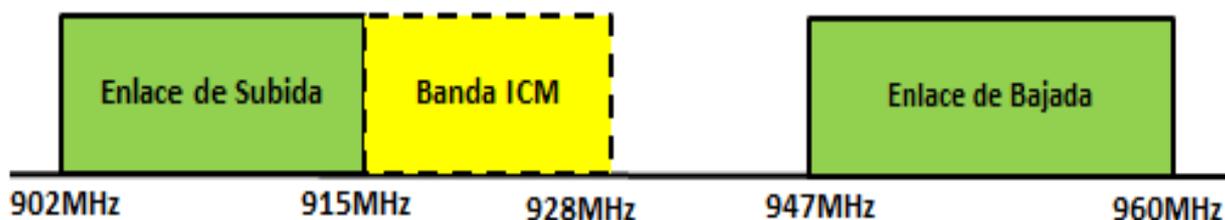
- En la figura 2.7 se muestra la distribución de frecuencias en la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao



**Figura 2.7** Rangos de Frecuencia asignados a VIETTEL PERU S.A.C

**Fuente:** Elaboración Propia

- En la figura 2.8 se muestra la distribución de frecuencias en el resto del país.



**Figura 2.8** Rangos de Frecuencia asignados a VIETTEL PERU S.A.C

**Fuente:** Elaboración Propia

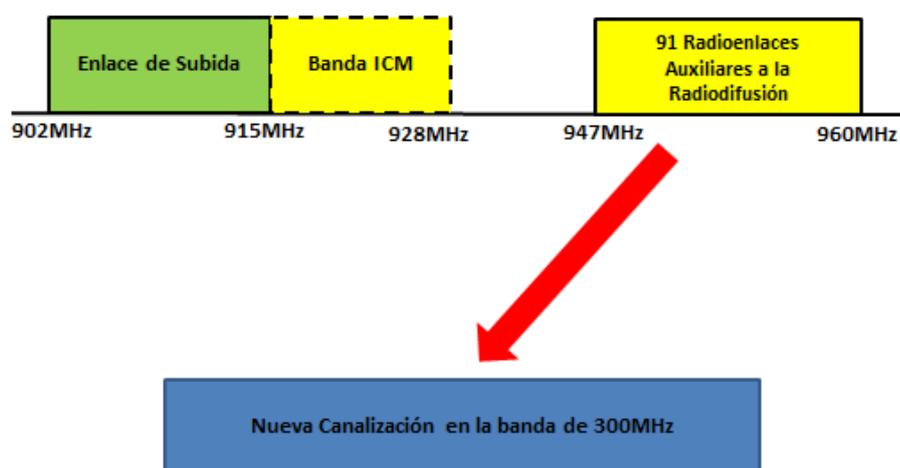
Estos 02 informes se dividieron de la siguiente manera.

**a. Informe de Consultoría sobre Migración de Enlaces Auxiliares (944-969MHz)**

Con la finalidad de realizar la gestión y el plan correspondiente para la migración de la banda de 900MHz (que es el fin de este informe); ha sido necesario basarse en este Informe de Enlaces Auxiliares ya que muestra un panorama sobre:

- La cantidad de Empresas Radiodifusoras a migrar.
- La identificación de los equipos de radiodifusión que actualmente cuentan cada una de estas empresas.
- Una clasificación por tipo, marca y/o modelo de los transmisores y otros para poder determinar compatibilidad, tiempos de envío entre otros.
- El costo estimado para el proceso de migración el cual es de US\$ 3'700,000.00. Este monto servirá como base para la realización de la gestión de costos.

De acuerdo al informe de Enlaces Auxiliares se identificaron y confirmaron que existen 91 enlaces Auxiliares a la Radiodifusión con autorización vigente que corresponderían ser migrados a la nueva banda de 300MHz (ANEXO A). En la figura 2.9 se muestra la migración de los radioenlaces a la banda de 300MHz.



**Figura 2.9** Migración de Radioenlaces a nueva banda

**Fuente:** Elaboración Propia

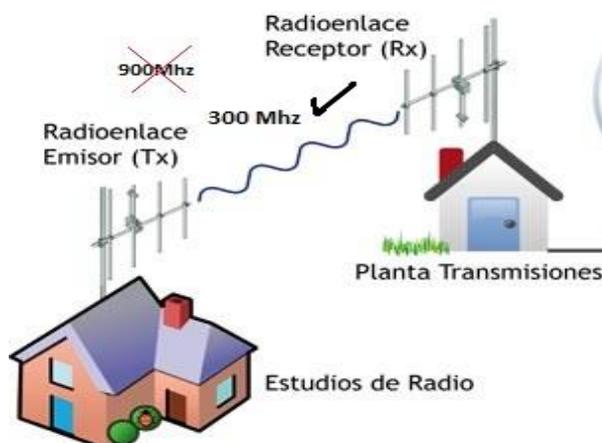
Los radioenlaces auxiliares a la radiodifusión se encuentran distribuidos a nivel nacional en dieciocho (18) regiones como se muestra en la tabla 2.1

**Tabla 2.1** Migración por Región

**Fuente:** Informe de Consultoría de Enlaces Auxiliares a la Radiodifusión

N°	Región	Cantidad de Enlaces Auxiliares a la Radiodifusión
1	Lima	29
2	Cusco	10
3	Cajamarca	8
4	Junín	7
5	Ancash	7
6	Amazonas	6
7	Tacna	6
8	San Martín	3
9	Piura	3
10	Moquegua	2
11	Arequipa	2
12	La Libertad	2
13	Tumbes	1
14	Puno	1
15	Lambayeque	1
16	Apurímac	1
17	Huancavelica	1
18	Ayacucho	1
<b>Total</b>		<b>91 Radioenlaces</b>

Los equipos que operan en la banda de 950 MHz no pueden funcionar, en la banda de 300 MHz, por lo que los equipos para dicha banda deben ser nuevos y operar en forma paralela, para no interrumpir el servicio que brindan al servicio de radiodifusión ni manipular en modo alguno el enlace de 950 MHz en servicio [05]. En la figura 2.10 se muestra un esquema de la migración.



**Figura 2.10** Gráfica de Migración de Banda para Radioenlaces

**Fuente:** Elaboración Propia

El universo de enlaces que tienen que migrar y que operan en la banda 950 MHz, se compone de una variedad de sistemas configurados con diversas marcas y modelos, algunos referentes y otros no, algunos vigentes y otros no. Sin embargo, tienen una característica que predomina sobre todas y es que funcionan ininterrumpidamente y desde hace varios años; en decir que, indistintamente de su origen de fabricación, presentan robustez en su funcionamiento y son parte vital del sistema de radiodifusión del cual son parte [06]. Bajo ese contexto, existen una variedad de marcas que destacan sobre otras y precisamente se pueden establecer una tipología de las estaciones de radiodifusión por las características de transmisor empleado según se muestra en la tabla 2.2

**Tabla 2.2** Clasificación de Enlaces según marca del transmisor  
**Fuente:** Informe de Consultoría de Enlaces Auxiliares a la Radiodifusión

N°	Marca	Origen de Procedencia	Cantidad	%
1	RVB	ITALIA	30	32.97%
2	OMB	ESPAÑA	16	17.58%
3	MOSELEY	USA	13	14.29%
4	DB ELETTRONICA	ITALIA	8	8.79%
5	MARTI	USA	5	5.49%
6	NICOM	USA	5	5.49%
7	CTE	ITALIA	2	2.20%
8	NACIONAL	PERU	2	2.20%
9	TFT	USA	2	2.20%
10	SUONO TELECOM	ITALIA	1	1.10%
11	TECLAR	BRASIL	1	1.10%
12	ELETTRONIKA	ITALIA	1	1.10%
13	ND	ND	5	1.10%
<b>Total</b>			<b>91</b>	<b>100.00%</b>

Otro criterio utilizado para establecer la tipología de enlaces, está ligado a las características técnicas de los equipos. Así, por ejemplo, comparando la sensibilidad del receptor en los enlaces de señal compuesta en la banda de 950 MHz, se observa que:

- Solo los enlaces: MOSELEY modelo PCL6000, MARTI modelo STL20C/SR20C y TFT 9100A/9107 están cerca del valor: -80 dBm. Siendo el más sensible el MOSELEY (-87 dBm), siguiéndole el MARTI (-84.1 dBm) y después el TFT (-77.4 dBm).
- Los enlaces OMB modelo MT/MR y TECLAR modelo TEC107/TEC108 están cerca del valor: -69 dBm. Siendo de ambos el más sensible el OMB (-70.1 dBm) y después el TECLAR (- 67 dBm).
- Los enlaces NICOM modelo TSL910/RSL900 y CTE modelo TXH/RX11 tienen el valor de -63.5 dBm.
- El enlace RVR modelo PTRURXRL NV tiene el valor de -52 dBm.
- La marca SUONO TELECOM modelo TSG/RAG omite, dar la especificación de

sensibilidad, ello podría con justificada razón introducir desconfianza.

De acuerdo a estos criterios, se estableció tres tipos de enlaces:

- **Tipo 1:** aquellos enlaces con equipamiento de alta sensibilidad y procedencia americana (USA).
- **Tipo 2:** aquellos enlaces con equipamiento de sensibilidad media y procedencia americana (USA).
- **Tipo 3:** aquellos enlaces con equipamiento de baja sensibilidad y procedencia diversa (ITALIA, ESPAÑA, Nacional, BRASIL y de origen desconocido).

De acuerdo a la recomendación del presente informe de consultoría se muestra que la mejor forma de clasificar a los 91 radioenlaces es mediante tres (03) tipologías y estas podrían ser costeadas asumiendo los siguientes equipos de enlaces como reemplazo tal como se muestra en la tabla 2.3

**Tabla 2.3** Tipología de Clasificación de Enlaces según procedencia y sensibilidad

**Fuente:** Informe de Consultoría de Enlaces Auxiliares a la Radiodifusión

Tipología	Característica	Equipo de Enlace de Reemplazo	Equipos que se prevé reemplazar
Tipo 1	Alta Sensibilidad y procedencia americana (USA)	MOSELEY	MOSELEY
Tipo 2	Sensibilidad media y procedencia americana (USA)	MARTI	MARTI, NICOM Y TFT
Tipo 3	Baja Sensibilidad y procedencia diversa	RVR	RVR, OMB, DB ELETTRONICA, CTE, NACIONAL, SUONO TELECOM, TECLAR, ELETTRONIKA, ND

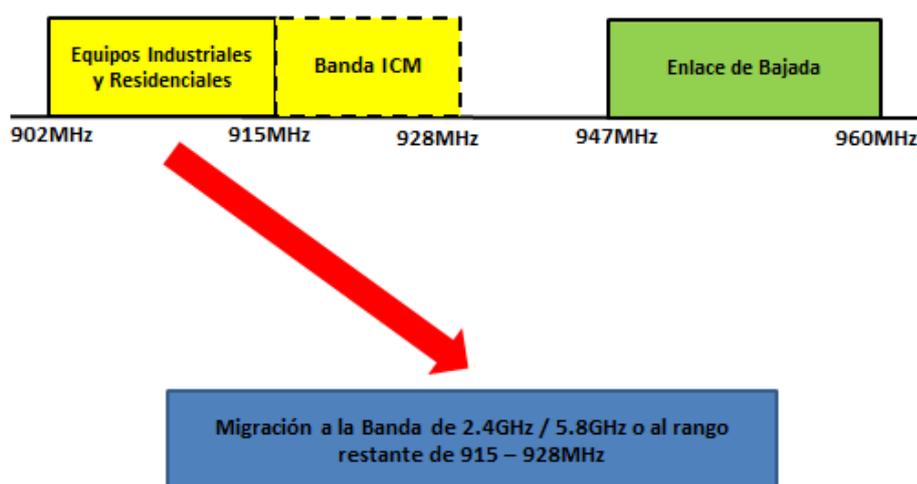
#### **b. Informe de Consultoría sobre Reemplazo de Equipos Industriales (902-015MHz)**

Con fines de realizar la gestión y el plan correspondiente para el reemplazo de equipos industriales y/o aparatos de telecomunicaciones que operaban en la banda 902-928MHz antes de la entrada en vigencia del Decreto Supremo N° 015-2011-MTC, que es el fin de este informe; fue necesario tomar como referencia este Informe ya que muestra un panorama sobre la posible clasificación de los equipos en dos grandes grupos:

- Equipos Industriales; tales como empresas mineras, petroleras así como equipos meteorológicos entre otros.
- Equipos Residenciales; los cuales son de menor valor pero a su vez muy difundidos, de uso familiar o residencial y en pequeños negocios. Estos equipos son teléfonos inalámbricos y radios de dos vías o walkie talkies.

Para los equipos industriales según menciona el presente informe de consultoría se ha utilizado una base de datos proporcionada por el Ministerio de Transporte y

Comunicaciones que data entre el 2008 y el 2011 de los equipos registrados. Por otro lado se requiere de comunicaciones dirigidas a los gremios cuyas empresas usan estos equipos para que el reemplazo se realice sin distorsiones a la actividad productiva. En cambio para los equipos residenciales se deben tener en cuenta como principal recomendación un adecuada comunicación del mismo tal como una campaña masiva de difusión para que los usuarios de teléfonos inalámbricos se informen del proceso que va a llevarse a cabo. En la figura 2.11 se muestra el gráfico de la migración de los equipos residenciales e industriales.



**Figura 2.11** Gráfica de Migración de equipos Industriales y Residenciales

**Fuente:** Elaboración Propia

Las personas que cuentan con equipos y/o aparatos de telecomunicaciones operando en la banda 902-928MHz tienen un plazo de dieciocho (18) meses siguientes al cierre de la presente licitación para poder dejar de operar. En la figura 2.12 se muestra un gráfico de reemplazo de frecuencia para los equipos *walkie talkie*.



**Figura 2.12** Equipos *Walkie Talkie* y el reemplazo en nueva banda

**Fuente:** Elaboración Propia

En base a la información proporcionada por el MTC se tomó la información

correspondiente a la descripción del equipo, marca y modelo con lo cual facilitó y organizó la abundante información de los registros brindados por el MTC.

Según su “Aplicación” los equipos que se encuentran en esta banda estarían clasificados de la siguiente manera según se muestra en la tabla 2.4

**Tabla 2.4** Clasificación de los Equipos en la banda ICM 915MHz  
**Fuente:** Informe de Consultoría sobre reemplazo de Equipos Industriales

N°	Aplicación	Descripción del Equipo
1	Adquisición Remota de Datos	Lectora de Código de Barras. Receptor Topográfico. Registrador de Datos ( <i>dataloggers</i> )
2	Banda Ancha Inalámbrica	UHF Radio Modem
3	Comunicación de Voz	Intercambiador de Voz Inalámbrico. Micrófono Inalámbrico.
4	Control Remoto Industrial	Receptor – Unidad de Control Remoto. Transmisor – Mando de Control Remoto.
5	Identificación por Radio Frecuencia (RFID)	Lectora de Etiquetas RFID. Etiqueta Identificadora de Vehículos.
6	Luz de Aterrizaje para Aviación	Receptor Inalámbrico
7	Radiocomunicación	Radio Portátil Digital de 2 Vías
8	Sistema de Seguridad	Transmisor Inalámbrico
9	Supervisión Remota	Monitor de Sonido y Movimiento para bebés. Monitor de Video y Sonido para bebés. Reloj de Sincronización Inalámbrica.
10	Telefonía Pública	Teléfono Portátil Inalámbrico.

En base a la clasificación por aplicación de la tabla 2.4 y de acuerdo a los datos analizados, se concluye que la aplicación más frecuente de los equipos es la telefonía pública, que básicamente son teléfonos inalámbricos. Estos equipos suponen un 84% del total de equipos registrados [07]. En la tabla 2.5 se muestra una clasificación de acuerdo a su tipo de aplicación.

