

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,  
MECÁNICA E INFORMÁTICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**TESIS**

**ESTUDIO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO DESTINADO A LA  
RADIODIFUSIÓN SONORA EN ONDA MEDIA EN EL DEPARTA-  
MENTO DEL CUSCO PARA PROPONER LA CREACIÓN DE MÁS  
LOCALIDADES DE RADIODIFUSIÓN**

PRESENTADO POR:

**BR. GEORGE WILLINGTON SEGUNDO ORTIZ COLLANTES**

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
**INGENIERO ELECTRONICO**

Asesor

**Ing. MILTON JHON VELASQUEZ CURO**

**CUSCO - PERU**

**2019**

## **PRESENTACION**

La principal motivación que llevó a realizar este trabajo de Tesis es la necesidad de dar a conocer que el espectro radioeléctrico en Onda Media, puede ser más aprovechable en el Departamento del Cusco teniendo en cuenta que este es un recurso natural, es deber del estado hacerlo más eficiente en su uso. No se conoce hasta hoy muchos estudios sobre creación de Localidades, si bien es cierto La Unión Internacional de Comunicaciones brinda recomendaciones e informes, para realizar estudios, para el caso local especialmente, no se cuenta con la información suficiente.

En la actualidad existen en el Departamento del Cusco zonas de difícil acceso debido a que la geografía es muy accidentada, por lo que algunas de las poblaciones del lugar no cuentan con el servicio de radiodifusión, entonces teniendo en cuenta que hoy en día el tema de la inclusión social es muy importante en nuestro país, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones podría ayudar a solucionar esta problemática al generar canales disponibles para estas zonas.

Esta tesis pretende dar a conocer una buena propuesta al Ministerio de Transportes y Comunicaciones para atender a la demanda de solicitudes de autorización para transmitir en Onda Media.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a Dios, por permitirme cumplir este reto. A mis padres Plácido Chávez y Alicia Collantes, por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mi vida universitaria. A Elizabeth, quien me ayudo y colaboro en el desarrollo de esta tesis. A mis profesores, fue un gusto aprender de ellos y compartir tantas experiencias en clases. A todos mis amigos de código y facultad, ha sido genial pasar esta etapa universitaria junto a ellos y siempre los llevaré presente.

## **AGRADECIMIENTOS**

Un especial agradecimiento a la plana docente de la Facultad de Ingeniería Electrónica de la UNSAAC, siempre estuvieron prestos a guiarme académicamente y brindarme sus conocimientos. Al Ingeniero Milton Jhon Velásquez Curo, quien fue mi asesor de Tesis y motivo durante la realización de este trabajo. Un especial agradecimiento al Ingeniero Félix Elard del Castillo Herrera, quien me brindó su apoyo para la obtención de información requerida para el desarrollo del presente trabajo. Y a los Ingenieros Jorge Luis Arizaca Cusicuna y Walter Utrilla Mego por aportar con sus consejos en determinados capítulos.

## INTRODUCCIÓN

El espectro radioeléctrico es considerado un recurso natural que forma parte del patrimonio de la nación, está formado por un grupo de ondas electromagnéticas cuyas frecuencias están establecidas desde 9Khz hasta 300 GHz [1] , con el pasar de los años, el espectro radioeléctrico se ha convertido en un recurso esencial en el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones.

En ese sentido, el espectro radioeléctrico hace posible que se puedan brindar una gran gama de servicios, dentro de los cuales se tiene el servicio de radio difusión sonora en Onda Media cuya banda esta designada desde los 535 KHz a 1605 KHz según está establecido en el plan nacional de atribución de frecuencias emitida por el Ministerio de Transportes y comunicaciones (MTC)

El estado, mediante sus autoridades regulatorias, es el encargado de regular adecuada y eficientemente la administración del espectro radioeléctrico y así poder asegurar se cumpla las funciones de atribución, canalización y asignación del espectro en el país.

Se sabe que la canalización viene a ser el proceso de dividir (canalizar) una determinada banda de espectro radioeléctrico en bloques de frecuencia denominados “Canales”. En el Perú las canalizaciones vigentes están determinadas según un plan de canalización también conocido como “Disposiciones de Radiocanales”, donde para la Banda de 535 – 1605 KHz (Servicio de radiodifusión sonora en Onda Media) se han dispuesto 107 canales separados de 10 en 10 KHz, a partir de 540 KHz. [2]

Así entonces en el departamento del Cusco mediante resolución viceministerial N° 233-2005-MTC/03, se aprobó los planes de canalización y asignación de frecuencias para la banda de Onda Media en las localidades geográficas de: Cusco, Anta, Calca, Paruro, Urubamba, Pisac, Quillabamba, Echarate, Vilcabamba, Yanatile y Sicuani, Espinar Urcos, Marcapata, Camanti para lo cual se dispuso de 3 localidades de radiodifusión:

- Localidad: Cusco, Anta, Calca, Paruro, Urubamba y Pisac, con 42 canales.

- Localidad: Quillabamba, Echarate, Vilcabamba y Yanatile, con 5 canales.
- Localidad: Sicuani, Espinar, Urcos, Marcapata y Camanti, con 26 canales.

Haciendo un total de 73 canales autorizados, aun teniendo en cuenta que para la banda de Onda Media se dispusieron 107 canales.

Existen en el departamento del Cusco, muchas localidades geográficas en las que no se cuenta con el servicio de radiodifusión en Onda Media, y localidades donde se realizan transmisiones en Onda Media sin autorización del MTC, haciendo uso ilegal del espectro radioeléctrico. Así también se sabe que actualmente hay estaciones radiales que transmiten su señal, fuera del área de cobertura que les es permitida, transmitiendo incluso fuera de su localidad de radiodifusión generando interferencias.

## RESUMEN

En la presente tesis se hizo el estudio del Espectro radioeléctrico de Onda Media en el Departamento del Cusco así como en las zonas limítrofes, se hizo visitas de campo en las diferentes localidades de radiodifusión recopilando información y posteriormente se realizaron los cálculos y estudios referidos al uso del Espectro radioeléctrico en las Localidades para después sustentar la creación de más Localidades de Radiodifusión en Onda Media. En el primer Capítulo se definieron los aspectos generales de la tesis. En el segundo capítulo se desarrolló la parte teórica general que se empleó en el desarrollo de la presente tesis. En el tercer capítulo se describió como es que se realiza el cálculo de cobertura para las estaciones que transmiten en Onda Media, Usando los métodos permitidos por Dirección General de Autorizaciones en Telecomunicaciones, también se describió cada uno de los parámetros que se usan para los cálculos matemáticos y en la parte final el uso de cartas nacionales que son válidas para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. En el cuarto capítulo, se hizo una recopilación de información referida a la canalización en el departamento del Cusco así como localidades en zonas limítrofes, también se realizó el Estudio para la potencia de Transmisión en todas las canalizaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. En el quinto capítulo se desarrolló un software que permita obtener el cálculo de cobertura en Onda Media para el departamento del Cusco, usando como lenguaje de programación el programa Matlab. En el sexto Capítulo se desarrolló el cálculo de las distancias de cobertura de todas las estaciones de radiodifusión autorizadas tanto para las localidades de Radiodifusión en el Departamento del Cusco, como para los departamentos fronterizos. Y Finalmente en el séptimo capítulo se realizó la propuesta para que se puedan crear más Localidades de Radiodifusión en el Departamento del Cusco y se pueda seguidamente readecuar antiguas Localidades. En la parte final, se comentaron las conclusiones finales y las recomendaciones para el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

## ABSTRACT

In this thesis the study of the radio spectrum of Medium Wave in the department of Cusco as well as in the bordering areas was made, field visits were made in the different radio broadcasting localities gathering information and later the calculations and studies referred to were made. To the use of the Radioelectric Spectrum in the Localities to later support the creation of more Radio Broadcasting Locations in Medium Wave. Half. In the first Chapter the general aspects of the thesis were defined. In the second chapter the general theoretical part that was used in the development of the presentence was developed. In the third chapter, it was described how the coverage calculation is performed for the stations that transmit in Medium Wave, Using the methods allowed by the General Directorate of Telecommunications Authorizations, each of the parameters used to describe them was also described. The mathematical calculations and in the final part the use of national letters that are valid for the Ministry of Transport and Communications. In the fourth chapter, a compilation of information referring to the channeling was made in the department of Cusco as well as localities in border areas, the Study for the power of Transmission in all the channels of the Ministry of Transport and Communications was also carried out. In the fifth chapter, a software was developed that allows the calculation of coverage in Medium Wave for the department of Cusco, using the Matlab program as a programming language. In the sixth Chapter the calculation of coverage distances of all broadcasting stations authorized for both the radio localities in the Department of Cusco and for the border departments was developed. And finally, in the seventh chapter, the proposal was made so that more Broadcasting Localities could be created in the Department of Cusco, and then old Localities could be readjusted. In the final part, the final conclusions and recommendations for the Ministry of Transport and Telecommunications were discussed.