**Tabla 2.5** Cantidad de Equipos por Tipo de Aplicación  
**Fuente:** Informe de Consultoría sobre reemplazo de Equipos Industriales

N°	Tipo de Aplicación	Equipos	Registros	% sobre Total de Equipos
1	Telefonía Pública	47,193	110	84%
2	Radiocomunicación	6,798	94	12%
3	Adquisición Remota de Datos	1,451	307	3%
4	Identificación por Radio Frecuencia (RFID)	344	31	1%
5	Banda Ancha Inalámbrica	186	34	0%
6	Control Remoto Industrial	134	44	0%
7	Supervisión Remota	91	4	0%

8	Sistema de Seguridad	56	12	0%
9	Comunicación de Voz	20	9	0%
10	Luz de Aterrizaje para Aviación	4	2	0%
<b>Total General</b>		<b>56,277</b>	<b>647</b>	<b>100%</b>

### c. Los 13 Gremios

Debido a la diversidad de equipos que trabajan en la banda ICM 900MHz, una forma de poder notificar a la gran variedad de tipos de equipos es informando a los diferentes "Gremios" que agrupan a empresas de las diferentes actividades económicas sobre la entrada en vigencia de la reserva de la banda de 902 MHz a 928 MHz después de abril del 2011 y la situación de los actuales usuarios una vez se adjudique la banda. Los principales gremios son:

1. Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas (CONFIEP); debido a la existencia de aplicaciones de control de activos para el acceso de vehículos a cocheras que utiliza la tecnología de la Identificación de Radio Frecuencia (RFID) que opera en la banda ICM 900MHz.
2. Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE); debido a la existencia de aplicaciones como control de grúas y que operan en la banda ICM 900MHz.
3. Cámara de Comercio de Lima; debido a la existencia de aplicaciones de radiocomunicaciones de 2 vías que operan en la banda ICM 900MHz.
4. Asociación de Gremios Productores Agroexportadores del Perú (AGAP); debido a la existencia de aplicaciones de agroindustriales como monitoreo de humedad de parcelas, monitoreo del nivel de PH del agua, etc.
5. Asociación de Municipalidades del Perú (AMPE); debido a la existencia de municipios que cuentan con banda ancha inalámbrica que opera en la banda ICM 900MHz así como proyectos de control de semáforos con tecnología de Identificación de Radio Frecuencia (RFID) en la banda ICM 900MHz.
6. Asociación de Representantes Automotrices del Perú (ARAPER); debido a la existencia de aplicaciones de control de activos que utiliza la tecnología de la Identificación de Radio Frecuencia (RFID) que opera en la banda ICM 900MHz.
7. Asociación Nacional de Laboratorios Farmacéuticos (ALAFARPE); debido a la existencia de aplicaciones de control de activos en laboratorios y control de temperatura.
8. Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional (AFÍN);
9. Cámara Nacional de Turismo (CANATUR); debido a la existencia de aplicaciones de radiocomunicaciones de 2 vías que operan en la banda ICM 900MHz en los hoteles.
10. Instituto Metropolitano Protransporte de Lima (PROTRANSPORTE); debido a que el

sistema de transporte masivo El Metropolitano utiliza la tecnología de Identificación de Radio Frecuencia (RFID) que opera en la banda ICM 900MHz.

11. Sociedad Nacional de Industrias (SNI); debido a la existencia de aplicaciones de telemetría (por ejemplo: control de tanques remotos) y puntos críticos en plantas industriales (por ejemplo: control de válvulas).
12. Sociedad Nacional de Pesquería (SNP); debido a la existencia de aplicaciones de transacciones bancarias en alta mar a distancias no mayores de 1,600 m.
13. Sociedad Nacional de Radio y Televisión (SNRTV); en el cual se encuentran cualquier medio radio o televisivo lo cual ayudaría a la difusión mediante una notificación al público en general que puedan contar con un teléfono inalámbrico, monitor de video y sonido de bebés que trabajen en la banda ICM 900MHz.

Es conveniente mencionar que algunas aplicaciones del tipo de Identificación de Radio Frecuencia (RFID) tienen un impacto en el público consumidor masivo a través del control de semáforos, control de peajes, apertura de puertas de sistema en el transporte del Metropolitano [08].

### **2.3 Metodología para la Gestión de la Migración de la banda de 900MHz**

La realización del presente informe tiene como modelo a implementar los estándares internacionales de la Gestión de Proyectos de acuerdo al PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) que es el más famoso y reconocido producto del PMI (*Project Management Institute*). Es decir como punto de partida se ha tenido en cuenta los 05 grupos de Procesos que se deben tener en cuenta en la Dirección de este Proyecto:

- Inicio.
- Planificación.
- Ejecución.
- Monitoreo y Control.
- Cierre.

La realización de una organización funcional ha sido necesaria para distribuir las tareas y obligaciones para este plan de migración. El proyecto será gestionado bajo el estándar del PMI y las 16 plantillas que la contienen:

01 - *Project Charter*

02 - *Responsibility Assignment Matrix (RAM)*

03 - *Scope Management Plan*

04 - *Project Scope Statement*

05 - *Activity List*

06 - *Milestone Table*

07 - *Cost Estimating Checklist*

- 08 - *Quality Management Plan*
- 09 - *Human Resource Plan*
- 10- *Communications Plan*
- 11- *Generic Change Request – Schedule*
- 12 - *Generic Change Request – Scope*
- 13 - *Risk Identification SWOT*
- 14 - *Risk Brainstorming Session*
- 15 - *Formal Acceptance and Closure*
- 16- *Lessons Learned*

### **CAPÍTULO III METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA**

En este capítulo se exponen la metodología empleada para poder realizar la Migración de la Banda de 900MHz teniendo en cuenta la Gestión del Proyecto, para lo cual se ha tenido en cuenta el PMBOK lo que llevará a obtener el panorama de todo el proyecto para cada una de sus fases.

#### **3.1 Aspectos Generales del Caso de Estudio**

Como puntos generales a tomar en cuenta se mencionan algunos puntos importantes:

- VIETTEL PERU S.A.C. y el MTC han solicitado elaborar un proyecto de limpieza de banda de 900MHz con el fin de que pueda operar en esta banda con total libertad.
- El proyecto deberá contemplar:
  - La Migración de 92 radioenlaces de radiodifusión AM y FM.
  - La Migración de 54000 Equipos Residenciales y 11000 equipos Industriales.
- La destrucción de los equipos que utilizaban la banda de 900MHz recolectados durante el proceso de Limpieza.
- La obtención de conformidad del pleno uso de la banda de 900MHz por parte del MTC hacia VIETTEL PERU.
- El proyecto deberá desarrollarse de acuerdo a las obligaciones y procedimientos establecidos en D.S. 015-2011/MTC, R.M. 324-2011 y el contrato de Fideicomiso con sus adendas.

#### **3.2 Planteamiento de la Solución**

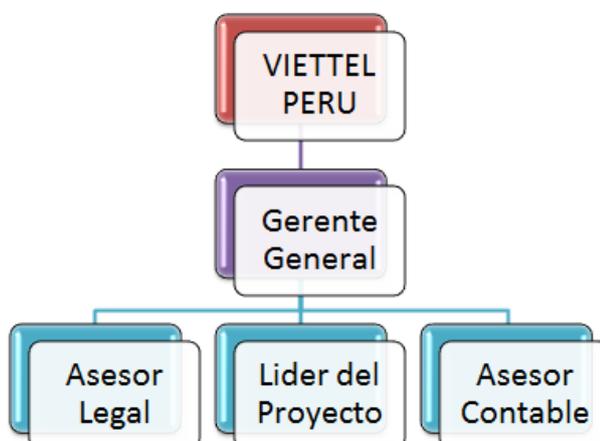
La propuesta de solución consiste en realizar la identificación, localización, migración, recolección y destrucción de los equipos que utilizan la banda de 900MHz de acuerdo a la categorización establecida en el Contrato de Fideicomiso y agrupados en las siguientes familias con el fin de realizar una eficiente migración dentro de los plazos establecidos.

- I) Equipos de Radioenlaces.
- II) Equipos Residenciales.
- II) Equipos Industriales.

Es necesario identificar la Estructura Organizacional del Proyecto ya sea para el Cliente (en este caso VIETTEL PERU S.A.C.), el Ente Regulador (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) y el Grupo que integrarán este Proyecto.

### 3.2.1 El Cliente

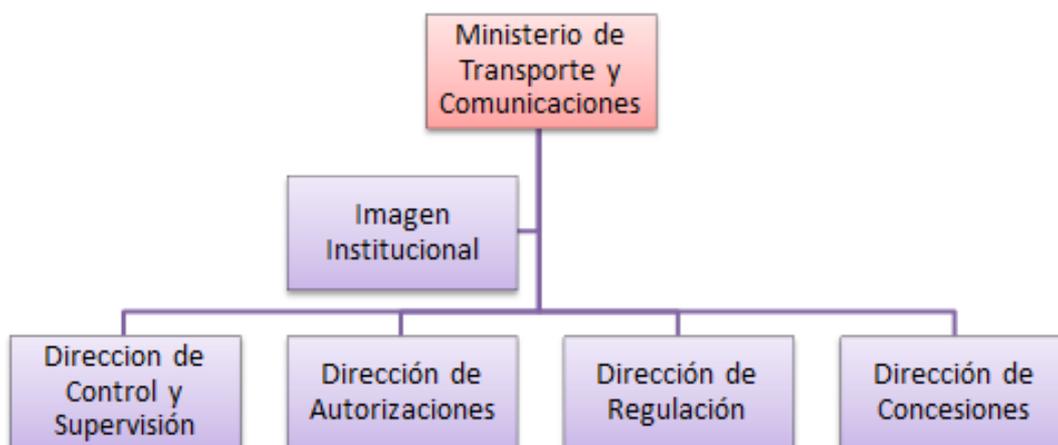
En este caso al ser la Licitación adjudicada al cuarto operador de telecomunicaciones VIETTEL PERU S.A.C. En la figura 3.1 se muestra la organización del cliente.



**Figura 3.1** Organización del Cliente  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2 El Ente Regulador

Por parte del ente Regulador (en este caso el MTC) es necesario hacer mención a las 4 direcciones que actualmente la conforman; ya que para ser viable alguna aprobación de desembolso que se considera en este proyecto requerirá de la aprobación de dichas direcciones. Al igual que Imagen Institucional, división que se encargará de interactuar con el Agente de Publicidad. En la figura 3.2 se muestra la organización del ente regulador.



**Figura 3.2** Organización del Ente Regulador  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.3 Grupo del Proyecto

El plan estratégico para dar solución a este proyecto consta de la creación de 04 “Agentes” los cuales estarán a cargo de un *Project Manager* y que contarán con

determinadas funciones como se muestra a continuación para cada una de las familias ya mencionadas anteriormente:

Cabe mencionar además que son necesarios los siguientes recursos humanos:

- 01 Project Manager.
- 03 Ingenieros de Soporte.
- 03 Técnicos Implementación.
- 01 Publicista.
- 01 Secretario.
- 01 Contador.
- 01 Abogado.
- Presupuesto asignado para la implementación en el cliente (Fondo Del Fideicomiso).

En la figura 3.2 se muestra la organización del grupo del proyecto considerado para el *Project Manager*.



**Figura 3.3** Organización del Grupo del Proyecto

**Fuente:** Elaboración Propia

#### a. **Project Manager**

El *Project Manager* contará con las siguientes funciones:

- Responsable de la Correcta Elección del Equipo de Trabajo.
- Responsable de las coordinaciones entre el ente regulador en aras de la presentación de los agentes ante las empresas Radiodifusoras y Gremios.
- Responsable del control y del cumplimiento del alcance.
- Responsable de las reuniones de coordinación entre los Agentes, el cliente y el ente regulador.
- Responsable de la elaboración de los Planes para cada uno de los Agentes involucrados en el proyecto.
- Responsable de la Elección de los Proveedores para la Adquisición de Equipos (Equipos Residenciales, Equipos Industriales y Radioenlaces).
- Responsable de la elaboración del *Check List* y monitoreo del progreso del proyecto por cada agente.

- Responsable de la colocación de las Órdenes de Compras.
- Responsable de la Identificación de los Equipos a Reemplazar.

**b. Agente de Sustitución**

El Agente de Sustitución contará con las siguientes funciones:

- Responsable de la negociación con las Empresas Radiodifusoras y los Gremios involucrados.
- Responsable de elaborar el Informe Técnico Legal de Radioenlaces y Equipos Industriales para ser presentado ante el Ente Regulador.
- Responsable del Reemplazo de los Radioenlaces y equipos Industriales.
- Realizar la recolección y destrucción de los Equipos reemplazados.
- Responsable de atender las observaciones de los *check list*.

**c. Agente de Distribución**

El Agente de Distribución contará con las siguientes funciones:

- Elaboración del Manual del Usuario.
- Responsable del Reemplazo de los Equipos Residenciales.
- Realizar la recolección y destrucción de los Equipos reemplazados.
- Seguimiento de Encuestas de Satisfacción.
- Realizar la identificación, adecuación y contratación de los puntos de Cambio a nivel nacional previa aprobación por parte del ente regulador.

**d. Agente de Publicidad**

El agente de Publicidad es el encargado de la gestión de los medios de difusión ya sea TV, Radio, medio escrito u otros; esto en cumplimiento a las Bases de la Licitación en el cual es necesario un medio de comunicación masivo mediante el cual tanto las personas naturales como jurídicas se den por enterados sobre la realización de una Campaña de Migración de equipos en la banda de 900MHz.

- Responsable de las coordinaciones entre el Project Manager y el ente regulatorio para la campaña de publicidad.
- Elaboración del Plan de Medios.
- La correcta elección de medios a brindar la campaña publicitaria.
- Realización de encuestas para poder observar el impacto de la Campaña de Publicidad.

**e. Agente de Call Center y Página Web**

El agente de *Call Center* y Página Web se encargará del soporte y orientación en la campaña de publicidad además de:

- Realizar la elaboración de la Página Web considerando las coordinaciones con el PM y considerando sus requerimientos.

- Realizar la elección del personal de Call Center para atender los requerimientos del PM.
- Capacitar al personal considerando el Manual del Usuario.
- Realización de los Reportes del avance de la Migración ante el PM.

**f. Ingenieros**

Los ingenieros contarán con las siguientes funciones:

- Realizar la coordinación con el cliente y el ente regulador para realizar las pruebas de interferencia a nivel nacional.
- Elaboración del reporte una vez culminada las pruebas.

**g. Abogados**

Los abogados contarán con las siguientes funciones:

- Encargado del asesoramiento legal de negociaciones con los Radiodifusores.
- Revisión de cada uno de los casos de reemplazo así como también, la revisión de los reportes técnicos legales.

**h. Secretaria**

La secretaria contará con las siguientes funciones:

- Colaborar en la organización de pendientes y tareas al PM.
- Colaboración y asistencia al PM.

**i. Contador**

El contador contará con las siguientes funciones:

- Revisión de las cuentas y presupuestos.
- Revisión de cuentas bancarias, estado del presupuesto.

**j. Técnico**

El técnico contará con las siguientes funciones:

- Ayuda y soporte a los ingenieros en las pruebas de medición en campo.

Identificados quienes son los involucrados en el proceso de Migración de la banda de 900MHz, se procede a realizar una descripción general de los puntos más importantes a tener en cuenta y mediante una Matriz de Responsabilidades y asociar cada Fase a cada uno de ellos como se muestra en la tabla 3.1:

- Identificación de los Requerimientos del Cliente.
- Elección del Equipo de Trabajo y Asignación de las Obligaciones.
- Localización y Reconocimiento de Equipos de Interferentes.
- Adquisición de equipos logística para reemplazo de equipos.
- Reemplazo y recolección de equipos.
- Pruebas de Interferencia.
- Cierre del Proyecto.