## ÍNDICE GENERAL

<b>PRESENTACION</b>	.....	<b>ii</b>
DEDICATORIA	.....	iii
AGRADECIMIENTOS	.....	iv
INTRODUCCION	.....	v
RESUMEN	.....	vii
ABSTRACT	.....	viii

## CAPÍTULO I

### MARCO REFERENCIAL

1.1. Título	.....	2
1.2. Introducción	.....	v
1.3. Antecedentes	.....	2
1.4. Planteamiento del problema	.....	3
1.5. Formulación del Problema	.....	4
1.6. Objetivos	.....	4
1.6.1. Objetivo general	.....	4
1.6.2. Objetivos específicos	.....	4
1.7. Justificación	.....	5
1.8. Alcances y Limitaciones	.....	5
1.8.1. Alcances	.....	5
1.8.2. Limitaciones	.....	6
1.9. Diseño Metodológico	.....	6
1.9.1. Nivel y tipo de Investigación	.....	6
1.9.2. Metodología	.....	7
1.9.3. Recolección de Datos	.....	7

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1.	Introducción.....	10
2.2.	Teoría de modulación en amplitud modulada doble banda lateral con portadora. ....	10
2.2.1.	Modulación en amplitud.....	10
2.2.2.	Envoltura de la señal modulada .....	11
2.2.3.	Espectro de frecuencia.....	12
2.3.	El ancho de banda requerido para un canal de transmisión en Onda Media .....	13
2.4.	Canales de la banda de radiodifusión en Onda Media. ....	13
2.5.	Componentes de toda estación radiodifusora sonora en Onda Media. ....	14
2.5.1.	Los estudios .....	15
2.5.1.1.	Ambientes en los estudios de la estación radiodifusora.....	15
2.5.2.	Planta transmisora .....	15
2.5.2.1.	Ambientes en la planta transmisora de la estación radiodifusora.....	15
2.5.3.	Enlace de estudios planta transmisora (Studios Transmitter Link).....	16
2.6.	Influencia del medio en la propagación de ondas AM .....	16
2.7.	La conductividad del terreno .....	17
2.7.1.	Valores de permitividad y conductividad efectiva .....	18
2.7.2.	Conductividad en el departamento del Cusco .....	18
2.7.3.	Factores que influyen en las conductividades eléctricas efectivas .....	19
2.7.4.	Naturaleza del suelo .....	20
2.7.5.	Contenido de humedad .....	20
2.7.6.	Temperatura .....	20
2.7.7.	Absorción de energía por objetos en la superficie .....	20

## CAPÍTULO III

### ÁREA DE COBERTURA DE UN TRANSMISOR DE RADIODIFUSIÓN DE ONDA MEDIA

3.1.	Introducción.....	22
3.2.	Curvas de propagación para los cálculos de cobertura .....	22
3.2.1.	Condiciones para el uso de las curvas de propagación.....	23
3.2.2.	Modelo de nomograma utilizado para el cálculo de cobertura.....	23
3.3.	Parámetros usados para efectuar los cálculos .....	24
3.3.1.	Intensidad de campo eléctrico característica ( $E_c$ ) .....	25
3.3.2.	Potencia del transmisor (KW) .....	26
3.3.3.	Frecuencia de trabajo (KHz) .....	26
3.3.4.	Intensidad de campo eléctrico mínimo utilizable ( $\text{dB } \mu\text{v/m}$ ).....	26
3.3.5.	Conductividad en mS/m.....	27

3.3.6.	Longitud de la línea de transmisión (m).....	27
3.3.7.	Atenuación de la línea de transmisión.....	27
3.3.8.	La Ganancia de la antena (dB) .....	27
3.4.	Métodos de cálculo del área de cobertura de cualquier estación en la banda de Onda Media.....	28
3.4.1.	Primer método para cálculo de área de cobertura.....	28
3.4.1.1.	Atenuación total expresada en decibelios ( $A_T$ ) .....	29
3.4.1.2.	Factor de la atenuación en la línea de transmisión ( $F_{at}$ ) .....	30
3.4.1.3.	Potencia en la antena ( $P_A$ ).....	31
3.4.1.4.	Potencia Efectiva Radiada ( $P_{erp}$ ) .....	31
3.4.1.5.	Ecuación general para la potencia efectiva radiada.....	32
3.4.1.6.	Factor de corrección usado para el nomograma .....	33
3.4.2.	Cálculo del campo eléctrico para usar el nomograma.....	34
3.4.3.	Cálculo de la distancia de cobertura para la onda media .....	34
3.4.4.	Segundo método para cálculo de área de cobertura.....	35
3.4.4.1.	Cálculo de la Intensidad de campo característica ( $dB\mu V/m$ ) .....	37
3.5.	Uso de cartas geográficas del ING 1:100000 para el cálculo de cobertura .....	38

## CAPÍTULO IV

### ASIGNACIÓN DE CANALES EN EL DEPARTAMENTO DEL CUSCO

4.1.	Introducción.....	41
4.2.	Localidades de radiodifusión en Onda Media .....	41
4.2.1.	Localidad 1 Cusco-Anta-Calca-Paruro-Urubamba-Pisac .....	41
4.2.2.	Localidad 2 Quillabamba-Echarate-Vilcabamba-Yanatile .....	42
4.2.3.	Localidad 3 Sicuani-Espinar-Urcos-Marcapata-Camanti .....	43
4.3.	La canalización del departamento del Cusco.....	44
4.3.1.	Canalización de la Localidad 1 del departamento del Cusco .....	44
4.3.1.1.	Disponibilidad de canales en la Localidad 1 .....	44
4.3.1.2.	Canalización y asignación de frecuencias para estaciones autorizadas en la Localidad 1 ..	45
4.3.2.	Canalización de la Localidad 2 del departamento del Cusco .....	46
4.3.2.1.	Disponibilidad de canales en la Localidad 2 .....	46
4.3.2.2.	Canalización y asignación de frecuencias para estaciones autorizadas en la Localidad 2 ..	46
4.3.3.	Canalización de la Localidad 3 del departamento del Cusco .....	47
4.3.3.1.	Disponibilidad de canales en la Localidad 3 .....	47
4.3.3.2.	Canalización y asignación de frecuencias para estaciones autorizadas en la localidad 3 ..	47
4.3.4.	Total de estaciones radiales actuales en el departamento del Cusco .....	48
4.4.	La canalización de los departamentos limítrofes al Cusco. ....	49
4.4.1.	Canalización en el departamento de Arequipa.....	50
4.4.2.	Canalización en el departamento de Apurímac.....	51
4.4.3.	Canalización en el departamento de Ayacucho.....	52
4.4.4.	Canalización en el departamento de Junín .....	52
4.4.5.	Canalización en el departamento de Madre de Dios.....	53
4.4.6.	Canalización en el departamento de Puno .....	54