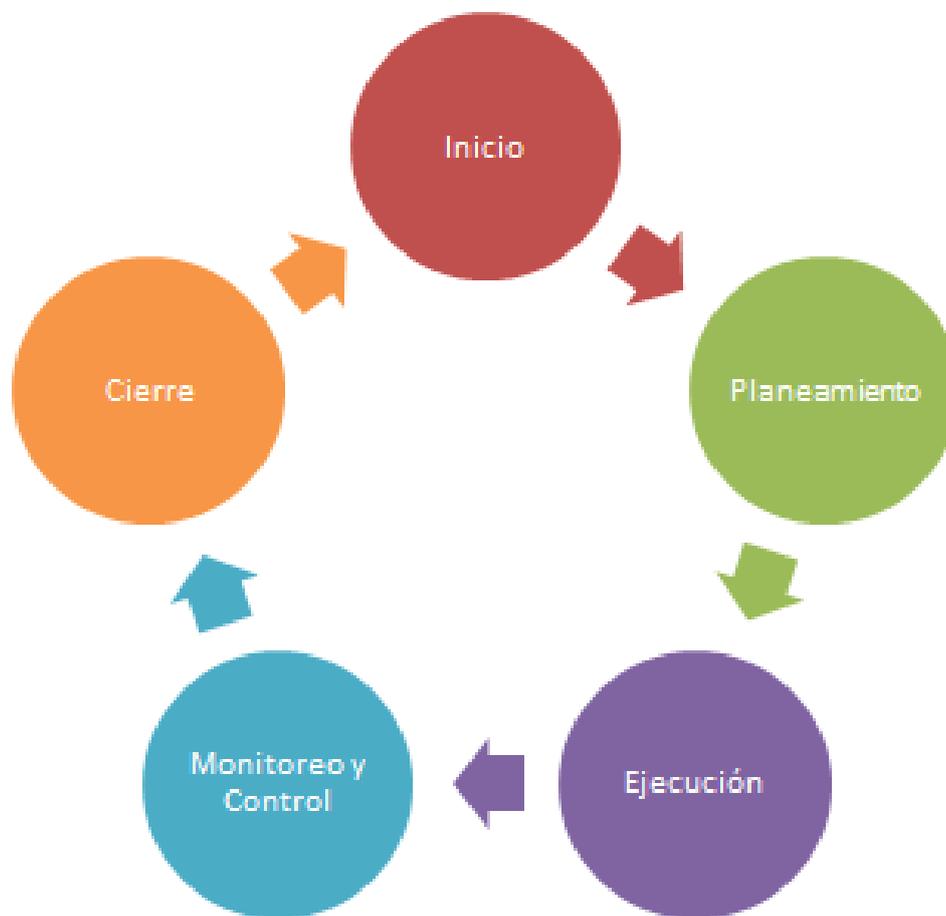
**Tabla 3.1** Matriz de Asignación de Responsabilidades  
Fuente: Elaboración Propia

Fase\Persona	GRUPO DEL PROYECTO								REGULADOR	AGENTE FIDUCIARIO	CLIENTE
	PM	Contador	Ingeniero	Legal	Ag. Sustitución	Ag. Distribución	Ag. Call Center y Página Web	Ag. Publicidad	MTC	Fiduciaria	VIETTEL PERU
Identificación de los requerimientos del Cliente.	P	I	I	P					P/A	I	A
Elección del Equipo de Trabajo y Asignación de Obligaciones	A	I	I	P/R/S	I	I	I	I	I/R	I	I
Localización y Reconocimiento de Equipos Interferentes.	I	I	P/R	I	A	I	A	A	R	I	I
Adquisición de equipos y logística para reemplazo de equipos	I/S	P/R	I	P/R	A	A	A	A	R/S	I	I
Reemplazo y Recolección de equipos	R	I	P/R	P/R	A	A	I	I	R	I	I
Pruebas de interferencia	R		A/R/S	R	I	I	I	I	P/R/S	I	P/R/S
Cierre del Proyecto	S	P	P	P	P	P	I	I	S	P	S

<b>P = Participante</b>	<b>A = Responsable</b>	<b>R = Revisión Requerida</b>
<b>I = Input requerido</b>	<b>S = Firma Requerida</b>	

### 3.3 Fases del Proyecto

La migración de la banda cuenta con 05 fases con el fin de brindar una solución eficiente tal como se muestra en la figura 3.4



**Figura 3.4** Fases del Proyecto según el **PMBOK**  
**Fuente:** Elaboración Propia

Para cada fase se realiza un reporte que se envía a todos los involucrados del proyecto. De la misma manera cada agente enviará un reporte con las actividades realizadas durante la semana vía email del avance del proyecto. Para tener un buen control del progreso se realizarán reuniones semanales entre los agentes y el Project Manager.

El equipo técnico se encarga de realizar las pruebas de verificación de no interferencia previa coordinación entre el ente Regulador y el Cliente para poder ejecutar el documento de aceptación. Es necesario aclarar que los cambios se gestionarán previa coordinación entre el Project Team, el cliente y el ente regulador (MTC) y estos se realizará por medio de los Templates de Control según la metodología del PMI, audios y vía email en donde se copie a todos los implicados.

La lista de actividades correspondientes a cada fase del presente proyecto se muestra en la tabla 3.2

**Tabla 3.2** Lista de Actividades de acuerdo a las Fases del Proyecto**Fuente:** Elaboración Propia

<b>Fase</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción del Trabajo</b>
Inicio	Recepción, análisis de requerimientos y aceptación del proyecto.	Designación del PM por parte del cliente y del ente regulador.
Inicio	Formación del equipo de proyecto.	Se elige al equipo que trabajará con el PM.
Inicio	Revisión de los COSTOS/MARGEN Y PLAZOS de ejecución del proyecto.	Análisis de costos de inversión y plazos máximos establecidos el TUO de las Bases del contrato de concesión y el D.S.015-2011/MTC.
Inicio	Kick-off Meeting con EDP	Reunión de inicio del equipo del proyecto, el cliente y el Ente Regulador.
Planeamiento	Reuniones y Coordinaciones con el Equipo de Trabajo (Agentes).	Reuniones de coordinación entre el PM y los agentes de sustitución, distribución, publicidad y Call center/página web.
Planeamiento	Presentación del Agente de Sustitución ante los 92 Empresas Radiodifusoras y Gremios por parte del Ente Regulador.	EL MTC se encargará de enviar cartas a manera de presentación hacia las empresas radiodifusoras y todos los gremios que pudiesen contar con equipos industriales en esta banda.
Planeamiento	Cronograma de visitas a los 92 Radioenlaces.	Realización de levantamiento de información del sistema de radiocomunicación detallado.
Planeamiento	Cronograma de visitas a los Gremios.	Reuniones con los representantes gremiales con la intención de identificar y localizar las empresas que cuentan con equipos en la banda de 900MHz.
Planeamiento	Identificación del tipo de Equipo a Reemplazar.	Con la información recopilada por parte del Agente de Sustitución se propone el equipo a reemplazar ante el ente Regulador.
Planeamiento	Elaboración del Manual del Usuario.	Manual en el cual se detalla el proceso de cambio, cálculo del stock mínimo de equipos residenciales, puntos de

		cambio a establecer
Planeamiento	Plan de Página Web.	Coordinación entre el Agente de Página Web, el PM, y el ente regulador (Imagen Institucional) para el uso de su logo
Planeamiento	Plan para Call Center.	Estimación y cálculo de asesores telefónicos para atención al usuario de acuerdo al manual establecido del Agente de Distribución.
Planeamiento	Plan de Publicidad.	Coordinación entre el PM, el agente de Publicidad y ente regulador. Plan de Medios de acuerdo al presupuesto establecido en los Informes de Proinversión.
Planeamiento	Plan de Recolección y Destrucción de Equipos	Coordinación entre el PM, el agente de Sustitución, el agente de Distribución y en ente regulador (MTC) para la recolección y destrucción de los equipos.
Planeamiento	Plan de Pruebas Técnicas	Se establecerá un Plan de Pruebas Técnicas de Interferencia para la comprobación de la Operatividad de la Banda entre el PM, el cliente (VIETTEL PERU) y el ente regulador (MTC)
Ejecución	Negociación con los Radiodifusores y Gremios	Propuesta de cambio de sistema de comunicaciones y/o equipos industriales.
Ejecución	Elaboración del Informe técnico legal de Radioenlaces y Equipos Industriales.	Se presenta ante el Ente Regulador un informe completo de todos los equipos a cambiar, el costo de reemplazo de cada uno incluyendo mano de obra, transporte, puesta en servicio y monitoreo para su aprobación, colocación de orden de compra y autorización de desembolso.
Ejecución	Aprobación del Manual de Usuario	Revisión del manual y aprobación del stock mínimo a comprar por parte del ente regulador (MTC) para su posterior desembolso.

Ejecución	Elección de Proveedores para adquisición de equipos residenciales.	Se realizará un concurso privado para la elección del proveedor.
Ejecución	Elección de Proveedores para adquisición de equipos Industriales y Radioenlaces.	Con la aprobación del informe presentado al MTC se procede a la celebración del concurso privado para la elección del Proveedor
Ejecución	Colocación de Orden de Compra de Equipos Industriales y Radioenlaces	Establecimientos de tiempos de fabricación, transporte, desaduanaje, transporte local (almacén)
Ejecución	Colocación de Orden de Compra de Equipos Residenciales	Establecimientos de tiempos de fabricación, transporte, desaduanaje, transporte local (almacén)
Ejecución	Recepción, reemplazo e Instalación de los Sistema de Comunicaciones de los Radioenlaces	Transporte de los Equipos a Reemplazar, instalación y puesta en operación de cada uno de los radioenlaces de acuerdo al Informe Técnico Legal aprobado por el ente regulador MTC.
Ejecución	Recolección y Destrucción de Equipos de Radioenlaces y Equipos Industriales.	Establecimiento de punto de acopio, transporte y destrucción de equipos reemplazados en presencia del MTC.
Ejecución	Proceso de reemplazo y acopio en los locales a nivel nacional	Proceso de migración y reemplazo de todos los equipos a nivel zonal.
Ejecución	Lanzamiento de Campaña Publicitaria	Fecha de inicio de la campaña Publicidad
Ejecución	Fin de la Campaña Publicitaria	Fecha de término de la campaña Publicidad
Ejecución	Inicio de Actividades del Call Center	Fecha de inicio de actividades del Call Center
Ejecución	Fin de Actividades del Call Center	Fecha de término de actividades del Call Center
Control	Monitoreo de la operación de los Radioenlaces reemplazados.	Supervisión constante de la instalación de los radioenlaces, y estado de funcionamiento.

Control	Análisis del Impacto de la Campaña de Publicidad de acuerdo al Plan de Medios.	De acuerdo al reporte estadístico presentado por el agente, se evaluará la extensión del plan publicitario.
Control	Análisis de cantidad de llamadas atendidas.	De acuerdo al reporte estadístico presentado por el agente, se evaluará la extensión del plan para el Call Center.
Control	Análisis del progreso de reemplazo en cada punto de cambio.	En cada punto se evaluará el estado del Stock actual. Para la evaluación de compra de más equipos.
Control	Análisis de la inversión realizada hasta el momento.	De acuerdo a la inversión y gastos incurridos en el proyecto.
Control	Control de cambios.	Control de cambios en el proyecto mediante el modelo del PMI.
Control	Control del Cronograma	Controlar el cronograma del reemplazo.
Cierre Técnico	Pruebas técnicas de operatividad de banda	Se realizarán pruebas de interferencia de la banda, para ver el estado post migración de la banda, entre el cliente (VIETTEL PERU) y el ente regulador (MTC).
Cierre Técnico	Aprobación y emisión de Acta de Conformidad de la Banda	Se realizará la revisión del Informe de Interferencia por parte del cliente (VIETTEL PERU) conjuntamente con el ente regulador (MTC) y la recepción de conformidad mediante Acta de la Operatividad de la banda.
Cierre Administrativo	Termino Contractual con los Agentes (Sustitución, Distribución, Publicidad, Call Center y Pagina Web.)	Terminado y aprobado el Acta por parte del ente regulador (MTC) se procede a culminar el trabajo por parte de los Agentes.
Cierre Administrativo	Culminación del Proyecto.	Firma del PM, el cliente (VIETTEL PERU) y el ente regulador (MTC) dando conformidad a la entrega del proyecto.
Cierre Administrativo	Revisión final de los gastos del proyecto.	Reporte de los costos del proyecto hacia el área de Finanzas

Cierre Administrativo	Cierre Finalizado	Administrativo	Cierre del proyecto
-----------------------	-------------------	----------------	---------------------

### 3.4 Gestión de las Comunicaciones y de Riesgos

La realización de la gestión de comunicaciones tiene como punto importante definir ciertas actividades que puedan ocasionar retraso en los tiempos de entrega del mismo así como su nivel de impacto. En base a estos posibles problemas que conllevarían ciertos retrasos por parte de los involucrados se ha realizado una tabla de impacto considerando eventos con probabilidad de ocurrencia como se muestra a continuación en la tabla 3.3 y la tabla 3.4 respectivamente.

**Tabla 3.3** Listado de Riesgos y Probabilidad de Impacto  
Fuente: Elaboración Propia

Riesgo Identificado	Probabilidad de Ocurrencia	Potencial Impacto	Acciones Propuestas	Identificado por Quién?
Poca predisposición de los usuarios al cambio	30%	Alto	Mostrar las ventajas del cambio mediante una campaña más agresiva de publicidad.	Agente de Distribución
Los procedimientos largos y tediosos por parte del ente regulador.	15%	Medio	Fluida Comunicación mediante correos, cartas y establecer compromiso por parte de ellos.	PM
Exceder el Presupuesto estimado por Proinversión	3%	Muy Bajo	Realizar la suma del monto restante al adjudicatario (VIETTEL PERU)	PM y el contador contratado.
Pobre impacto de la campaña de Publicidad	30%	Alto	Reformular la campaña publicitaria	PM y el Agente de Publicidad.

La tabla 3.3 nos muestra 04 diferentes riesgos considerandos como principales de los cuales se pueden resaltar la poca predisposición de los usuarios al cambio y contar con una pobre campaña de publicidad como los de mayor incidencia en este proyecto ya que presentan un alto potencial impacto en la realización de la migración de la banda de 900MHz, es por ello que es de vital importancia que el agente de distribución como el agente de publicidad tomar las acciones pertinentes con el fin de evitar que ambos puntos se vuelvan amenaza alguna y afecten los objetivos de este proyecto.

**Tabla 3.4 Plan de Comunicaciones**  
**Fuente: Elaboración Propia**

Involucrados	Problemas en las Actividades de los Involucrados	Mensajes Claves a ser Comunicado	Método de Comunicación a ser utilizado (escrito, uno a uno, emails, reuniones, etc.)	Descripción de la Comunicación Específica (contenido, formato, nivel de detalle, etc.)	Problemas de Tiempo	Otros
Cliente	Retraso en los plazos establecidos de los entregables	<i>Gantt</i> , Cronogramas	Telefónicamente, email y reuniones presenciales	Establecimiento de la razones del retraso y de la nueva fecha de entrega	Impacto en la fecha de inicio de operaciones de la Red	N/A
Miembros del grupo del proyecto (Ingenieros, técnicos y PM)	Mala elaboración de los informes de sustitución por parte del agente de Sustitución.	<i>Gantt</i> , establecer formatos de entrega	Telefónicamente, email y reuniones presenciales	Establecer un formato único de entrega de esos informes con información clara y directa	Impacto en la fecha de colocación de orden de compra de los equipos	N/A
Agente de Sustitución	Mala negociación con el Radiodifusor	Establecer un procedimiento de negociación	Telefónicamente, email y reuniones presenciales	Establecer tipos y sistemas para reemplazo	Impacto en la entrega de los informes de sustitución para aprobación por parte del ente Regulador.	
Agente de Distribución	Dificultad para la renta de locales de cambio	<i>Gantt</i> , Cronogramas	Telefónicamente, email y reuniones presenciales	Comunicación por medio escrito de las razones del problema.	Impacto en el periodo de remplazo establecido	
Agente de Publicidad	Altos costos de propaganda en canales de alta audiencia	<i>Gantt</i> , Cronogramas	Telefónicamente, email y reuniones presenciales	Detalle de todos los problemas incurridos.	Impacto en la fecha de inicio de campañas publicitarias	
Agente de Call Center y Página Web	Pobre calidad de asesoramiento al usuario	<i>Gantt</i> , Cronogramas, manual del usuario	Telefónicamente, email y reuniones presenciales	Carta de explicación y detallada.	Impacto en el trato al usuario	
Proveedores	Retrasos en la instalación de los equipos de reemplazo	Informar cual es el motivo del retraso	Telefónicamente y/o email.	Envío de la solución alternativa que se puede ejecutar.	Impacto en la fecha de entrega del entregable	N/A

Para establecer una buena identificación de los riesgos fue necesario realizar un análisis de FODA en las actividades tal y como se muestra a continuación en la figura 3.5



**Figura 3.5** Análisis del FODA

**Fuente:** Elaboración Propia

El análisis FODA consta de las siguientes fases:

#### **3.4.1 Fortalezas del Proyecto**

Las Fortalezas del Proyecto son las siguientes:

- El cronograma de cada una de las actividades ha sido establecida teniendo en cuenta todas las posibles amenazas y con periodos de tiempo prudentiales y ajustados a la realidad del proyecto.
- La rápida adaptación a los cambios y/o formular nuevas soluciones a problemas que se presenten durante el reemplazo de equipos.
- El personal capacitado y con dominio del tema en las diferentes áreas involucradas.
- La amplia experiencia del equipo del proyecto.

#### **3.4.2 Debilidades del Proyecto**

Las Debilidades del Proyecto son las siguientes:

- La realización del primer proyecto de gran envergadura, teniendo en cuenta su valorización, costos, plazos y la cantidad involucrados.
- La dependencia de la estrategia publicitaria a realizarse y del impacto que esta pudiese causar.
- La entrega de los equipos se está sujeto a posibles retrasos por motivos de fuerza mayor por parte del proveedor.
- La posibilidad de encontrar equipos que no hayan sido registrados en la base del MTC durante su ingreso al país.

#### **3.4.3 Oportunidades del Proyecto**

Las Oportunidades son las siguientes:

- Contar con una banda de frecuencia libre de interferencia que puede ser usada

para el servicio móvil.

#### **3.4.4 Amenazas del Proyecto**

Las Amenazas del Proyecto son las siguientes:

- La poca predisposición de los usuarios para el cambio de sus equipos.
- Que se exceda el presupuesto estimado por proinversión para el desarrollo del mismo.
- Los procedimientos largos, tediosos por parte del ente regulador.

#### **3.5 Plan de Gestión del Agente de Sustitución**

La realización de la migración de los enlaces auxiliares a la radiodifusión de la banda de 900MHz a la banda de 300MHz tiene en cuenta en principio el informe de consultoría mencionado en el informe, en el cual se hace mención a la tipología de equipos que al momento previo a la sustitución contaban los radiodifusores, para lo cual se ha realizado el siguiente plan que consiste en:

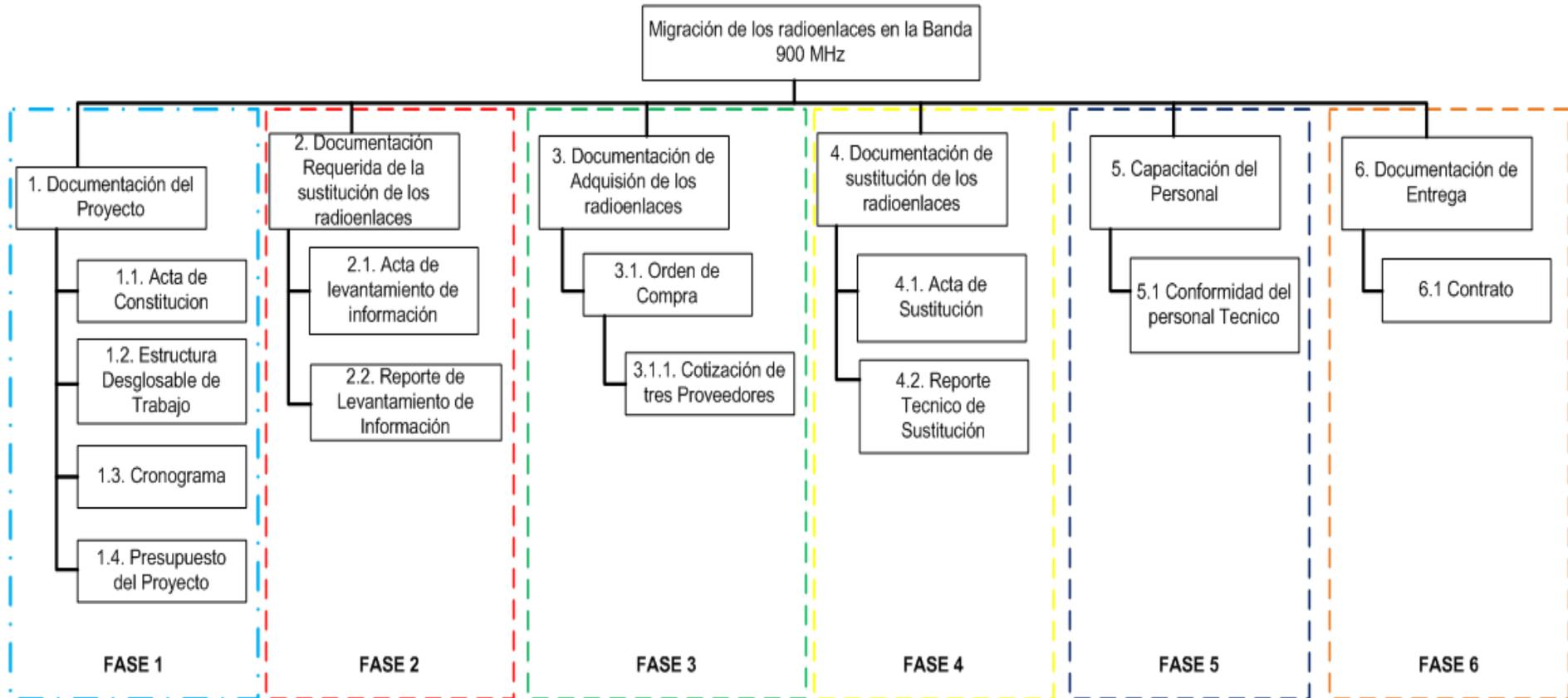
- La realización de levantamiento de información de los radioenlaces operando en la banda de 900MHz.
- El desarrollo de la cotización de los sistemas de radioenlace con los mejores precios del mercado y considerando las estimaciones previstas por Proinversión.
- La sustitución de los sistemas de radioenlaces de la banda de 900MHz a la banda de 300MHz.
- La capacitación a los ingenieros de la radiodifusora sobre la operatividad del nuevo sistema de radioenlaces.

Una posible limitación para la realización de este plan son los factores climáticos los cuales son vitales para la realización del trabajo con las mejores condiciones y dentro de los plazos establecidos por el cliente.

A continuación se muestra la distribución en 06 fases para la realización del presente plan:

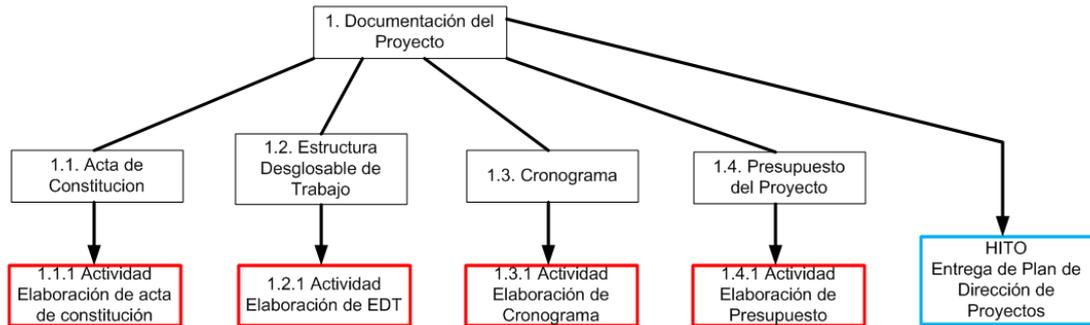
- a. **Fase 1** -> Documentación del Proyecto.
- b. **Fase 2** -> Documentación Requerida.
- c. **Fase 3** -> Documentos de Adquisición.
- d. **Fase 4** -> Documentos de Sustitución.
- e. **Fase 5** -> Capacitación del Personal.
- f. **Fase 6** -> Documentación de Entrega.

Las fases consideradas por el agente de sustitución de los radioenlaces auxiliares a la radiofusión se muestran en una forma gráfica el cual subdividirá otras actividades necesarias dentro de cada una de ellas en la figura 3.6.

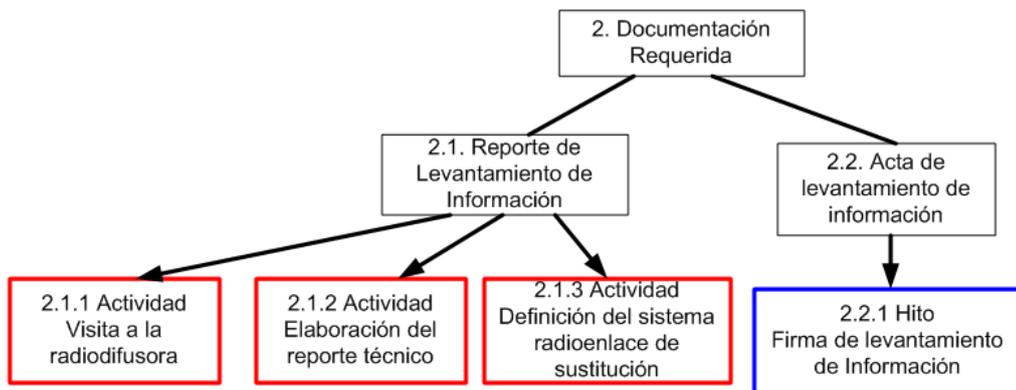


**Figura 3.6** EDT para la Migración a 300MHz  
**Fuente:** Elaboración Propia

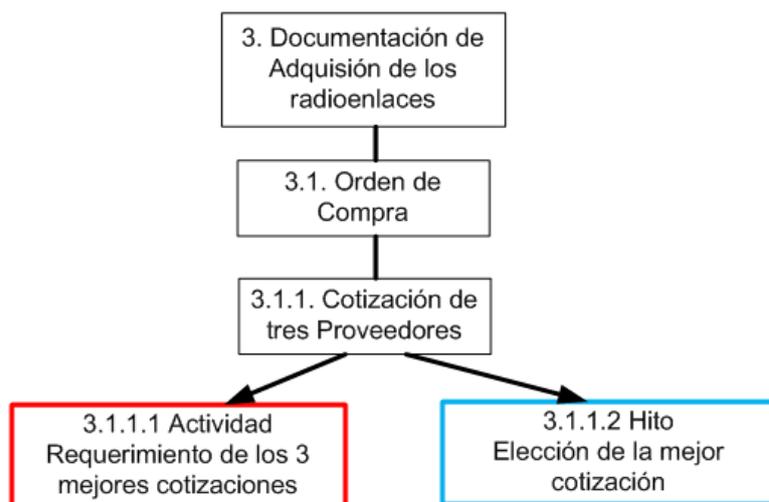
Los diversos procesos de documentación se muestran en las figuras 3.7, 3.8 y 3.9



**Figura 3.7** Documentación del Proyecto  
Fuente: Elaboración Propia

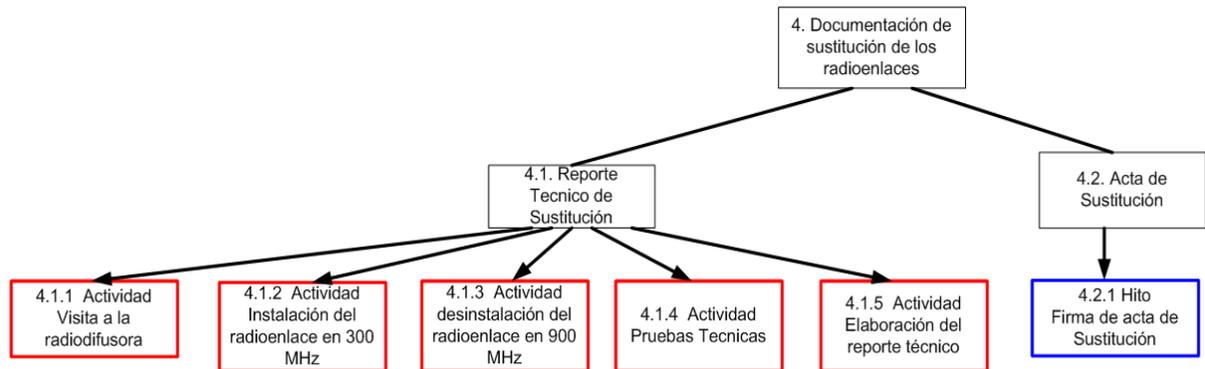


**Figura 3.8** Documentación Requerida  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 3.9** Documentos de Adquisición  
Fuente: Elaboración Propia

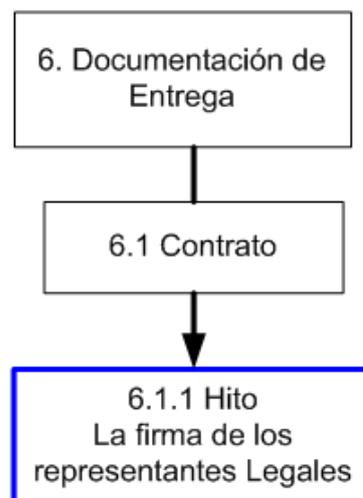
Las diferentes etapas de este proyecto se muestran en las figuras 3.10, 3.11 y 3.12



**Figura 3.10 Fase de Sustitución**  
Fuente: Elaboración Propia

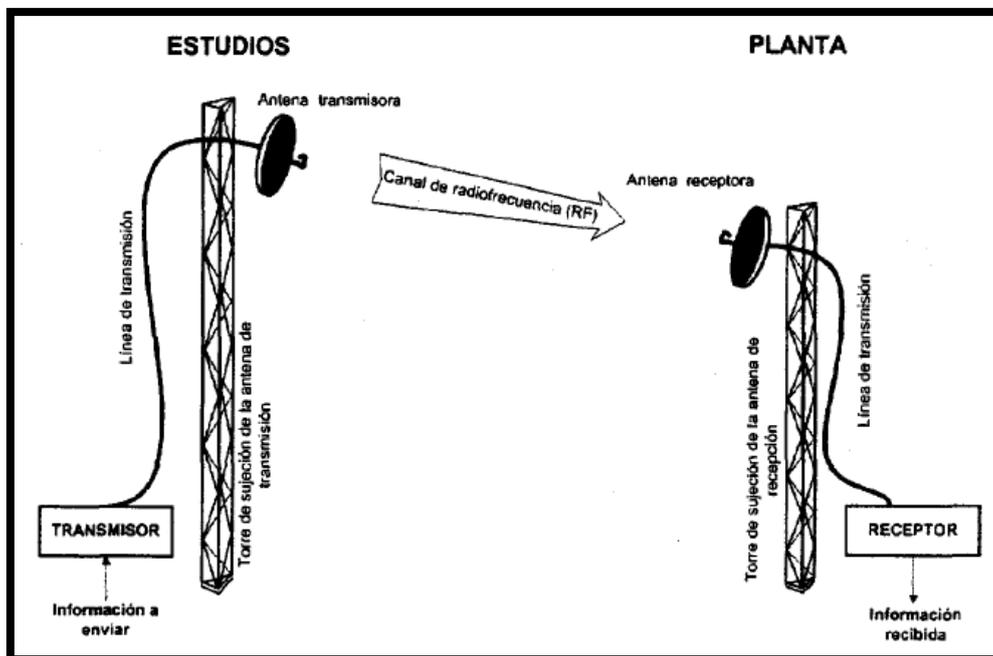


**Figura 3.11 Capacitación del Personal**  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 3.12 Documentación de Entrega**  
Fuente: Elaboración Propia

A modo de guía se elige un radioenlace como muestra en la figura 3.13 en el cual se puede apreciar una gráfica del estudio y la planta muy similar en todos los casos de los radiodifusor.



**Figura 3.13** Diagrama Estudio - Planta

**Fuente:** Informe de Consultoría – Proinversión

Como referencia se muestra en la tabla 3.5 el proceso de recolección de información de un radiodifusor.

**Tabla 3.5** Radiodifusor Radio Imperial de Junín

**Fuente:** Elaboración Propia

Datos Generales	Información Requerida
Empresa Radiodifusora	Radio Imperial de Junín S.A.C.
N° de Autorización del MTC	1463-2008-MTC/28
Representante Legal	Anibal Torres Avellaneda
DNI	08930701
Cargo	Gerente
Frecuencia en Uso	955.50MHz
Frecuencia Futura	318.25MHz
Fecha de Visita	03/04/2013
Estudio	Separadora Industrial s/n – Lote 4 – Mz. 5 – Parcela 18° Sector Villa El Salvador
	<b>Longitud:</b> -76.941462° / <b>Latitud:</b> -12.192855°
Planta	Cerro Papa

**Longitud:** -76.952662° / **Latitud:** -12.186369°

La ubicación del estudio y la planta del radiodifusor Radio Imperial de Junín se muestran de modo gráfico en la figura 3.14.