4.4.7.	Canalización en el departamento de Ucayali.....	54
4.5.	La potencia de transmisión en las canalizaciones del MTC.....	55
4.5.1.	Potencia de transmisión en la Localidad 1.....	55
4.5.1.1.	Potencia de transmisión en la provincia de Cusco.....	56
4.5.2.	Potencia de transmisión en la provincia de Urubamba.....	58
4.5.3.	Potencia de transmisión en la Localidad 2.....	58
4.5.3.1.	Potencia de transmisión en la provincia de La Convención.....	58
4.5.4.	Potencia de Transmisión en la Localidad 3.....	59
4.5.4.1.	Potencia de transmisión en la provincia de Canas.....	59
4.5.4.2.	Potencia de transmisión en la provincia de Canchis.....	59
4.5.4.3.	Potencia de transmisión en la provincia de Chumbivilcas.....	60
4.5.4.4.	Potencia de transmisión en la provincia de Espinar.....	60
4.5.4.5.	Potencia de transmisión en la provincia de Quispicanchis.....	61
4.6.	Canales de Onda Media no usados en las localidades de radiodifusión del departamento del Cusco.....	61
4.7.	Canales de Onda Media no usados en las localidades de radiodifusión de los departamentos limítrofes al Cusco.....	62
4.7.1.	Canales no usados en el departamento de Arequipa.....	62
4.7.2.	Canales No Usados en el Departamento de Apurímac.....	63
4.7.3.	Canales No Usados en el departamento de Ayacucho.....	64
4.7.4.	Canales no usados en el departamento de Junín.....	65
4.7.5.	Canales no usados en el departamento de Madre de Dios.....	65
4.7.6.	Canales no usados en el departamento de Puno.....	66
4.7.7.	Canales no usados en el departamento de Ucayali.....	67
4.7.8.	Resumen de canales usados y no usados en departamentos fronterizos.....	68

## CAPÍTULO V

### DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE COBERTURA EN ONDA MEDIA

5.1.	Introducción.....	70
5.2.	Calculo de cobertura de Onda Media según la UIT.....	70
5.3.	Uso de las curvas de Propagación en el software.....	71
5.4.	Metodología para el desarrollo del software.....	72
5.4.1.	Etapas de desarrollo de software.....	72
5.4.1.1.	Análisis de requerimientos.....	72
5.4.1.2.	Diseño.....	72
5.4.1.3.	Implementación.....	73
5.4.1.4.	Prueba.....	73
5.4.1.5.	Documentación.....	¡Error! Marcador no definido.
5.5.	Modelo de desarrollo del software.....	73
5.6.	Análisis de requerimientos.....	73
5.6.1.	Requerimientos funcionales.....	74
5.6.1.1.	Interfaz Gui_Inicial.....	74
5.6.1.2.	Interfaz Gui_PrimerMétodo.....	74

5.6.1.3.	Interfaz Gui_SegundoMetodo.....	74
5.6.1.4.	Interfaz Gui_Campocaracteristico.....	75
5.6.1.5.	Interfaz Gui_Tercero .....	75
5.6.1.6.	Interfaz Gui Cuarto.....	75
5.6.2.	Casos de uso .....	76
5.6.2.1.	Casos de uso en la interfaz gui_inicial.....	76
5.6.2.2.	Casos de uso en la interfaz gui_PrimerMetodo .....	77
5.6.2.3.	Interfaz Gui_SegundoMetodo.....	79
5.6.2.4.	Interfaz Gui_CampoCaracteristico .....	81
5.6.2.5.	Interfaz Gui_Tercero .....	82
5.6.2.6.	Caso de Uso en Interfaz Gui_Cuarto .....	84
5.6.3.	Requerimientos no funcionales .....	86
5.6.4.	Ejecución del Programa .....	86
5.6.5.	Tiempo de ejecución del programa .....	86
5.6.6.	Validación de datos.....	86
5.7.	Diseño del programa.....	86
5.7.1.	Interfaz gráfica de usuario (GUI).....	87
5.7.1.1.	Interfaz Gui_Inicial .....	88
5.7.1.2.	Interfaz Gui_PrimerMetodo.....	90
5.7.1.3.	Interfaz Gui_SegundoMetodo.....	92
5.7.1.4.	Interfaz Gui_CampoCaracteristico .....	94
5.7.1.5.	Interfaz Gui_Tercero .....	95
5.7.1.6.	Interfaz Gui_Cuarto.....	97
5.7.2.	Funciones utilizadas.....	102
5.7.2.1.	Ingreso de datos.....	102
5.7.2.2.	Manipulación de datos.....	102
5.7.2.3.	Visualización de datos.....	103
5.8.	Implementación.....	103
5.8.1.	Construcción .....	104
5.8.2.	Modelo de arquitectura.....	104
5.8.2.1.	Lenguaje de programación.....	104
5.9.	Pruebas .....	105
5.9.1.	Pruebas para el primer método de cálculo del programa .....	105
5.9.2.	Pruebas para el segundo método de cálculo del programa .....	108

## CAPÍTULO VI

### CALCULO DEL ÁREA DE COBERTURA LAS LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DEL CUSCO Y DE LAS LOCALIDADES FRONTERIZAS

6.1.	Introducción.....	111
6.2.	Calculo de cobertura en el departamento del Cusco .....	112
6.2.1.	Análisis en la Localidad 1: Cusco-Anta-Calca-Paruro-Urubamba-Pisac.....	112
6.2.2.	Análisis en la Localidad 2: Quillabamba-Echarate-Vilcabamba-Yanatile .....	113
6.2.3.	Análisis en la Localidad 3: Sicuani-Espinar-Urcos-Marcapata-Camanti .....	113

6.3.	Georreferenciación de las áreas de cobertura de las radioemisoras de las 3 localidades de radiodifusión del departamento del Cusco .....	114
6.4.	Cálculo de cobertura en los departamentos limítrofes .....	116
6.4.1.	Análisis para localidades limítrofes entre Arequipa y Cusco .....	118
6.4.1.1.	Localidad “Castilla - Condesuyos - La Unión” .....	118
6.4.1.2.	Localidad “Caylloma – Chivay” .....	118
6.4.2.	Análisis para localidades limítrofes entre Apurímac y Cusco.....	119
6.4.2.1.	Localidad “Apurímac” .....	119
6.4.3.	Análisis para localidades limítrofes entre Ayacucho y Cusco .....	120
6.4.3.1.	Localidad “Ayacucho” .....	120
6.4.4.	Análisis para Localidades Limítrofes entre Junín y Cusco .....	120
6.4.4.1.	Localidad “Satipo” .....	121
6.4.5.	Análisis para localidades limítrofes entre Madre de Dios y Cusco .....	121
6.4.5.1.	Localidad “Madre de Dios” .....	121
6.4.6.	Análisis para localidades limítrofes entre Puno y Cusco.....	122
6.4.6.1.	Localidad “Puno-Juliaca-Huancané-Lampa-Moho-Azángaro-Putina-Ilave-Ayaviri” .....	122
6.4.6.2.	Localidad “Carabaya” .....	122
6.4.7.	Análisis para localidades limítrofes entre Ucayali y Cusco .....	123
6.4.7.1.	Localidad “Ucayali” .....	123
6.5.	Georreferenciación y gráfico de las áreas de cobertura de las radioemisoras de las radioemisoras de las localidades fronterizas.....	123
6.6.	Mapa de canalización y georreferenciación de las localidades de radiodifusión del departamento del Cusco y departamentos limítrofes .....	125

## **CAPÍTULO VII**

### **PROPUESTA DE LAS NUEVAS LOCALIDADES DE RADIODIFUSIÓN EN ONDA MEDIA PARA EL DEPARTAMENTO DEL CUSCO**

7.1.	Introducción.....	128
7.2.	Antecedentes .....	128
7.2.1.	Informe N° 528-2005-MTC/17.01.ssr. ....	128
7.2.2.	Informe N° 0813-2013 MTC/28 .....	129
7.3.	Factores que influyen en la asignación de frecuencias para localidades de radiodifusión .....	130
7.3.1.	Intensidad de campo eléctrico mínimo utilizable .....	130
7.3.2.	Relación de protección .....	130
7.3.3.	Distancia entre transmisores .....	131
7.3.3.1.	Distancia mínima entre co-canales .....	131
7.3.3.2.	Distancia mínima entre canales adyacentes de separación 10KHz.....	132
7.3.3.3.	Distancia mínima entre canales adyacentes de separación 20KHz.....	133
7.3.4.	Propagación de señales .....	134
7.4.	Estudio de las localidades geográficas del departamento del Cusco no servidas en las actuales localidades de radiodifusión.....	135
7.5.	Propuesta de las localidades de radiodifusión sonora en Onda Media .....	135