**Figura 3.14** Ubicación Estudio - Planta

**Fuente:** Elaboración Propia

Los Equipos de Comunicaciones actuales en la Banda de 900MHz se muestran en las tablas 3.6, 3.7 y 3.8

**Tabla 3.6** Radio TX

**Fuente:** Elaboración Propia

Descripción	Características
Marca	RVR
Modelo	PTRL – LCD
Nº de Serie	2007-001
Tipo de Modulación	FM
Estabilidad	+1ppm
Potencia	10W
Frecuencia de Operación	955.5MHz
Ancho de Banda	940-960MHz
Impedancia de Entrada	50 Ohms
Conector	Tipo N Hembra
Alimentación	220V

**Tabla 3.7** Radio RX

**Fuente:** Elaboración Propia

Descripción	Características
Marca	RVR
Modelo	RTRL – LCD
Nº de Serie	2007-001

Tipo de Modulación	FM
Estabilidad	+ -1ppm
Sensibilidad	-90dBm / S/N: 60dB
Frecuencia de Operación	955.5MHz
Ancho de Banda	940-960MHz
Impedancia de Entrada	50 Ohms
Conector	Tipo N Hembra

**Tabla 3.8** Sistema Radiante

**Fuente:** Elaboración Propia

Descripción	Estudio TX	Planta RX
Tipo de Antena	Yagi	Yagi
Marca de Antena	-----	-----
Nº de Serie	-----	-----
Conector	Tipo N Hembra	N Hembra
Impedancia de Entrada de la Antena	50 Ohms	50 Ohms
Ganancia de Antena	-----	-----
Cable Coaxial Tipo	LMR-400-1 R6-203	Heliac Rígido ½"
Impedancia del Cable Coaxial	50 Ohms	50 Ohms
Longitud (m)	20mts	18mts
Conector del Cable Coaxial	N Macho	N Macho
Tipo de Torres	Triangular 30cm	Triangular 30cm
Altura (m)	5mts	3mts
Material (hierro, aluminio)	Galvanizado	Galvanizado
Otros	-----	-----

Los Equipos de Comunicaciones para Sustitución en la Banda de 300MHz se muestran en las tablas 3.9, 3.10 y 3.11

**Tabla 3.9** Nueva Radio TX

**Fuente:** Elaboración Propia

Descripción	Características
Marca	RVR
Modelo	PTRL – LCD/20W
Nº de Serie	-----
Tipo de Modulación	FM
Estabilidad	+ -1ppm
Potencia	10W
Frecuencia de Operación	<b>318.25MHz</b>
Ancho de Banda	<b>310-330MHz</b>

Impedancia de Entrada	50 Ohms
Conector	Tipo N Hembra
Alimentación	220V
Año de Fabricación	2013

**Tabla 3.10** Nueva Radio RX

Fuente: Elaboración Propia

Descripción	Características
Marca	RVR
Modelo	RXRL – LCD
Nº de Serie	-----
Tipo de Modulación	FM
Estabilidad	+1ppm
Frecuencia de Operación	<b>318.25MHz</b>
Ancho de Banda	<b>310-330MHz</b>
Impedancia de Entrada	50 Ohms
Alimentación	220V
Año de Fabricación	2013

**Tabla 3.11** Nuevo Sistema Radiante

Fuente: Elaboración Propia

Descripción	Características
Marca de Antena	SAMCO SAM 260 200-324MHz
Tipo de Antena	YAGI 50 Ohms / 9.5dB
Conector	Tipo N Hembra
Cable Coaxial	HELIAX Rígido ½"
Conector del Cable Coaxial	N Macho
Tipo de Torres	-----
Año de Fabricación	2013
Otros	<b>Filtro Pasa Banda FM Banda II RVR FFC 87.5-108MHz</b>

Las Fotografías de Equipamiento del Radiodifusor en el Estudio se muestran en las figuras 3.15, 3.16 y 3.17:

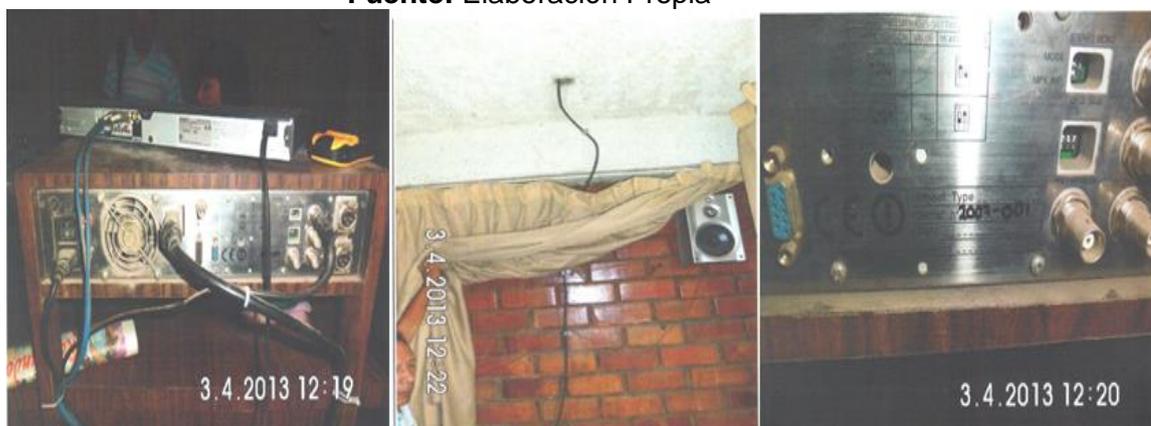


**Figura 3.15** Equipo de Tx RVR

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 3.16** Fotográficas del Estudio y Antena  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 3.17** Características de Equipos de TX  
Fuente: Elaboración Propia

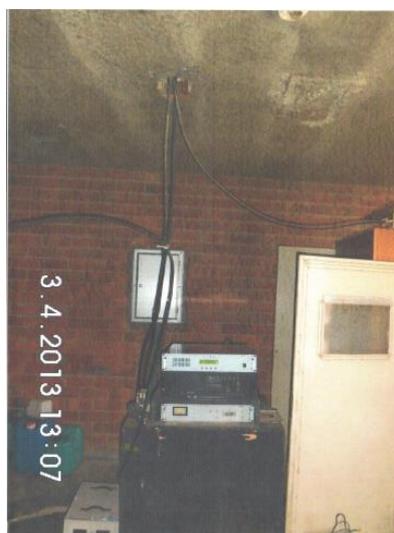
Las Fotografías de Equipamiento del Radiodifusor en la Planta Estudio se muestran en las figuras 3.18, 3.19 y 3.20:



**Figura 3.18** Antena y mástiles de la Yagui  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 3.19** Equipos de Rx  
**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 3.20** Cable HELIX de Media Rígido  
**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.6 Plan de Gestión para Equipos Industriales y Residenciales

En esta etapa se tiene como consideración como los equipos de aplicación industrial a los equipos electrónicos que son utilizados por las empresas industriales y emplean señales inalámbricas para transmitir información, como son:

- Adquisición Remota de Datos
- Dataloggers (Registrador de datos)
- Control Remoto Industrial
- Lectoras de Etiquetas RFID
- Luz de aterrizaje para aviación
- Radios Modem

Entre las marcas de equipos de aplicación industrial que operan en la banda de 900 MHz. que se comercializan en nuestro medio encontramos: CAMBIUM NETWORKS, DIGI INTERNACIONAL, INTUICOM, AVALAN WIRELESS, DAVIS,

MOTOROLA entre otros.

Los equipos de aplicación Industrial que operan en la banda de 915 – 928 MHz. se pueden agrupar en dos clases: Los que pueden ser migrados a la Sub Banda de 915 MHz - 928 MHz y los que tienen que ser sustituidos por equipos que operan en la banda de 2.4 ó 5.8 GHz.

En total son 1,395 Equipos de Aplicación Industrial fueron identificados por proinversión de los cuales se tiene con la siguiente estadística:

- Los que pueden ser migrados a la Sub Banda de 915 MHz - 928 MHz son 766 (55%)
- Los que tienen que ser sustituidos por equipos que operan en la banda de 2.4 ó 5.8 GHz son 307 (22%).
- Los equipos cuyos fabricantes indican que no fabrican un reemplazo en 2.4 ó 5.8 GHz, por lo que tienen que ser sustituidos por otros equipos que operan en la banda de 2.4 ó 5.8 GHz, son 322 (23%) y son 8 marcas.

### 3.6.1 Equipos a ser Migrados a la sub banda 915 – 928MHz

Los equipos a ser migrados a la sub banda se muestra en la tabla 3.12

**Tabla 3.12** Equipos a migrar a 915-928MHz

Fuente: Agente de Sustitución

PROVEEDOR	CANTIDAD	MODELO	EQUIPO
<b>DIGI INTERNATIONAL</b>	121	XTEND-PKG	UHF Radio Modem
		9XTEND	UHF Radio Modem
		9XTREAM	UHF Radio Modem
		XpressEthernetBride	Transceptor LAN Inalambrico
<b>ESteem</b>	82	195Ed	UHF Radio Modem
		195Es	UHF Radio Modem
		195Ed-2	UHF Radio Modem
<b>FREEWAVE</b>	356	FGR09CSU	UHF Radio Modem
		FGR-115RC/WC	UHF Radio Modem
		FGRplusRE	UHF Radio Modem
		HTP-900RE	UHF Radio Modem
		FGR2-IOS-CE-U	UHF Radio Modem
		FGR10-M	UHF Radio Modem
<b>GE MDS</b>	169	INETII-MD9-0062	UHF Radio Modem
		INETII-MD9-0080	UHF Radio Modem
		INETII-MD9-0091	UHF Radio Modem
		INETII-MD9-0124	UHF Radio Modem
<b>GUTERMANN</b>	15	ZONESCAN 820	Registrador de datos (Dataloggers)
<b>INTUICOM</b>	4	GFU 15	UHF Radio Modem
<b>LAIRD TECHNOLOGIES</b>	18	CL4490-1000	UHF Radio Modem
<b>PSION TEXLOGIK</b>	19	WORKABOUT PRO 3C	Lectora de Etiquetas RFID

### 3.6.2 Equipos con Reemplazo en 2.4 o 5.8GHz

Los equipos a ser migrados a la sub banda se muestra en la tabla 3.13

**Tabla 3.13** Equipos a reemplazar en 2.4 o 5.8GHz

Fuente: Agente de Sustitución

PROVEEDOR	CANTIDAD	MODELO	EQUIPO	REEMPLAZOS
AVALAN WIRELESS	19	AW900X	Transceptor LAN Inalámbrico	AW2400xTR AW2400ITR-PAIR
		AW900i	Transceptor LAN Inalámbrico	
		AW900XTR-INT	Transceptor LAN Inalámbrico	
GEOMATION	9	1443-S	UHF Radio Modem	1442-2 (2.4GHz) 1442-3 (2.4GHz)
		1443-M	UHF Radio Modem	
		1440-20	UHF Radio Modem	
		1442-H1	UHF Radio Modem	
HYPERLINK TECHNOLOGIES	64	HGV-906U	Antena 900MHz	HG-2418P (2.4GHz) HG-2430G (2.4GHz)
		HG-914Y	Antena 900MHz	
		HG908P-NF	Antena 900MHz	
		HG908U-PRO	Antena 900MHz	
		HG913Y-NF	Antena 900MHz	
		HG914-NF	Antena 900MHz	
		HG918G-NF-2	Antena 900MHz	
HLS HARD LINE SOLUTIONS	117	MUCKMASTER LHD	Mando de Control Remoto (opera en socavón de minas)	Cambiar la tarjeta integradora y radio a 2.4GHz o un nuevo equipo
L-COM	45	HA9031-APC	Amplificador de Potencia	RF LINK 2400 PTC, 2400LTC (Amplificador 2.4GHz) HG-2409P-NF (2.4GHz) HG-2403G (2.4GHz)
		HG909Y-NF	Antena	
		HG913P-120	Antena	
MARKTRACE	2	MARKTRACE	Lectora de Etiquetas RFID	MR6081c2.45G
CAMBIUM NETWORKS	44	9000APC	Transceptor LAN Inalámbrico	PTP300 (5.8GHz)

		9000SMC	Transceptor LAN Inalámbrico	
		5700BH206	Antena	
<b>PHOENIX CONTACT</b>	19	RAD-ISM-900- SET-BD-BUS- ANT	UHF Radio Modem	RAD-ISM-2400- SET-BD-ANT
		RAD-ISM-900- SET-BD-BUS- ANT	UHF Radio Modem	RAD-ISM-2400- SET-UD-ANT
		RAD-ISM-900- SET-BD-BUS	UHF Radio Modem	RAD-SIM-2400- DATA-BD
<b>SHIREEN</b>	2	990325	Amplificador de Potencia	24620 20Watts 2.4GHz
<b>TANDD</b>	50	RTR-50	Registadores de Datos (Dataloggers)	MARCA DICKSON MODELO WH425 MODELO WT440
		RTR-31		
		RTR-53		
		RTR-52PT		
		RTR-57U		
		RTR-503		
		RTR-500		
		RTR-501		
		RTR-502		
		TR-71W		

### 3.7 Campaña de Publicidad:

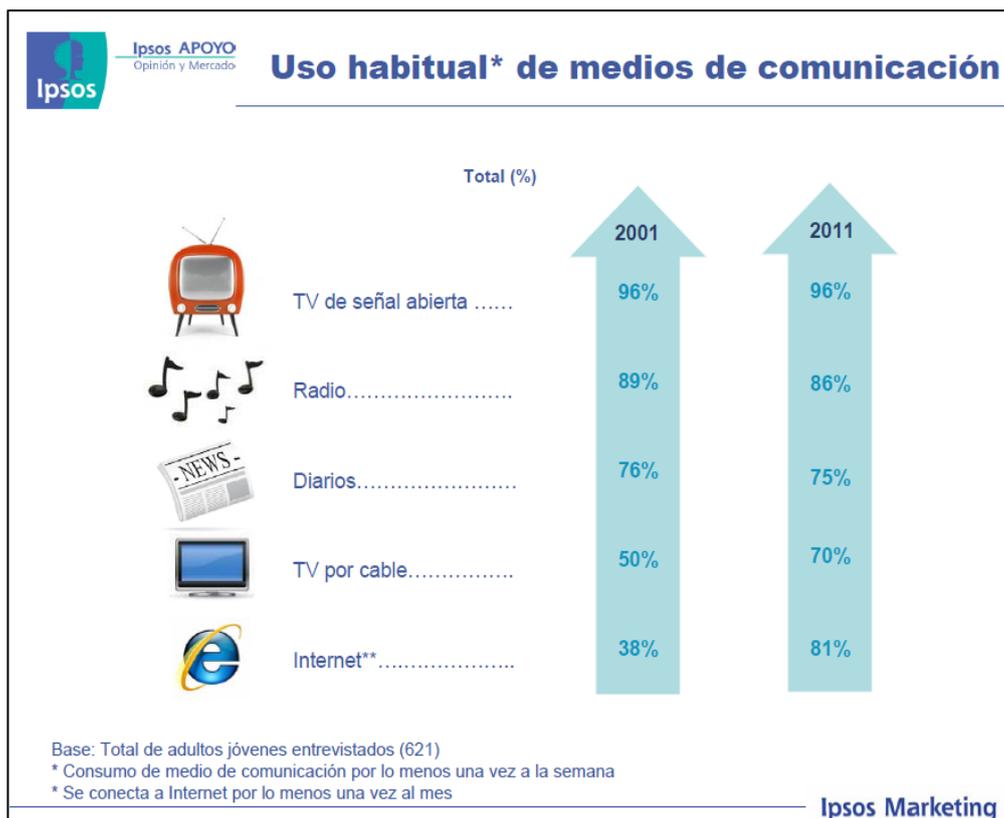
La campaña de publicidad cumple un papel importante en este informe ya que dada la cantidad de equipos estimados como existente a su vez la gran diversidad y localización desconocida en su mayoría de casos, era necesario usar una técnica de difusión masiva con la cual permita poder contactar tanto con las personas naturales como jurídicas sobre el proceso de reemplazo de equipos de 900MHz.

Para la realización de la campaña publicitaria, se realizó el Plan de Medios, el cual fue validado y aprobado por El Agente de Gestión. Los medios de comunicación que se incluyeron, fueron los más importantes y de mayor recordación en la población.

Para lo cual se ha considerado 3 medios de comunicación masiva:

- Medio de Comunicación – TV.
- Medio de Comunicación – Radio.
- Medio de Comunicación – Prensa.

Una estadística de uso de medios según Ipsos Apoyo se muestra en la figura 3.21



**Figura 3.21** Estadística de uso de medios  
**Fuente: IPSOS**

La distribución por medio y cantidad de spot involucrados en esta campaña se muestran en las figuras 3.22, 3.23 y 3.24 respectivamente.

MEDIO	1ra Campaña (del 19 Febrero al 22 marzo)	Ampliación 15 días	2da Campaña
	78 spots	56 spots	149 spots
	66 spots	35 spots	113 spots
	52 spots	26 spots	134 spots
	74 spots	37 spots	74 spots
		44 spots	88 spots
			221 spots

**Figura 3.22** Medio de Comunicación - TV  
**Fuente: Agente de Publicidad**

MEDIO	1ra Campaña (del 19 Febrero al 22 marzo)	Ampliación 15 días	2da Campaña
	308 spots	120 spots	176 spots
	308 spots		176 spots
	308 spots		
	308 spots		176 spots
	308 spots		176 spots
<b>RADIOS REGIONALES</b>	<b>7392 spots</b>	<b>1440 spots</b>	<b>2112 spots</b>

**Figura 3.23** Medio de Comunicación – Radio  
Fuente: Agente de Publicidad

MEDIO	1ra Campaña (del 19 Febrero al 22 marzo)	Ampliación 15 días	2da Campaña
	8 avisos	5 avisos	9 avisos
	4 avisos		13 avisos
	4 avisos		2 avisos
	4 avisos		
	4 avisos		
<b>DIARIOS REGIONALES</b>			<b>54 avisos</b>

**Figura 3.24** Medio de Comunicación – Prensa  
Fuente: Agente de Publicidad

## CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS

En este capítulo se realiza una presentación sobre el análisis y la presentación de resultados en principio a nivel de costos; considerando las diferentes fases en el planteamiento de la solución.

### 4.1 Análisis del Costo

En principio se presentará el análisis de costos estimados como se muestra en la tabla 4.1 para este proyecto.

**Tabla 4.1** Análisis del Costo de Migración  
Fuente: Elaboración Propia

<b>Costo del Proyecto</b>				
<b>Tipo de Recurso</b>	<b>Costo Uni.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Meses</b>	<b>Total</b>
<b>Personal</b>				<b>\$ 1.700.000</b>
Costo PM	\$ 5.000	1	18	\$ 90.000
Costo Ingeniería	\$ 3.000	3	18	\$ 162.000
Costo personal Técnico	\$ 1.000	9	18	\$ 162.000
Abogado	\$ 2.000	1	18	\$ 36.000
Contador	\$ 1.500	1	18	\$ 27.000
Secretaria	\$ 1.000	1	18	\$ 18.000
Agente de Sustitución	\$ 20.000	1	11	\$ 220.000
Agente de Distribución	\$ 40.000	1	16	\$ 640.000
Agente de Call Center/Página Web	\$ 15.000	1	13	\$ 195.000
Agente de Publicidad	\$ 30.000	1	5	\$ 150.000
<b>Migración Equipos de Radioenlaces</b>				<b>\$ 3.673.266,42</b>
Compra de 92 Radioenlaces de Radiodifusión	\$ 1.550.179	1	6	\$ 1.550.179
Asesorías, infraestructura e instalación	\$ 733.700	1	3	\$ 733.700
Protecciones(UPS, SPAT, etc)/Gastos Administrativos	\$ 514.800	1	3	\$ 514.800
5% de Imprevistos	\$ 139.934	1	--	\$ 139.934
25% de Seguridad	\$ 734.653	1	--	\$ 734.653
<b>Migración Equipos Residenciales e Industriales</b>				<b>\$ 14.357.668,35</b>

Compra de Teléfonos Inalámbricos aprox. 54000 uni.	\$ 2.924.775	1		\$ 2.924.775
Imprevistos en cantidad de Teléfonos Inalámbricos (3%)	\$ 87.743	1		\$ 87.743
Compra de Radios de dos vías o Walkie Talkies aprox. 11000 uni.	\$ 3.545.400	1		\$ 3.545.400
Imprevistos en cantidad de Radios de dos vías (3%)	\$ 106.362	1		\$ 106.362
Procesos (Comunicación, reemplazo, locales, personal)	\$ 1.214.021	1		\$ 1.214.021
Imprevistos en costos de procesos (10%)	\$ 121.402	1		\$ 121.402
Equipos Industriales	\$ 5.388.106	1		\$ 5.388.106
Imprevistos en cantidad de Aparatos Industriales (3%)	\$ 161.643	1		\$ 161.643
Imprevistos en los supuestos del costo de Equipos Industriales.	\$ 808.216	1		\$ 808.216
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 19.730.934,77</b>

#### 4.2 Cronograma de Ejecución

En la tabla 4.2 se muestra el cronograma de actividades.

**Tabla 4.2 Cronograma General**

**Fuente:** Elaboración Propia

<b>Evento</b>	<b>25 Ene13</b>	<b>29 Nov13</b>	<b>29 May14</b>	<b>29 Jun14</b>	<b>1 Jul14</b>
Kick-off con EDP	△				
Sustitución de los 92 radioenlaces de radiodifusión que operan en el rango de frecuencia de <b>944-960MHz</b> en la provincia de Lima y Callao; y <b>947-960MHz</b> en el resto del país.		△			
Detectar, identificar, reemplazar, recolectar y destruir los equipos industriales y residenciales que operan en el rango de <b>902-915MHz</b> en la provincia de Lima y Callao; y en el resto del país.			△		
Obtener la Resolución Directoral de operatividad de la banda de 900MHz a favor del Cliente				△	
Acta de aceptación del Cliente.					△

### 4.3 Cronograma de Actividades

El diagrama de *Gantt* de los trabajos realizados en este proyecto es presentado en la figura 4.4, 4.5 y 4.6 y la lista de las actividades en la tabla 4.3.

**Tabla 4.3** Cronograma de Actividades  
Fuente: Elaboración Propia

Proyecto de Migración de la Banda de 900 MHz	N° de Días
<b>Inicio del Proyecto</b>	0
<b>FASE 1: Firma de Contrato con Agente de Gestión e inicio de sus actividades</b>	
Análisis y clasificación de equipos en 900MHz	5
Identificación de Agentes especializados necesarios de acuerdo a la Adenda	5
Firma de contrato Agente de Sustitución	30
Firma de contrato Agente de Distribución	30
Firma de contrato Agente de Call Center	30
Firma de contrato Agente de Interfase Web	30
Firma de contrato Agente de Publicidad	30
Gestión de asignación de nueva frecuencia para Radiodifusores e Industriales	30
Gestión de asignación de nueva frecuencia para Equipos Residenciales	30
Informe Mensual a VIETTEL y MTC	
<b>FASE 2: Adquisición de equipos y logística para reemplazo de equipos</b>	
Negociación con los radiodifusores	45
Elaboración del Manual de Atención al Cliente	30
Análisis y solución a casos especiales	15
Estudio e identificación de equipos industriales	30
Elaboración del reporte técnico legal de Radioenlaces	15
Elaboración del reporte técnico legal de equipos Industriales	15
Estudio y cálculo de stock mínimo de equipos Residenciales	15
Estimación y aprobación de Stock mínimo de equipos residenciales	15
Solicitud de cotizaciones y elección de proveedor	15
Orden de compra de los equipos	10
Aprobación y desembolso a los proveedores	10
Fabricación, importación de equipos	90
Localización, firma de contrato e implementación de oficinas de reemplazo a nivel de Provincias	30
Diseño e Implementación de la Página Web	15
Contratación de personal de CC y capacitación de personal para el reemplazo	20
Campaña publicitaria	60
Homologación de equipos	10
Transporte de equipos a puntos de reemplazo	30
<b>FASE 3: Reemplazo y Recolección de equipos</b>	
Reemplazo de equipos y puesta en servicio	60
Solución a problemas con los usuarios	10

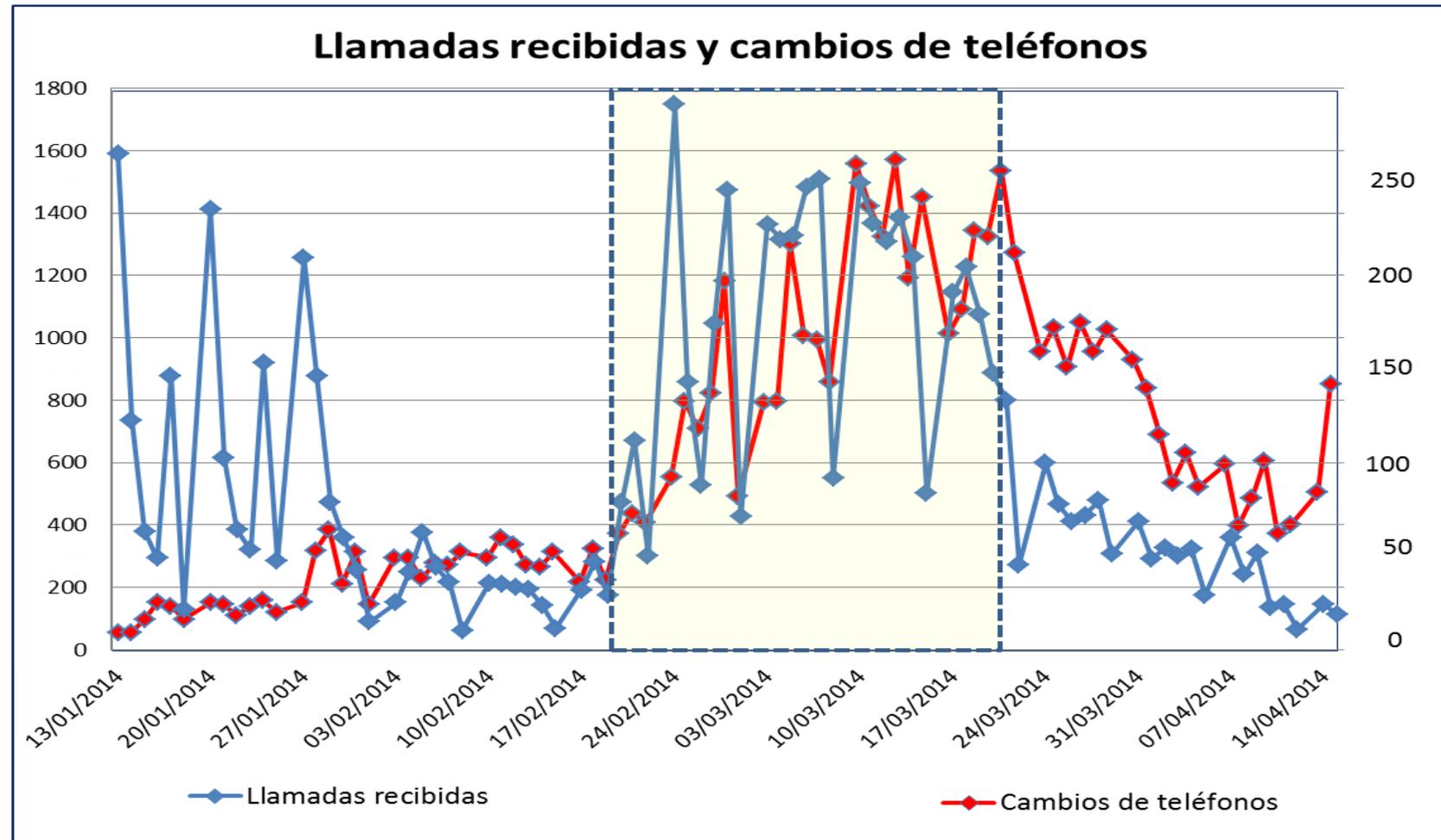
Recolección de equipos y firma de acta de conformidad por parte del usuario	60
Orden de compra complementaria de equipos	10
Aprobación y desembolso a los proveedores	10
Fabricación, importación de equipos	90
Última fase de transporte y reemplazo de equipos y puesta en servicio	20
Recolección final de equipos y firma de acta de conformidad por parte del usuario	20
Almacenamiento y destrucción de equipos de 900Mz por una EPS-RAE	30
<b>FASE 4: Pruebas de interferencia</b>	
Pruebas interferencia por parte del MTC	45
Solución a problemas de interferencia	15
Pruebas finales de interferencia por parte del MTC	30
<b>FASE 5: Cierre del Proyecto</b>	
Elaboración y entrega de informe Técnico de Interferencia por el Agente de Gestión	15
Elaboración y entrega de Resolución de operatividad de banda de 900MHz	15
Cierre de actividades de Agente de Sustitución	
Cierre de actividades Agente de Distribución	
Cierre de actividades Agente de Call Center	
Cierre de actividades Agente de Interface Web	
Cierre de actividades Agente de Publicidad	
Acta de finalización de labores del Agente de Gestión	2
<b>Fin del Proyecto</b>	0

#### 4.4 Análisis de la Campaña de Publicidad

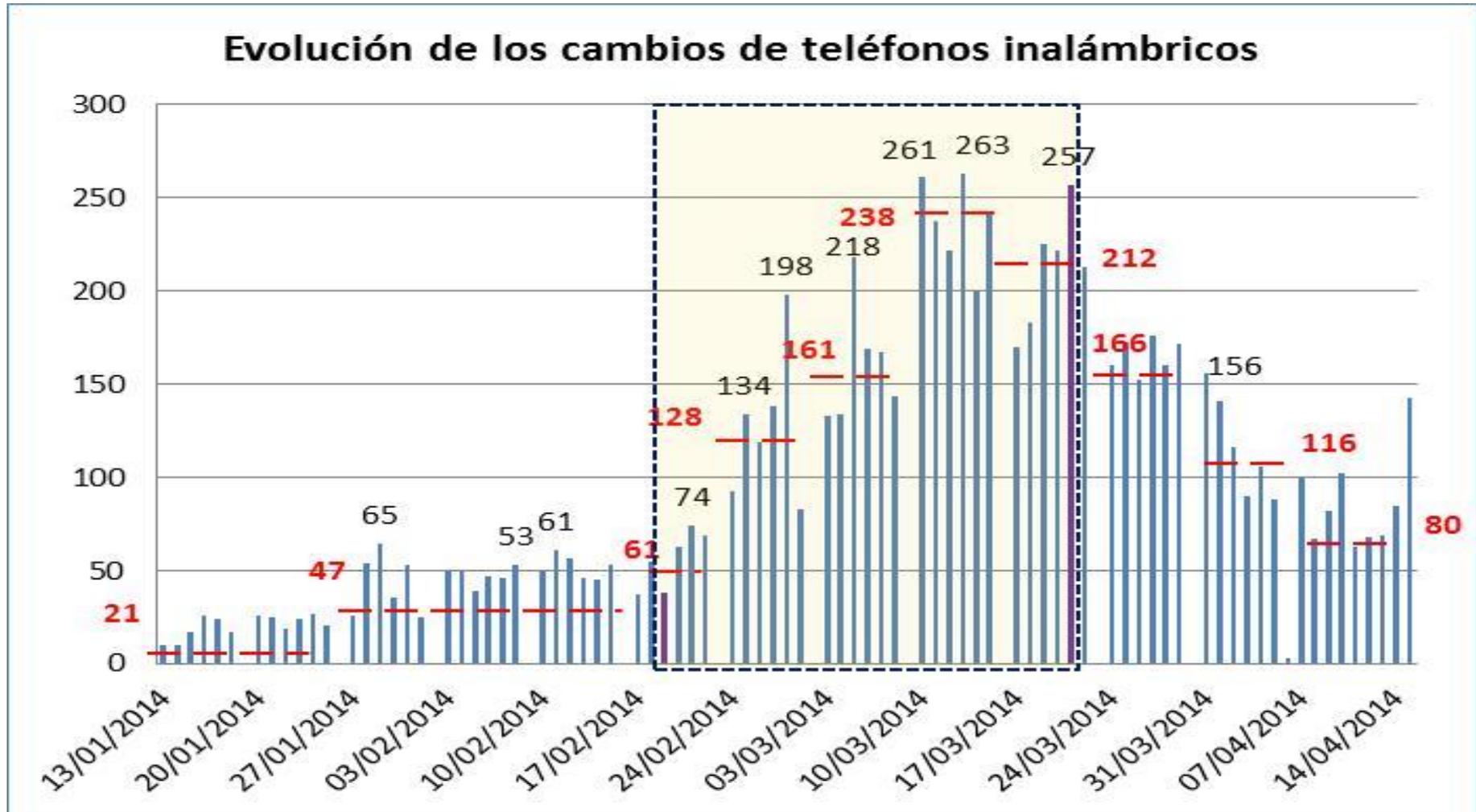
La campaña de publicidad fue un papel muy importante en el reemplazo de equipos tanto sea residenciales como industriales, ya que mediante ella se pudo realizar una difusión a gran escala lo cual permitió poder transmitir el mensaje de reemplazo de manera masiva usando diferentes medios tales como:

- Prensa escrita.
- Televisión.
- Radio
- Página web
- Redes sociales.