7.5.1.	Propuesta para la creación de la localidad de Chumbivilcas .....	136
7.5.2.	Propuesta para la creación de la localidad de Paucartambo .....	137
7.5.3.	Propuesta para la creación de la localidad de Marcapata - Camanti.....	137
7.6.	Readecuación de las antiguas localidades de radiodifusión.....	138
7.6.1.	Localidad de Cusco-Anta-Calca-Paruro-Urubamba-Pisac .....	138
7.6.2.	Localidad de Quillabamba-Echarate-Vilcabamba-Yanatile .....	139
7.6.3.	Localidad de Sicuani-Espinar-Urcos .....	139
7.7.	Mapa de canalización y georreferenciación con las nuevas localidades de radiodifusión propuestas .....	140
7.8.	Análisis de condiciones de contorno para co-canales y canales adyacentes .....	142
CONCLUSIONES .....		146
RECOMENDACIONES .....		148
BIBLIOGRAFÍA.....		144

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPITULO II

#### MARCO TEORICO

Figura 2.1 Diagrama de bloques de la generación de una señal modulada AM .....	11
Figura 2.2: Generación de una señal modulada AM y su envolvente .....	11
Figura 2.3: Espectro de frecuencia de una señal AM .....	12
Figura 2.4: Propagación por onda de superficie.....	16
Figura 2.5: Mapa de Conductividad del Departamento del Cusco .....	19

### CAPITULO III

#### CÁLCULO DE AREA DE COBERTURA DE UNA ESTACIÓN EN AM

Figura 3.1 Nomograma de curvas de propagación para hallar distancia de cobertura .....	24
Figura 3.2: Intensidades de campo características para antenas verticales .....	25
Figura 3.3: Nomograma de curvas de propagación para hallar distancia de cobertura .....	35
Figura 3.4 Calculo de intensidad de campo característica .....	37
Figura 3.5 Índice de cartas nacionales para el departamento de Cusco .....	38

### CAPÍTULO IV

#### ASIGNACIÓN DE CANALES EN EL DEPARTAMENTO DEL CUSCO

Figura 4.1 Mapa del Cusco y sus localidades fronterizas .....	50
---	----

### CAPÍTULO V

#### DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EL CALCULO DE COBERTURA EN ONDA MEDIA

Figura 5.1 Esquema de modelo en cascada.....	73
Figura 5.2 Esquema resumen del programa.....	87
Figura 5.3 Diagrama de flujo de interfaz Gui_Inicial .....	89
Figura 5.4 Interfaz Gui_Inicial .....	90
Figura 5.5 Diagrama de flujo de interfaz Gui_PrimerMetodo .....	90
Figura 5.6: Interfaz gui_PrimerMetodo .....	91
Figura 5.7 Diagrama de flujo de interfaz Gui_SegundoMetodo .....	92
Figura 5.8: Interfaz gui_SegundoMetodo .....	93
Figura 5.9 Diagrama de flujo de interfaz Gui_CampoCaracteristico .....	94
Figura 5.10 Interfaz Gui_CampoCaracterístico.....	95
Figura 5.11 Diagrama de flujo de interfaz Gui_Tercero .....	95
Figura 5.12 Interfaz Gui_Tercero.....	96
Figura 5.13 Diagrama de flujo de Interfaz Gui_Tercero .....	97
Figura 5.14: Interfaz Gui_Tercero.....	98

Figura 5.15: Archivos KML en Google Earth .....	99
Figura 5.16: Archivos KML en GoogleMaps .....	100
Figura 5.17: Archivos KML en ArcGIS.....	100
Figura 5.18: Visualización en dispositivo celular .....	101
Figura 5.19: Georreferenciación del área de cobertura método 1 .....	107

## **CAPÍTULO VI**

### **CALCULO DEL AREA DE COBERTURA LAS LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DEL CUSCO Y DE LAS LOCALIDADES FRONTERIZAS**

Figura 6.1: Mapa de áreas de cobertura en el Cusco .....	115
Figura 6.2 Mapa de ubicación de estaciones fronterizas .....	117
Figura 6.3: Mapa de áreas de cobertura departamentos limítrofes al Cusco .....	124
Figura 6.4: Mapa de canalización del departamentos del Cusco y sus fronteras.....	126

## **CAPÍTULO VII**

### **PROPUESTA DE LAS NUEVAS LOCALIDADES DE RADIODIFUSIÓN EN ONDA MEDIA PARA EL DEPARTAMENTO DEL CUSCO**

Figura 7.1: Distancia de transmisores co-canales.....	132
Figura 7.2: Distancia con el primer adyacente .....	133
Figura 7.3: Mapa con nuevas localidades.....	141

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPITULO II

#### MARCO TEORICO

Tabla 2.1. Canales para el servicio de radiodifusión sonora en Onda Media.....	14
Tabla 2.2: Caracterización del suelo.....	17

### CAPITULO III

#### CÁLCULO DE AREA DE COBERTURA DE UNA ESTACIÓN EN AM

Tabla 3.1. Clasificación de estaciones .....	26
Tabla 3.2. Intensidad de campo según clase de emisión.....	27
Tabla 3.3: Parámetros de Entrada Primer Método .....	29
Tabla 3.4 Parámetros de entrada segundo método.....	36

### CAPÍTULO IV

#### ASIGNACIÓN DE CANALES EN EL DEPARTAMENTO DEL CUSCO

Tabla 4.1. Provincias y distritos de la Localidad 1 .....	42
Tabla 4.2. Provincias y distritos de la Localidad 2 .....	43
Tabla 4.3. Provincias y distritos de la Localidad 3 .....	44
Tabla 4.4. Disponibilidad de canales en Localidad 1 .....	44
Tabla 4.5 Canalización de Localidad 1 .....	46
Tabla 4.6 Disponibilidad de canales en Localidad 2 .....	46
Tabla 4.7 Canalización de Localidad 2 .....	47
Tabla 4.8 Disponibilidad de canales en Localidad 3 .....	47
Tabla 4.9 Canalización de Localidad 3 .....	48
Tabla 4.10 Total de estaciones radiales actuales .....	49
Tabla 4.11 Localidades geográficas fronterizas .....	49
Tabla 4.12 Canalización de Arequipa.....	51
Tabla 4.13 Canalización de Apurímac.....	51
Tabla 4.14 Canalización de Ayacucho.....	52
Tabla 4.15 Canalización de Junín .....	53
Tabla 4.16 Canalización de Madre de Dios.....	53
Tabla 4.17 Canalización de Puno .....	54
Tabla 4.18 Canalización de Ucayali.....	55
Tabla 4.19 Potencia en provincia Cusco .....	58
Tabla 4.20: Potencia en provincia Urubamba .....	58
Tabla 4.21 Potencia en provincia La Convención .....	58
Tabla 4.22: Potencia en provincia Canas .....	59
Tabla 4.23 Potencia en provincia Canchis .....	60
Tabla 4.24 Potencia en provincia Chumbivilcas .....	60
Tabla 4.25 Potencia en provincia Espinar .....	61
Tabla 4.26 Potencia en provincia Quispicanchis .....	61

Tabla 4.27 Canales no usados en las 3 localidades .....	62
Tabla 4.28 Canales no usados de Arequipa .....	63
Tabla 4.29 Canales no usados de Apurímac .....	64
Tabla 4.30 Canales no usados de Ayacucho .....	64
Tabla 4.31 Canales no usados de Junín .....	65
Tabla 4.32 Canales no usados de Madre de Dios .....	66
Tabla 4.33 Canales no usados de Puno .....	67
Tabla 4.34 Canales no usados de Ucayali .....	67
Tabla 4.35 Resumen de canales no usados .....	68