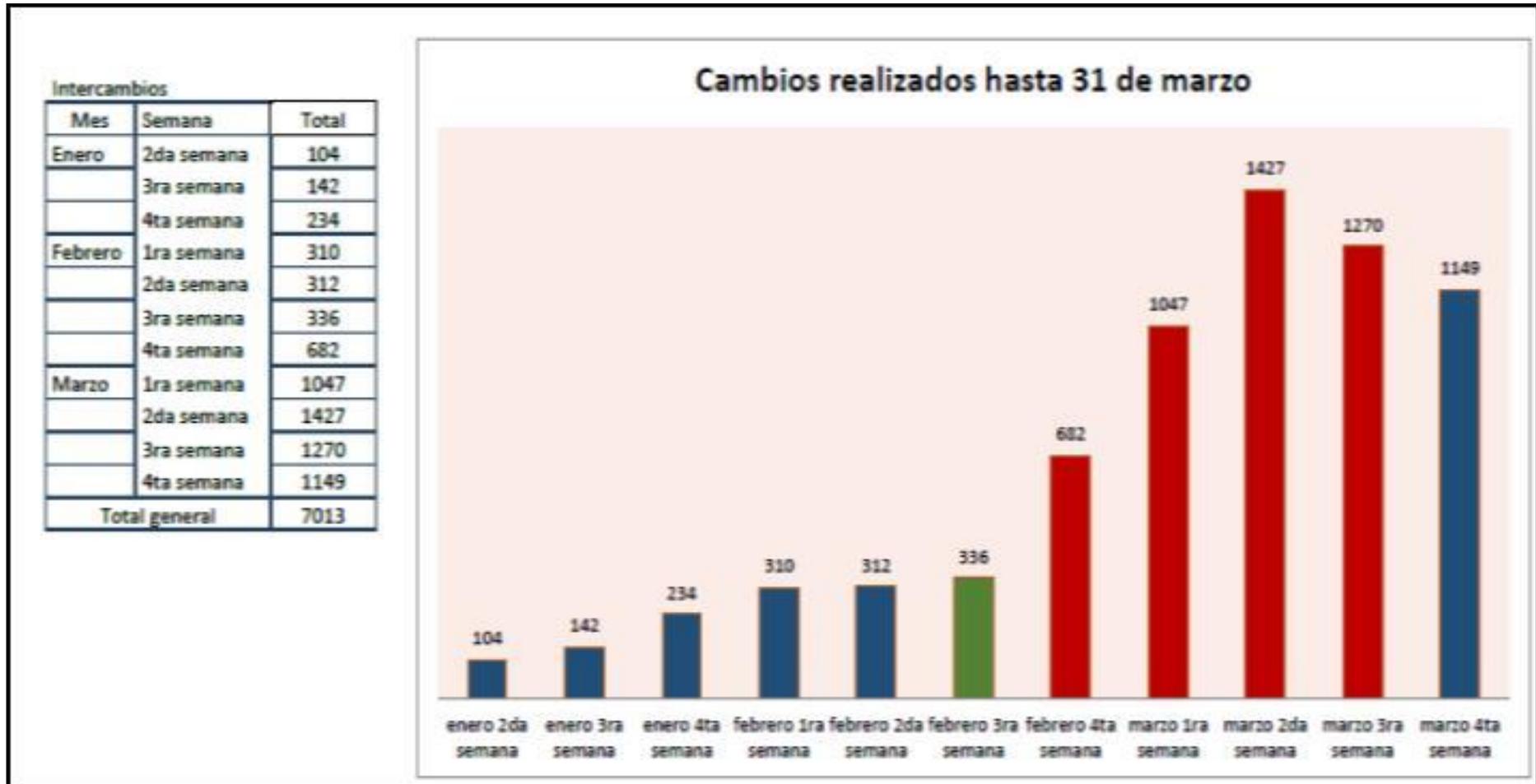
En las figuras 4.1, 4.2 y 4.3 se observa el impacto de la campaña realizada por el agente de publicidad y de acuerdo a su impacto los resultados de reemplazo de equipos durante el tiempo que duró la emisión de los *spots* publicitarios tanto sea para equipos residenciales como teléfonos inalámbricos así como una tabla en el cual se muestra el total acumulado de reemplazos por semana.



**Figura 4.1** Estadística de Campaña  
**Fuente:** Agente de Publicidad



**Figura 4.2** Evolución de Cambio de Equipos  
**Fuente:** Agente de Publicidad



**Figura 4.3** Evolución de Cambio de Equipos Acumulados  
**Fuente:** Agente de Publicidad

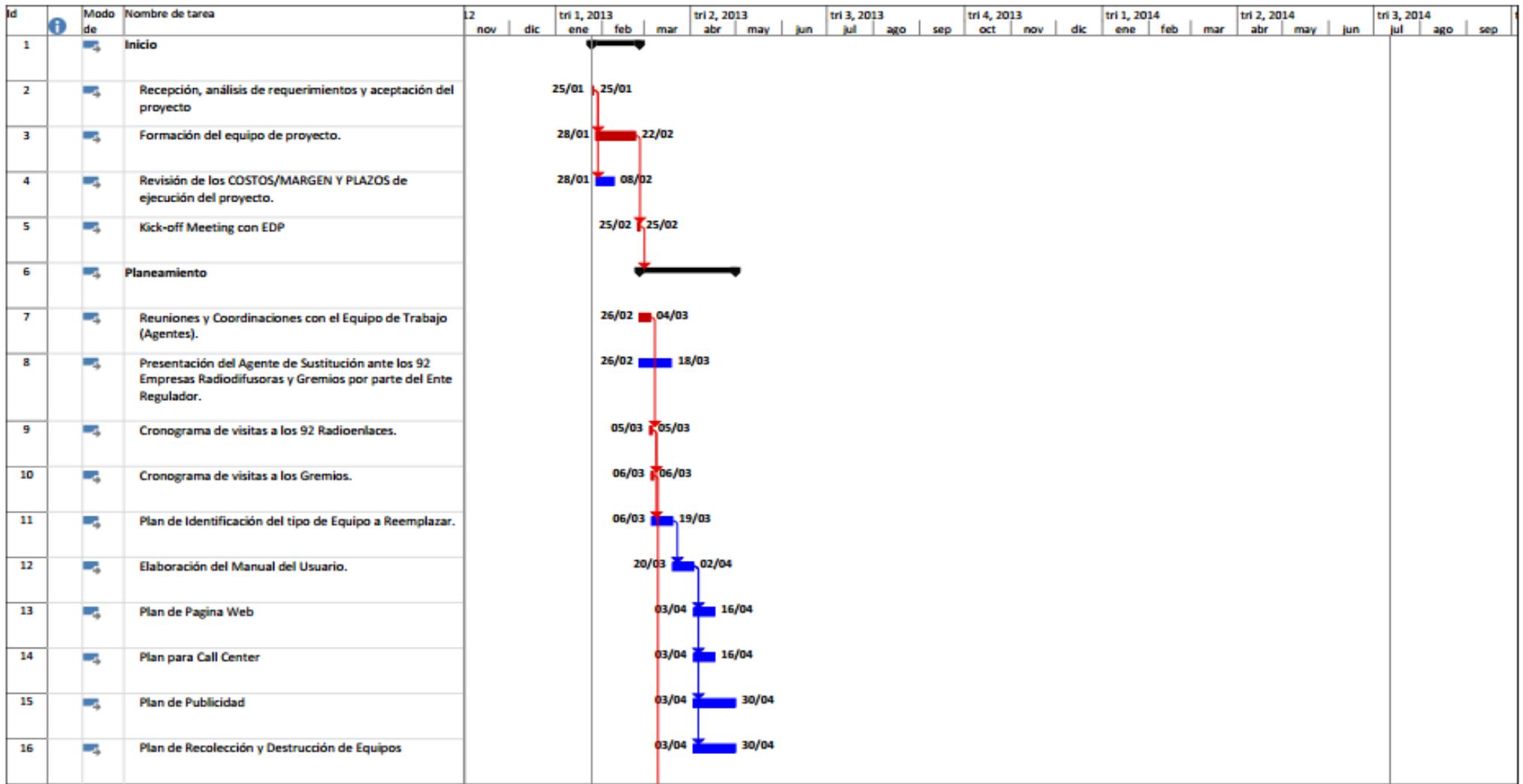


Figura 4.4 Diagrama de Gannt  
 Fuente: Elaboración Propia)

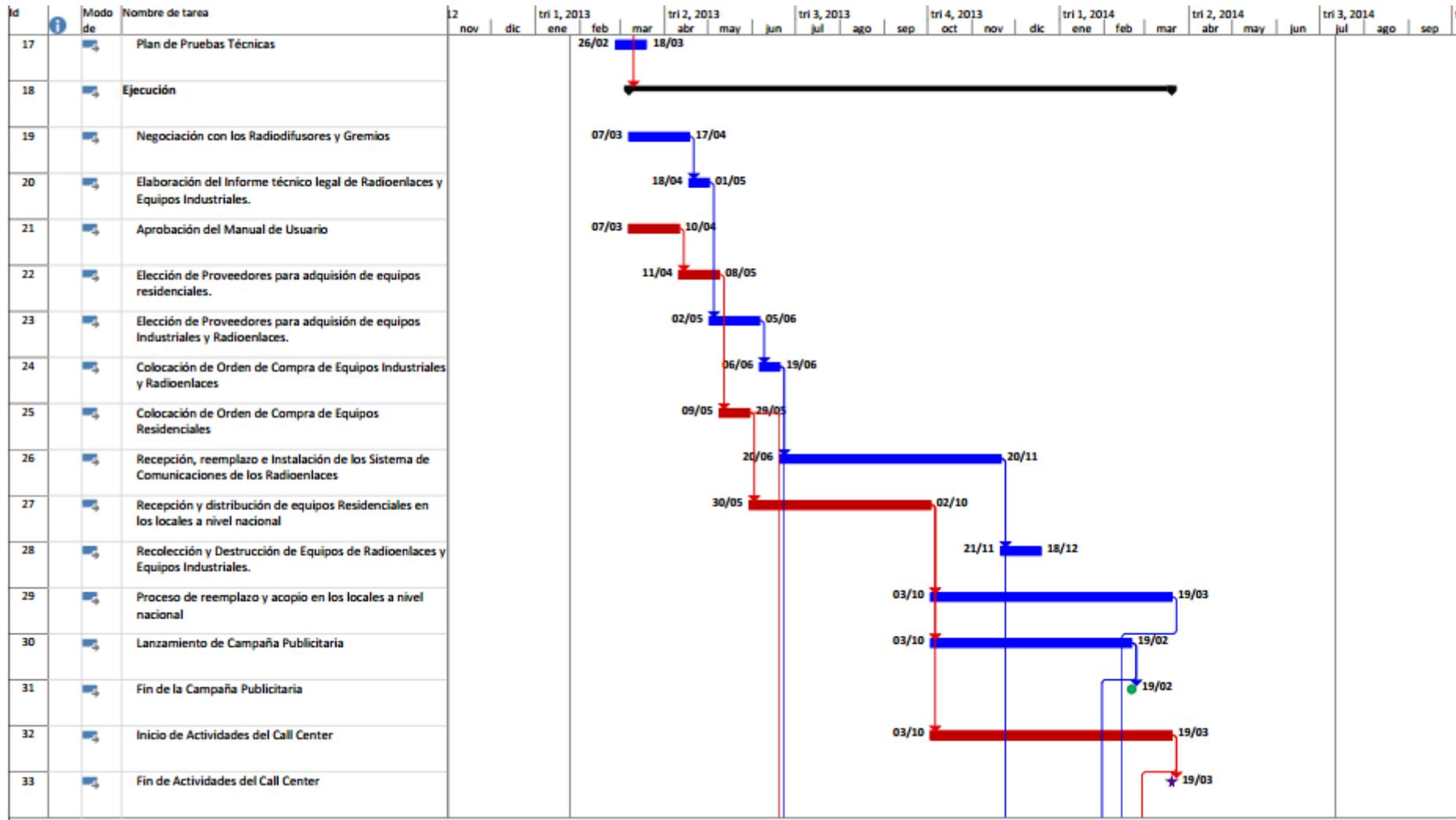


Figura 4.5 Diagrama de Gantt (continuación)

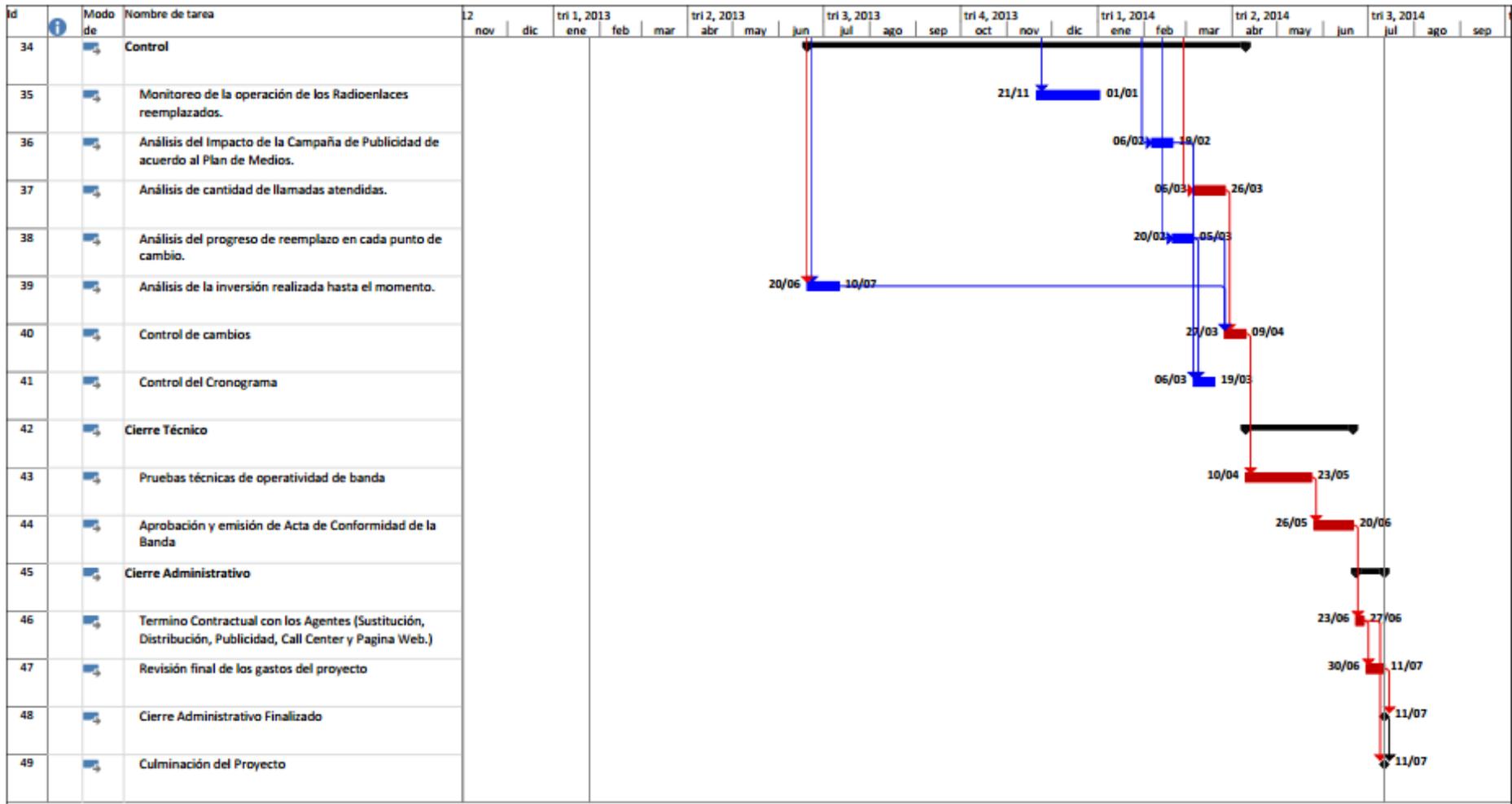


Figura 4.6 Diagrama de Gantt (continuación)

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de realizar el proyecto se concluye lo siguiente:

1. La creación de agentes de distribución, sustitución, publicidad y página web brindan un mejor control sobre este proyecto de gran envergadura teniendo en cuenta su magnitud en costos y en expansión de equipos.
2. La migración de los radioenlaces auxiliares a la banda de 300MHz se ha realizado exitosamente dejando operativa el rango de frecuencia de 944 – 960MHz para la Provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao y el rango 947 – 960MHz para el resto del país.
3. La realización de la metodología realizada en este proyecto brinda una distribución de manera organizada y controlada las diferentes fases de este proyecto de gran envergadura como es la Migración de la banda de 900MHz.
4. La campaña de publicidad ha dado como resultado un reemplazo de alrededor del 73.55% de equipos residenciales (*walkie talkies*) estimados por proinversión.
5. La campaña de publicidad ha dado como resultado un reemplazo de alrededor del 33.90% de los equipos residenciales (teléfonos inalámbricos) estimados por proinversión.

Del presente proyecto se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda contar con un mayor tiempo la campaña de publicidad ya que así se podrá llegar a mayor público objeto que cuenten con equipos que trabajan en la banda de 900MHz especialmente equipos industriales.
2. Es recomendable que la toma de decisiones por parte del Ente Regulador no sea tan compleja ya que la toma de decisiones requiere consenso de las 04 Direcciones llevando a tener retrasos en los tiempos establecidos.
3. La existencia de procedimientos especiales para tramites pertenecientes al MTC como los de homologación e internamiento de equipos serían recomendables con el fin de llevar un mejor y rápido control con ciertos equipos.

**ANEXO A**  
**RELACION DE RADIOENLACES AUXILIARES A LA**  
**RADIODIFUSION**

**Tabla A.1** Relación de Radioenlaces Auxiliares a la Radiodifusión  
**Fuente:** Resolución Ministerial N° 324-2011-MTC/03

N°	Región	Provincia	Distrito	Nombre del Radiodifusor	Resolución Ministerial de Licencia de Operación del Radiodifusor	Frecuencia actual en 950 (MHz)	Frecuencia a migrar en 300 (MHz)
1	AMAZONAS	CHACHAPOYAS	CHACHAPOYAS	CASTAÑEDA LÓPEZ. CARLOS FERNANDO	RD 0954-2009-MTC/28	955	315.25
2	AMAZONAS	CHACHAPOYAS	CHACHAPOYAS	ASOCIACIÓN CATÓLICA SAN JOSÉ	RD23032009.MTC/2S	958	314.5
3	ANCASH	SANTA	CHIMBOTE	CENTRO DE COMUNICACIÓN Y PROMOCIÓN SOCIAL "SANTO DOMINGO" - "CECOPROS SANTO DOMINGO"	RD 1341-2010-MTC/28	954	321.25
4	AREQUIPA	AREQUIPA	AREQUIPA	RADÍO MELODÍA S.A.	0014-2007-MTC/17.01	952.5	318.75
5	CAJAMARCA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	RADIODIFUSORA COMERCIAL TURBO MfX S R.L.	0016-2Q05-MTC/17 01	950	315.75
6	CAJAMARCA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	0001-2006-MTC/17.01	953	310.75
7	CAJAMARCA	JAEN	JAEN	BURGA VASQUEZ ISMAEL	RD1247-2010-MTC/28	952	320.25
8	CAJAMARCA	JAEN	JAEN	PRODUCCIONES LALO TV EMPRESA DE RADIO Y TELEVISIÓN E.i.R.L.	RD 0226-2008-MTC/28	955	315.25
9	CAJAMARCA	JAEN	JAEN	RADIO LA KARIBEÑA S.A.C.	RD 2320-2008-MTC/28	957	320.75
10	CAJAMARCA	JAEN	JAEN	PRODUCCIONES LALO TV EMPRESA DE RADIO Y TELEVISIÓN E.i.R.L.	RD 1761-2010-MTC/28	959	311.5
11	CUSCO	CUSCO	SANTIAGO	RADIO HG-AM SOCIEDAD COMERCIAL DE	RD 2837-2010-MTC/28	949.5	315

				RESPONSABILIDAD LIMITADA- -			
12	CUSCO	CUSCO	WANCHAQ	CRISTAL E.I.R.L.	RD 1638-2008-MTC/28	950.5	315.5
13	CUSCO	CUSCO	WANCHAQ	EMPRESA RAD10 DI FUS O R A COMERCIAL "RADIO ARMONÍA" S C.R.L	RD 2437-2008-MTC/28	952.5	318.75
14	CUSCO	CUSCO	CUSCO	EMPRESA RADIODIFUSORA COMERCIAL SINFONÍA EN STEREO E.I.R.L	RO 0809.2008-MTC/28	954	321.25
15	CUSCO	CUSCO	WANCHAQ	PRODUCTORA MUSICAL FLOWER RADIO SANTA MONICA E i R L	RD0011-2009-MTC/2B	957.5	312
16	CUSCO	CUSCO	WANCHAQ	RADIO UNIVERSAL S R L	0003-2006-MTC/17 01	959.5	312
17	JUNIN	HUANCAYO	HUANCAYO	RADIO STEREO LÍDER E I R L	RD 0876-2009-MTC/23	949.5	315
18	JUNIN	HUANCAYO	HUANCAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ	RD 2275-2008-MTC/28	950.5	315.5
19	JUNIN	HUANCAYO	HUANCAYO	ASOCIACIÓN CIVIL NUESTRA SEÑORA DEL VALLE	RD 4393-2010-MTC/28	954	321.25
20	JUNIN	HUANCAYO	HUANCAYO	RADIODIFUSORA HUANCAYO S.A.	RD 1536-2008-MTCÍ2B	958	314.5
21	LIMA	LIMA	SAN ISIDRO	EMPRESA RADIODIFUSORA EXCELSIOR S.A.C.	RD 0044-2008-MTC/28	945	312.75
22	LIMA	LIMA	SAN ISIDRO	RADIO PANAMERICANA S.A.	1191-2004-MTC/17	945.5	314.25
23	LIMA	LIMA	CHORRILLOS	RADIO Y TELEVISIÓN OMEGA S.A.	RD 0026-2007- MTC/17.01	945	312.75
24	LIMA	LIMA	MIRAFLORES	RADIO EL SOL PROMOTORA SIGLO XX S.A.	646-98-MTC/15.19 03	946.5	310.25
25	LIMA	LIMA	CHORRILLOS	CORPORACIÓN RADIAL DEL PERÚ S.A.C.	RD 0267-2009-MTC/28	947	316.75

26	LIMA	LIMA	BARRANCO	INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ - IRTP	691-2001-MTC/15.19.03	947.5	310.75
27	LIMA	LIMA	CHORRILLOS	RADIO HIT S.A.	O01Q-2005-MTC/17.01	948	317.75
28	LIMA	LIMA	CHORRILLOS	INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ - IRTP	004-2005-MTC/15.19.03	948.5	316
29	LIMA	LIMA	CHORRILLOS	RADIO "Z" ROCK & POP S.A.C.	RD 0023-2007-MTC/1701	949	316.25
30	LIMA	LIMA	CHORRILLOS	CORPORACIÓN RADIAL DEL PERÚ S.A.C.	RD 2521-2008-MTC/28	949.5	315
31	LIMA	LIMA	CHORRILLOS	RADIO UNO S.A.C.	0005-200? -MTC/17.01	950	315.75
32	LIMA	LIMA	CHORRILLOS	CORPORACIÓN RADIAL DEL PERÚ S.A.C.	RD 536-2010-MTC/28	951.5	316.5
33	LIMA	LIMA	SAN ISIDRO	EMPRESA RADIODIFUSORA MARCONI S.A.	RD 0757-2009-MTC/28	952	320.25
34	LIMA	LIMA	SAN ISIDRO	RADIO SAN LUIS S.A.C.	RD 3247-2010-MTC/28	952.5	318.75
35	LIMA	LIMA	SAN ISIDRO	STUDIO STEREO S.A.C.	RDOO28-2007-MTC/1701	953.5	313.75
36	LIMA	LIMA	SANTIAGO DE SURCO	PRODUCCIONES ASTURIAS S.A.C.	RD 1438-2010-MTC/28	954	321.25
37	LIMA	LIMA	CHORRILLOS	RADIO "A" FRECUENCIA MODULADA S.A.C.	RD0120-20C7-MTC/23	955	315.25
38	LIMA	LIMA	VILLA EL SALVADOR	RADIO IMPERIAL DE JUNIN S A C.	RD 1463-2008-MTC/28	955.5	311
39	LIMA	LIMA	MIRAFLORES	RADIO UNION Y TV S.A.	RD 2887-2010-MTC/28	956.5	317.25
40	LIMA	LIMA	CHORRILLOS	CORPORACIÓN RADIAL DEL PERÚ S.A.C.	RD 0414-2009-MTC/28	957	320.75
41	LIMA	LIMA	COMAS	RADIO COMAS TELEVISIÓN S.R.L.	0027-2006-MTC/1701	957.5	312
42	LIMA	LIMA	SAN ISIDRO	RADIO PANAMERICANA S.A.	RD 0575-2009-MTC/2B	958.5	319.75

43	LIMA	LIMA	LIMA	CONVENTO DE SANTO DOMINGO DE LIMA	RD 2646-2010-MTC/28	959.5	312
44	PIURA	PIURA	PIURA	EMPRESA DE RADIO Y DIFUSIÓN SONORA LA CUMBIAMBERA E I R L	RD 0059-2011-MTC/28	950	315.75
45	TACNA	TACNA	ALTO DE LA ALIANZA	EMPRESA DE RADIODIFUSIÓN SONORA RADIO FRECUENCIA POPUI.AR E I R L	RD 2168-2009-MTC/28	948	317.75
46	TACNA	TACNA	TACNA	RADIODIFUSORA HORIZONTE S R L	RD 1162-2010-MTC/28	951	<b>CANCELADO</b>
47	TACNA	TACNA	CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA	ASOCIACIÓN DE RADIODIFUSIÓN EVANGÉLICA BAUTISTA EL SEMBRADOR	RD3138-2010-MTC/28	953	310.75
48	TACNA	TACNA	TACNA	POWER FM STEREO SA.	RD 0899-2009-NTCÍ28	957	320.75
49	TACNA	TACNA	TACNA	CADENA RADIAL. SUR PERUANA S A.	RD465-2010-MTC/28	958.5	319.75
50	TACNA	TACNA	TACNA	RADIO LA KARIBEÑA SA.C.	RD 11B6-2011-MTC/2S	959.5	312
51	AMAZONAS	BAGUA	la PECA	SAITO RONCAL. ALEJANDRO SAMUEL	RD 265-2010-MTC/28	948	317.75
52	AMAZONAS	BAGUA	LA PECA	RADIO DIFUSORA SELVA E.I.R.L	RD 0304-2007-MTC/2B	950	315.75
53	AMAZONAS	RODRIGUEZ DE MENDOZA	SAN NICOLAS	CHUQUI8AL ACOSTA TE REZA DE JESÚS	RD 2297-2009-MTC 12 S	949	316.25
54	AMAZONAS	RODRIGUEZ DE MENDOZA	SAN NICOLAS	TEJADA IBÉRICO LITA AUXILIADORA	RD 1075-2010-MTC/2S	953	310.75
55	ANCASH	HUARAZ	HUARAZ	MEDINA CACERES ELVA TEÓFILA	RD 0053-2010-MTC128	953	310.75
56	ANCASH	HUARI	SAN MARCOS	ASOCIACIÓN CIVIL YANACANCHA	RD 0728-2007-MTC í28	948.5	316
57	ANCASH	HUARI	SAN MARCOS	ASOCIACIÓN CIVIL YANACANCHA	RD 0725-2007-MTC Z2S	949.5	315
58	ANCASH	HUARI	SAN MARCOS	ASOCIACIÓN CIVIL	RD 0726-2007-MTC/28	950.5	315.5

				YANACANCHA			
59	ANCASH	HUARI	SAN MARCOS	ASOCIACIÓN CIVIL YANACANCHA	RD 0727-2007-MTC/28	951.5	316.5
60	ANCASH	HUARI	SAN MARCOS	TRUJILLO VARGAS, LIBERATO PEDRO	RD 17S9-2008-MTC/28	952.5	318.75
61	ANCASH	YUNGAY	YUNGAY	GUERRERO SORIANO ABEL TEODORO	RD 2230-2009-MTC/2S	956	311
62	APURIMAC	ANDAHUAYLAS	ANDAHUAYLAS	RADIO LÍDER S R L.	RD 1635-2008- MTC/28	951.5	316.5
63	AREQUIPA	LA UNION	COTAHUASI	HANCCO HANCCO FREDY	RD 0305-2008-MTC/28	951	<b>CANCELADO</b>
64	AYACUCHO	HUANTA	HUANTA	VAL LE JO GASTELU GRADY YUVAL	RD 2925-2009-MTC/28	948	317.75
65	AYACUCHO	HUANTA	HUANTA	VILCATOMA ARANDA GOTARDO	RD 2058-2010-MTC/28	949	316.25
66	CAJAMARCA	CUTERVO	CUTERVO	CHUQUICAHUA DAVILA, WILMER ERLES	RD 919-2000-MTC/28	956.5	317.25
67	CAJAMARCA	SAN IGNACIO	SAN IGNACIO	VASQUEZ CHACÓN. IDELSO	RD 2432-200S-MTC/23	951	<b>CANCELADO</b>
68	CUSCO	CALCA	CALCA	GUTIÉRREZ CHACÓN HANS	RD 1135-2009-MTC/28	947.5	310.75
69	CUSCO	CANCHIS	SICUANI	AMERICANA DE RADIO DIFUSIÓN SATÉLITE S.C.R.LTDA	RD 703-201 G-MTC'28	953	310.75
70	CUSCO	URUBAMBA	URUBAMBA	ASOC. EDUCATIVA RADIAL Y TELEVISIVA TELEDUCACION LA SALLE	RD 1839-2009-MTC/28	955.5	311
71	CUSCO	CANCHIS	SICUANI	RADIO CUSCO SA.	RD3177-2010-MTC'28	956.5	317.25
72	HUANCAVELICA	TAYACAJA	PAZOS	TORPOCO RAYMUNDO, EDUARDA HAYDEE	RD2160-2Q10-MTC/28	948.5	316
73	JUNIN	YAULI	SANTA ROSA DE SACCO	RADIO LA OROYA SA.	RD 2523-2010-MTC/2B	950	315.75
74	JUNIN	CHANCHAMAYO	CHANCHAMAYO	RADIO TARMA E.I R L.	RD 1770-2010-MTC/2E	955.5	311

75	JUNIN	TARMA	TARMA	MINISTERIO MUNDIAL ASOCIADOS -DR. ALBERTO SANTANA	RD 0426-2G08-MTC/28	957.5	312
76	LA LIBERTAD	CHEPEN	CHEPEN	MINISTERIO MUNDIAL ASOCIADOS -DR. ALBERTO SANTANA	RD 0166-2007-MTC/28	949	316.25
77	LA LIBERTAD	SANCHEZ CARRION	HUAMACHUCO	NONTOL RUBIO RICHARD NIXON	RD 0901-2009-MTC/28	953	310.75
78	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	OLMOS	MIÓ MORE. SABINA	RD 2427-2008-MTC/28	948	317.75
79	LIMA	CAÑETE	SAN VICENTE DE CAÑETE	MALASQUEZ ECHEGARAY LENY ELADIA	RD 0091-2011-MTC/28	947.5	310.75
80	LIMA	CAÑETE	ASIA	EMPRESA RADIODIFUSORA HASILORB S A C.	R0 1048-2010-MTC/2S	951	<b>CANCELADO</b>
81	LIMA	HUARAL	HUARAL	SARMIENTO VERA3TEGUI JUAN	RD 1819-2008-MTC/28	951	<b>CANCELADO</b>
82	LIMA	CAÑETE	ASIA	EMPRESA RADIODIFUSORA HASILORB S A C.	RD 1049-2010-MTC/28	957	320.75
83	LORETO	LORETO	NAUTA	INSTITUTO DE PROMOCIÓN SOCIAL AMAZÓNICA (IPSA)	RD 0009-2007-MTC/1701	947.5	310.75
84	MOQUEGUA	ILO	ILO	RADIO ALT AMAR S.C R L.	RD 2353-2010.MTC/28	957	320.75
85	MOQUEGUA	ILO	ILO	CONSULTORES Y COMUNICACIONES E.i.R L.	RD 2310-2008-MTC/28	957	320.75
86	PIURA	PAITA	PAITA	OUIROGA RUMICHE. TEÓFILO	RD4019-2010-MTC/28	948	317.75
87	PIURA	SECHURA	SECHURA	EMPRESA RADIODIFUSORA Y TELEVISIÓN GIRASOL S.A.C.	0024-2006-MTC/17.01	956.5	317.25
88	PUNO	EL COLLAO	ILAVE	MAMANI MAMANI JUAN ALCIDES	RD 1830-2010-MTC/28	953	310.75

89	SAN MARTIN	TOCACHE	TOCACHE	EMPRESA RADIO DIFUSORA SOCIEDAD LATINO AMERICANA DE RADIO DIFUSIÓN TOCACHINA S R L.	RD 1554-2008-MTC/28	947.5	310.75
90	SAN MARTIN	TOCACHE	TOCACHE	MINISTERIO MUNDIAL ASOCIADOS -DR. ALBERTO SANTANA	RD 0423-2Q09-MTC/28	950.5	315.5
91	SAN MARTIN	LAMAS	BARRANQUIT A	ASOCIACIÓN RADIO ORIENTE-VICARIATO APOSTÓLICO DE YUR i MAGUAS	RD 0996-2011-MTC/28	948.5	316
92	TUMBES	ZARUMILLA	AGUAS VERDES	CORPORACIÓN RADIODIFUSORA LA HECHICERA F U STEREO S.A.	RD 1539-2008-MTC/28	948	317.75

## BIBLIOGRAFIA

- [01] [04] Separata Especial: Topes a la Asignación del Espectro Radioeléctrico para prestar servicios públicos móviles
- [http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/politicas/proyectos/RM\\_015.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/politicas/proyectos/RM_015.pdf)
- [02] Erik Dahlman, Bjorn Gudmundson, Mats Nilsson, and Johamn Skold, "UMTS and IMT-2000 Based on Wideband CDMA, "IEEE Communications Magazine, pp. 70-80.
- [03] [http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/umts/umts\\_wcdma\\_tutorial.php](http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/umts/umts_wcdma_tutorial.php)
- [05] [06] Informe de Consultoría por parte de PROINVERSION para *"Determinación de Costos derivados de la migración de los enlaces auxiliares a la radiodifusión sonora que operan en la banda de 944-960MHz en la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao y en la banda de 947-960MHz en el resto del país"*.
- [07] [08] Informe de Consultoría por parte de PROINVERSION para "Determinación de costos derivados de la adopción de medidas que resulten necesarias para el reemplazo de los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones que operaban en la banda 902-928 MHz antes de la entrada en vigencia del Decreto Supremo N° 015-2011-MTC".