## CAPÍTULO V

### DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE COBERTURA EN ONDA MEDIA

Tabla 5.1 Caso de uso: inicializar el programa .....	76
Tabla 5.2 Caso de uso: Ingresar o modificar parámetros de entrada .....	77
Tabla 5.3 Caso de uso: Generar resultados de salida .....	78
Tabla 5.4 Caso de uso: Generar el valor de campo eléctrico .....	78
Tabla 5.5 Caso de uso: Ingresar o modificar parámetros de entrada .....	79
Tabla 5.6 Caso de uso: Generar Campo característico .....	80
Tabla 5.7 Caso de uso: Generar el valor de campo eléctrico .....	80
Tabla 5.8 Caso de uso: Generar el valor de Campo Eléctrico .....	82
Tabla 5.9 Caso de uso: Generar el valor de campo eléctrico característico .....	82
Tabla 5.10 Caso de uso: Generar el valor de campo eléctrico .....	83
Tabla 5.11 Caso de uso: Generar el valor de campo eléctrico .....	84
Tabla 5.12 Generar gráfico de canalización en el departamento del Cusco .....	84
Tabla 5.13 Generar gráfico de canalización en el departamento del Cusco .....	85
Tabla 5.14 Perfiles técnicos autorizados en el MTC .....	105
Tabla 5.15: Parámetros de entrada para pruebas del programa .....	106
Tabla 5.16: Parámetros de salida manual y por software .....	106
Tabla 5.17: Parámetros de entrada para método 2 .....	108
Tabla 5.18: Parámetros de salida manual y por software .....	108
Tabla 5.19: Cálculo del error en los resultados .....	108

## CAPÍTULO VI

### CÁLCULO DEL ÁREA DE COBERTURA LAS LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DEL CUSCO Y DE LAS LOCALIDADES FRONTERIZAS

Tabla 6.1 Calculo de áreas de cobertura Localidad 1 .....	113
Tabla 6.2 Calculo de áreas de cobertura Localidad 2 .....	113
Tabla 6.3 Calculo de áreas de cobertura Localidad 3 .....	114
Tabla 6.4 Provincias fronterizas.....	116
Tabla 6.5 Provincias fronterizas de Arequipa .....	118
Tabla 6.6 Calculo de cobertura en localidad 1 de Arequipa .....	118
Tabla 6.7 Calculo de cobertura en localidad 2 de Arequipa .....	118
Tabla 6.8 Provincias fronterizas de Apurímac .....	119
Tabla 6.9 Calculo de cobertura en localidad 2 de Arequipa .....	119
Tabla 6.10 Provincias fronterizas de Ayacucho .....	120
Tabla 6.11 Calculo de cobertura para la localidad de Ayacucho .....	120
Tabla 6.12 Calculo de Cobertura para la Localidad de Satipo .....	121
Tabla 6.13 Provincias fronterizas de Madre Dios .....	121
Tabla 6.14 Calculo de cobertura para la localidad de Madre de Dios .....	121
Tabla 6.15 Provincias fronterizas de Puno .....	122
Tabla 6.16 Calculo de cobertura para la localidad 1 de Puno .....	122
Tabla 6.17 Calculo de cobertura para la localidad 2 de Puno .....	122

Tabla 6.18 Calculo de cobertura para la localidad Ucayali .....	123
---	-----

## **CAPÍTULO VII**

### **PROPUESTA DE LAS NUEVAS LOCALIDADES DE RADIODIFUSIÓN EN ONDA MEDIA PARA EL DEPARTAMENTO DEL CUSCO**

Tabla 7.1 Número de estaciones en las provincias y población .....	134
Tabla 7.2 Información recogida en campo .....	135
Tabla 7.3 Canales de localidad Chumbivilcas .....	136
Tabla 7.4 Canales de localidad Paucartambo .....	137
Tabla 7.5 Canales de localidad Marcapata-Camanti .....	138
Tabla 7.6 Propuesta de nueva localidad de radiodifusión 1 .....	138
Tabla 7.7 Propuesta de nueva localidad de radiodifusión 2 .....	139
Tabla 7.8 Propuesta de nueva localidad de radiodifusión 3 .....	139
Tabla 7.9 Canales adyacentes y co-canales .....	144

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	Carta Nacional 1/100 000 para la determinación del Área de Cobertura
ANEXO 2	Canalizaciones en la banda de radiodifusión sonora en Onda Media que el MTC ha otorgado a todos los departamentos del país.
ANEXO 3	Resolución de canalización en el departamento del Cusco
ANEXO 4	Perfil del proyecto técnico del servicio de radiodifusión presentado ante el MTC para solicitar una autorización
ANEXO 5	Información oficial proporcionada por el MTC, Informe de plan nacional de canalización para el departamento del Cusco y propuesta de modificación de canalización en el departamento de Puno
ANEXO 6	información oficial proporcionada por el mtc, informes técnicos con autorización de funcionamiento
ANEXO 7	Información oficial proporcionada por el MTC, coordenadas geográficas de las antenas o plantas de transmisión
ANEXO 8	Información oficial proporcionada por el MTC, Modelos de transmisores más utilizados por las Estaciones autorizadas.
ANEXO 9	Información oficial proporcionada por el MTC, Certificado de homologación para equipos usados para Onda Media.
ANEXO 10	Código del programa INTERFAZ Gui_Inicial INTERFAZ Gui_PrimerMetodo INTERFAZ Gui_SegundoMetodo INTERFAZ Gui_CampoCaracteristico INTERFAZ Gui_Tercero INTERFAZ Gui_Cuarto

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO REFERENCIAL**

## 1.1. Título

# ESTUDIO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO DESTINADO A LA RADIODIFUSIÓN SONORA EN ONDA MEDIA EN EL DEPARTAMENTO DEL CUSCO PARA PROPONER LA CREACIÓN DE MÁS LOCALIDADES DE RADIODIFUSIÓN

## 1.2. Antecedentes

Se tomó como antecedente el informe N° 0813-2013-MTC/28 de la Dirección General de Autorizaciones en Telecomunicaciones que planteo la elaboración de una propuesta de modificación de planes de canalización y asignación de frecuencias del servicio de radiodifusión sonora en onda media (OM) del departamento de Puno.

Otro antecedente importante fue el informe N° 528-2005-MTC/17-01-ssr. De la Dirección De Gestión de Telecomunicaciones, dicho informe se tomó en cuenta para elaborar el plan de asignación de frecuencias del servicio de radiodifusión sonora en Onda Media para localidades de los departamentos de Cusco, Cajamarca, Junín, La Libertad, Lambayeque, Pasco, Puno y Tumbes. Donde se realizaron modificaciones en la Localidad de radiodifusión Sicuani-Espinar-Urcos-Marcapata-Camanti, del departamento del Cusco.

Para la propuesta de localidades se toma en cuenta como antecedente el trabajo de investigación desarrollado en la provincia de Pichincha, Ecuador, de título “Propuesta de reordenamiento de asignaciones de las frecuencias de radiodifusión en la banda de Onda Media para la provincia de Pichincha”, el cual fue desarrollado en Julio de 1992.

En la búsqueda de más antecedentes del problema el suscrito ha verificado que en la biblioteca de la facultad de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Informática y Mecánica, así como también en la biblioteca central de la UNSAAC no hay una tesis referido al tema propuesto que se pretende desarrollar.

Las normas, leyes y documentos emitidos por el MTC vienen a ser la base legal en la que se basa el tema de tesis, a continuación se muestran los más importantes:

- Ley de Telecomunicaciones, con Decreto Ley No. 26096.
- Modificatoria de ley de telecomunicaciones por ley No 27010, “Ley que establece la conformación de los consejos directivos del organismo supervisor de la inversión privada en telecomunicaciones”.
- Modificatoria de ley de telecomunicaciones por Ley No 28737, “Ley que establece la concesión única para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones”.

- Ley de radio y televisión, ley No 28278.
- Reglamento de la ley de radio y televisión, decreto supremo. No 05/2005/MTC
- Plan nacional de atribución de frecuencias (PNAF), resolución ministerial No 250-97/MTC
- Normas técnicas del servicio de radiodifusión, resolución ministerial No 358-2003/MTC/03
- Límites máximos permisibles de radiaciones no ionizantes, decreto supremo No 038-2003/MTC

Pero lo más fundamental son las resoluciones viceministeriales del sector de comunicaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones por las cuales se crean las localidades de radiodifusión en la banda de radiodifusión en Onda Media para el departamento del Cusco y los departamentos limítrofes.

### **1.3. Planteamiento del problema**

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones encargado de gestionar, administrar y controlar el aprovechamiento del espectro radioeléctrico, mediante los planes de canalización y asignación de frecuencias del servicio de radiodifusión sonora en Onda Media, ha designado para el departamento del Cusco un total de 107 canales distribuidos dentro de 3 localidades de radiodifusión.

La localidad denominada “Quillabamba, Echarate, Vilcabamba y Yanatile” el cual incluye varios distritos de la provincia de la Convención y una de Calca, consta de 5 canales. La localidad denominada “Sicuani, Espinar, Urcos, Marcapata y Camanti” comprende a todos los distritos de las provincias de: Canchis, Canas, Acomayo, Espinar y a todos los distritos de la provincia de Quispicanchi a excepción de los distritos Marcapata y Camanti que figuran en el nombre de la localidad; a esta localidad le han asignado 26 canales y finalmente la localidad denominada “Cusco, Anta, Calca, Paruro, Urubamba y Pisac” que abarca a todos los distritos de las provincias de: Cusco, Anta, Paruro, Urubamba, Paucartambo y todos los distritos de la provincia de Calca incluyendo Pisac que figura también en el nombre de la localidad; esta última localidad consta de 42 canales.

Por lo que teniendo en cuenta que a cada canal se le ha asignado una determinada frecuencia se observa que no se está aprovechando correctamente el uso del espectro radioeléctrico en la banda de Onda Media en el departamento del Cusco.

Esta situación ha generado que actualmente se genere informalidad en los servicios de radiodifusión sonora ya que operadores clandestinos de radiodifusión brindan servicios de radiodifusión en Onda Media sin autorización del ministerio de transportes, generando inclusive interferencias perjudiciales en las bandas de frecuencias contiguas, haciendo uso ilegal del espectro radioeléctrico en distintas partes del departamento del Cusco.

#### **1.4. Formulación del Problema**

Se formulará el problema con la ayuda de la siguiente pregunta:

¿Se puede modificar el plan de canalización y crear más localidades de radiodifusión en la banda de Onda Media del departamento del Cusco para optimizar el uso del espectro radioeléctrico?

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo general**

Desarrollar el estudio que permita proponer la creación de nuevas localidades de radio difusión en Onda Media para el departamento del Cusco, empleando un software para automatizar el cálculo de cobertura.

##### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Realizar un análisis del plan de canalización y asignación de frecuencias del servicio de radiodifusión en Onda Media correspondientes para las localidades del departamento del Cusco, y sus departamentos limítrofes.
- Desarrollar un software que permita automatizar el cálculo de cobertura para estaciones que presten servicios de radiodifusión en Onda Media
- Calcular las áreas de cobertura de los canales autorizados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, asimismo su ubicación georreferenciada en el departamento del Cusco y sus departamentos limítrofes
- Analizar los canales que no están incluidos en el actual plan de canalización de Onda Media dada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones que podrían ser tomados en cuenta para formar parte de las nuevas localidades de radiodifusión a proponerse.

## **1.6. Justificación**

Es justificada la realización de la presente tesis debido a que propone al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la modificación de los planes de canalización del departamento del Cusco para de esta forma adicionar nuevas localidades de radiodifusión en Onda Media, teniendo en cuenta que este ministerio es el único que crea y designa las localidades de radiodifusión sonora y televisiva.

Así también la propuesta de creación de más localidades de radiodifusión sonora en Onda Media, permitirá al Ministerio de Transportes y Comunicaciones otorgar más autorizaciones para la prestación de servicios de radiodifusión en Onda Media comercial, educativa o comunitaria en lugares donde actualmente no se cuenta con este servicio.

Se logrará hacer más eficiente el espectro radioeléctrico dedicado a la banda de radiodifusión sonora en Onda Media en el departamento del Cusco porque para la creación de las nuevas localidades, fundamentalmente se utilizarán los canales de dicha banda que no están siendo utilizados en las actuales localidades de radiodifusión.

Así también podría haber la posibilidad que algunos canales asignados a los radiodifusores autorizados de las otras localidades creados en el departamento del Cusco, podrían ser reutilizados en las nuevas localidades a proponerse, siempre y cuando se comprueben mediante análisis de cobertura como también experimentalmente mediante la recepción con radiorreceptores comerciales que dichos canales no se reciben.

## **1.7. Alcances y Limitaciones**

### **1.7.1. Alcances**

Al terminarse la tesis se tendrán algunos de los siguientes alcances o metas:

- La propuesta de creación de por lo menos dos localidades de radiodifusión para la banda de Onda Media en el departamento del Cusco, adicionales a las 3 localidades ya creadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Mediante el uso del software se tiene como alcance automatizar el cálculo de cobertura de estaciones radiodifusoras de Onda Media, así como la georreferenciación y visualización del área de cobertura.
- Con el análisis de cobertura de las estaciones radiales se da a conocer el espacio geográfico georreferenciado que ocupan las áreas de cobertura en las diferentes localidades.

- Se da a conocer la situación de los canales usados y no usados, según la canalización actual en el departamento del Cusco así como en los departamentos fronterizos.

### **1.7.2. Limitaciones**

Los aspectos que no se abarcaran en la presente tesis son:

- Las características detalladas de cada componente en particular de una estación radio-difusora, debido a que para el cálculo de cobertura se toman en cuenta solo ciertos parámetros del sistema irradiante.
- La propagación ionosférica en ciertas horas del día (fundamentalmente en horas de la noche) que muchos canales de la banda suelen tener, según las condiciones meteorológicas en algunos días. Fundamentalmente se tendrá en cuenta la propagación al medio día, norma que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones toma en cuenta al otorgar autorización de una estación en la banda.
- El uso de un mapa de conductividades en el departamento del Cusco que permita realizar el cálculo de cobertura en Onda Media de forma más precisa y eficaz.
- El uso de programas computacionales que permitan graficar áreas de cobertura, debido a que no se cuentan con programas que consideren frecuencias de trabajo de la banda de Onda Media, por lo que en la presente tesis se ha de trabajar con un software creado por el autor, en base a las normas y lineamientos exigidos por el MTC.
- Frecuencias que no estén en la banda de Onda Media ya que para el cálculo de cobertura se trabajará con las frecuencias de trabajo comprendidas entre 540 y 1600 KHz. Asimismo el software creado por el autor para el cálculo de cobertura en Onda Media, trabajara también solo con este rango de frecuencias.
- Mediciones de campo eléctrico porque esto no es exigido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones cuando se otorga una autorización a una estación en la banda de Onda Media, bastándole el cálculo mediante fórmulas que la Unión Internacional de Telecomunicaciones ha dispuesto para que los países integrantes las usen y de la cual el Perú es parte de ella.

## **1.8. Diseño Metodológico**

### **1.8.1. Nivel y tipo de Investigación**

Por la naturaleza del estudio se trata de una investigación aplicada, debido a que el objetivo es la solución de un problema práctico en el contexto.

La investigación iniciaría con el objetivo de examinar un problema poco estudiado antes, el nivel de investigación vendría a ser descriptivo explicativo ya que se describirá y explicara porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da este.

### **1.8.2. Metodología**

La metodología consistirá en proponer una mejora en el uso del espectro radioeléctrico para la banda de Onda Media del departamento del Cusco, a partir del análisis y estudio de la canalización actual en cada localidad de radiodifusión, haciendo uso de un programa que automatice todo el cálculo de cobertura y su georreferenciación respectiva.

Con el propósito de garantizar una propuesta confiable que permita al MTC crear nuevas localidades de radiodifusión de Onda Media y se pueda habilitar el uso de frecuencias que actualmente están como no disponibles, se ha solicitado información al MTC: copias de informes, documentos, y bases de datos, entre otros archivos. De los cuales muchos de ellos están aprobados bajo resoluciones, de modo que permitan garantizar la investigación de la presente tesis.

Una vez obtenida la información se procede a realizar el estudio correspondiente a la situación actual de la asignación de frecuencias en el departamento del Cusco y localidades fronterizas. Para seguidamente usando la base de datos del MTC para cada localidad de radiodifusión de Onda Media, proceder a organizar todos los parámetros de las estaciones radiales, necesarios para el cálculo de cobertura.

Luego se ha de realizar el cálculo de cobertura de todas las estaciones radiales haciendo uso del programa desarrollado en la presente tesis, que a la vez nos permitirá obtener el área de cobertura georreferenciada en coordenadas WGS84. Una vez graficadas todas las áreas de cobertura se procede a realizar el análisis de posibles casos críticos relacionados con interferencias perjudiciales que se puedan registrar dentro de las zonas pobladas del departamento del Cusco.

Con todo lo anteriormente expuesto se procede a realizar la propuesta de creación de las localidades de radiodifusión que permitan optimizar el uso del espectro radioeléctrico en el departamento del Cusco

### **1.8.3. Recolección de Datos**

La mayoría de los datos asumidos para el cálculo de cobertura en Onda Media se obtienen a partir de copias de informes, documentos, y bases de datos, entre otros archivos. Los cuales se encuentran en el sistema de base de datos del MTC. Asimismo el MTC ha puesto

en operación el software “ELLIPSE” [3] que se encarga de la gestión del espectro radioeléctrico y administra las frecuencias para poder otorgar autorizaciones con mayor celeridad.

Dentro de los datos recolectados del MTC se tiene lo siguiente:

- Los canales asignados a cada localidad de radiodifusión en Onda Media del departamento del Cusco y localidades fronterizas.
- Las frecuencias de trabajo autorizadas de las estaciones radiales.
- Las potencias de trabajo asignadas a cada estación radial.
- Los canales que no han sido utilizados en las tres localidades de radiodifusión del departamento del Cusco y en las localidades fronterizas.
- Numero de radiales de las estaciones radiales
- Coordenadas geográficas de las estaciones radiales, así también su ubicación geográfica y pertenencia a determinada localidad de radiodifusión
- Área de servicio de las estaciones radiales, normalmente zonas urbanas con mayor población.

Así también dentro de los datos recolectados por otros medios se tiene:

- Frecuencias de localidades fronterizas, que son recepcionadas en el departamento del Cusco. Las cuales se verifican mediante un receptor radial digital de AM, en algunos lugares geográficos como podrían ser en la provincia de Chumbivilcas, Paucartambo, entre otros.
- De igual manera también se verifica las frecuencias de las localidades del departamento del Cusco, que funcionen fuera de su localidad de radiodifusión, tomando en cuenta si se trata de co-canales o canales adyacentes.
- Datos correspondientes a zonas pobladas, como por ejemplo la población, nivel de pobreza o ciertas características geográficas, según base de datos del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) y el IGN (Instituto Geográfico Nacional).
- Conductividades de los suelos, los cuales se asumen según el mapa de conductividades estipulado en una de las recomendaciones de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).
- Rango de frecuencias que se usan en los nomogramas para el cálculo de cobertura en Onda Media según recomendaciones de la UIT [3].

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## **2.1. Introducción**

En el presente capítulo se dará a conocer los conocimientos necesarios para realizar toda la tesis en general, se empezará hablando de la modulación en amplitud modulada con doble banda lateral, teniendo en cuenta que la Onda Media es la banda estándar que se usa para la transmisión en la radiodifusión de AM.

La transmisión en AM implica una gran cantidad de emisoras y, con buenas condiciones de propagación que permiten una buena recepción en grandes distancias

También se hace mención de los canales en los cuales está dividido el espectro radioeléctrico, lo que se conoce con el nombre de Canalización y que con las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones [4], EL Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha realizado la asignación de frecuencias a una cantidad determinada de canales.

Se da información también de los más comunes equipos que se usan en una estación radiodifusora de Onda Media (anexo 8), los cuales muchas veces son requisitos necesarios para solicitar una autorización al Ministerio de Transportes y Comunicaciones para prestar servicios de radiodifusión.

## **2.2. Teoría de modulación en amplitud modulada doble banda lateral con portadora.**

Es la forma más conocida y antigua de transmisión AM. Ofrece la mayor simplicidad y ahorro económico, y se usa particularmente en sistemas de bajo nivel.

La modulación de doble banda lateral con portadora (DSB-FC, del inglés Double Side Band – Full Carrier) y sus características se describirá a continuación donde observaremos que tanto la portadora como las bandas laterales son transmitidas.

### **2.2.1. Modulación en amplitud**

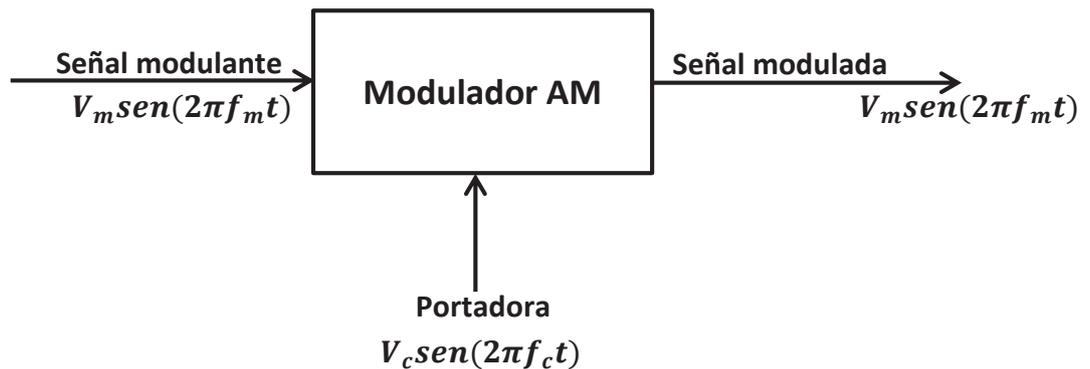
El proceso de La modulación de amplitud (AM) principalmente consiste en modificar la amplitud de la señal portadora (alta frecuencia) con respecto a la amplitud de la señal moduladora (baja frecuencia) que es la que contiene la información. Por medio de la modulación de amplitud la información se imprime sobre la portadora en forma de cambios de amplitud.

El modulador de AM es un dispositivo no lineal con dos señales de entrada, una es la señal portadora, que debe ser de amplitud constante y de frecuencia única, y otra es la señal de información, la cual modifica la señal portadora modulándola, de ahí que se le conozca como

señal modulante, y puede ser de frecuencia simple o estar compuesta de diversas frecuencias generadas por distintas fuentes. La señal que se produce de la unión de estas dos, se llama señal modulada. [5]

### 2.2.2. Envolvente de la señal modulada

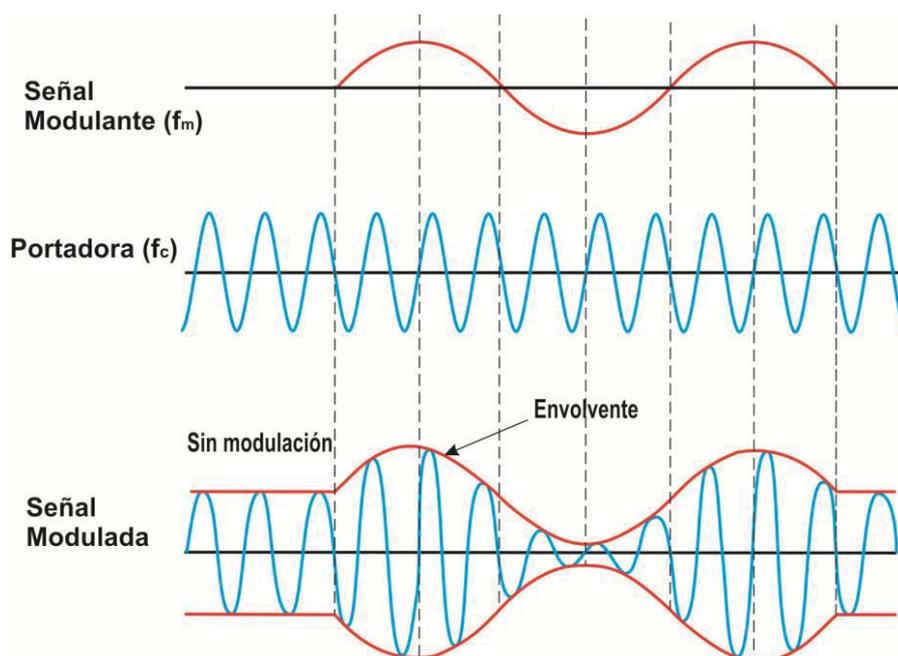
Se presenta a continuación en la figura 2.1 el diagrama de bloques de un modulador cuya señal de entrada modulante es  $V_m \text{sen}(2\pi f_m t)$ , la portadora  $V_c \text{sen}(2\pi f_c t)$  y la señal modulada  $V_{am}(t)$ .



**Figura 2.1** Diagrama de bloques de la generación de una señal modulada AM

**Fuente:** Ing. Oscar M. Santa Cruz (2010)

A continuación en la figura 2.2 se muestran las señales en el dominio del tiempo y como estas producen una onda AM. A la forma de la onda modulada se le conoce como la envolvente.



**Figura 2.2:** Generación de una señal modulada AM y su envolvente

**Fuente:** Oscar M. Santa Cruz (2010)

Si a la portadora no se le aplicara una señal modulante, la salida sería la portadora amplificada. Por lo tanto, al aplicar como entrada una señal modulante, la amplitud de la señal modulada está restringida por la primera. En la figura 2.2 se puede apreciar que la forma y tiempo de un ciclo de la envolvente son los mismos que los de la señal modulante.

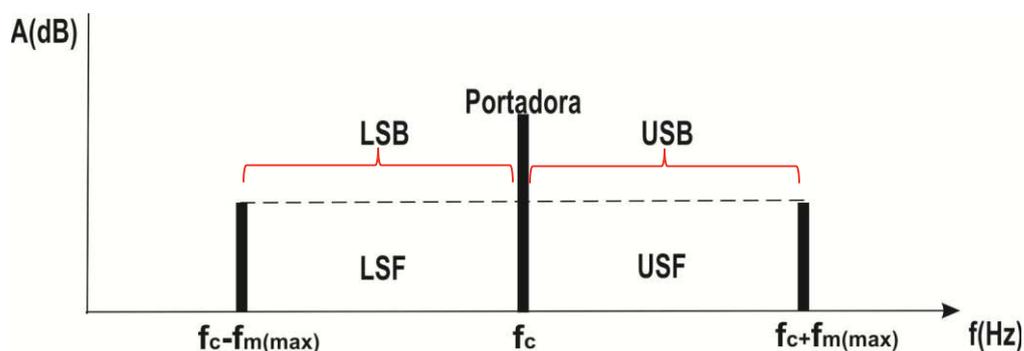
Es decir, la relación de repetición de la envolvente es igual a la frecuencia de la señal modulante. [6]

### 2.2.3. Espectro de frecuencia

Un modulador de AM es un aparato no lineal [6], por lo tanto se da un producto entre las señales de entrada y la envolvente es una onda compleja formada por un voltaje de corriente continua, la frecuencia de la portadora y frecuencias de suma ( $f_c+f_m$ ) y resta ( $f_c-f_m$ ).

Estas dos últimas frecuencias se separan de la frecuencia portadora en un valor igual a la frecuencia de la señal modulante, es decir, se encuentran a  $f_m$  Hz de la frecuencia portadora [7].

En la figura 2.3 se muestra el espectro de frecuencia para una señal AM. La frecuencia central es la de la portadora, la banda de frecuencia a la izquierda hasta  $f_c-f_{m(\text{máx.})}$  se llama banda lateral inferior (LSB, del inglés Lower Side Band) y las frecuencias dentro de ella se denominan frecuencias laterales inferiores (LSF, del inglés Lower Side Frequency). A su vez la banda de frecuencia a la derecha de la portadora hasta  $f_c+f_{m(\text{máx.})}$  se llama banda lateral superior (USB, del inglés Upper Side Band), cuyas frecuencias se denominan frecuencias laterales superiores (USF, del inglés Upper Side Frequency) [8].



**Figura 2.3:** Espectro de frecuencia de una señal AM  
**Fuente:** Oscar M. Santa Cruz (2010)

### **2.3. El ancho de banda requerido para un canal de transmisión en Onda Media**

Por lo tanto el ancho de banda es la diferencia entre la frecuencia lateral superior máxima y la frecuencia lateral inferior menor, es decir, dos veces la frecuencia modulante más alta:

$$B = 2 \cdot f_{m(max)} \quad \text{2.3-1}$$

Para el caso del Perú se considera que la máxima frecuencia contenida en la información que se puede transmitir en esta banda es de 10 KHz ; por lo cual el ancho de banda de la información a transmitirse, también conocida como señal moduladora, es como máximo 10 KHz, y como en una modulación en amplitud con portadora, como es la Onda Media, hay dos bandas laterales de un ancho de banda máximo de 10 KHz entonces la separación mínima entre las portadoras de dos estaciones transmisoras es de 20 KHz [9]

### **2.4. Canales de la banda de radiodifusión en Onda Media.**

EL Ministerio de Transportes y Comunicaciones es el encargado de la administración, la atribución, la asignación y el control del espectro de frecuencias radioeléctricas. Las canalizaciones vigentes para la banda de Onda Media en el Perú están contenidas en el plan de canalización también conocido como Disposiciones de Radiocanales [2].

Es así que se realizó la disposición de radiocanales para las diferentes bandas de frecuencias de acuerdo al plan nacional de atribución de frecuencias del Perú, el cual fue aprobado mediante resolución ministerial N° 187-2005-MTC/03

Por lo que según el reglamento general de la ley de telecomunicaciones (TUO), para hacer una asignación de espectro se requiere de la previa canalización de la banda.

La asignación de canales para la Banda de 535 -1605 KHz correspondiente al servicio de radiodifusión sonora en Onda Media, con sus respectivas frecuencias se detallan en la tabla 2.1.

Canal N°	Frecuencia (kHz)						
1	540	28	810	55	1 080	82	1 350
2	550	29	820	56	1 090	83	1 360
3	560	30	830	57	1 100	84	1 370
4	570	31	840	58	1 110	85	1 380
5	580	32	850	59	1 120	86	1 390
6	590	33	860	60	1 130	87	1 400
7	600	34	870	61	1 140	88	1 410
8	610	35	880	62	1 150	89	1 420
9	620	36	890	63	1 160	90	1 430
10	630	37	900	64	1 170	91	1 440
11	640	38	910	65	1 180	92	1 450
12	650	39	920	66	1 190	93	1 460
13	660	40	930	67	1 200	94	1 470
14	670	41	940	68	1 210	95	1 480
15	680	42	950	69	1 220	96	1 490
16	690	43	960	70	1 230	97	1 500
17	700	44	970	71	1 240	98	1 510
18	710	45	980	72	1 250	99	1 520
19	720	46	990	73	1 260	100	1 530
20	730	47	1 000	74	1 270	101	1 540
21	740	48	1 010	75	1 280	102	1 550
22	750	49	1 020	76	1 290	103	1 560
23	760	50	1 030	77	1 300	104	1 570
24	770	51	1 040	78	1 310	105	1 580
25	780	52	1 050	79	1 320	106	1 590
26	790	53	1 060	80	1 330	107	1 600
27	800	54	1 070	81	1 340		

**Tabla 2.1.** Canales para el servicio de radiodifusión sonora en Onda Media

**Fuente:** Normas Legales del MTC

## 2.5. Componentes de toda estación radiodifusora sonora en Onda Media.

Teniendo en cuenta que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones hace referencia al servicio de radiodifusión en Onda Media cuando se habla de estaciones radiales comercialmente conocidas como AM. Se tienen 3 elementos principales en las estaciones radiales de Onda Media [5], los cuales se mencionan a continuación:

- Estudios.
- Planta transmisora
- Enlace estudios-planta transmisora.

### **2.5.1. Los estudios**

Es en esta componente que se genera el PGM o también conocido como PROGRAMA, el cual vendría a ser la señal audible que se desea transmitir, así entonces al momento de realizar la modulación en Onda Media con portadora y doble banda lateral, la mencionada señal es también la señal moduladora que hará variar la amplitud de la onda.

#### **2.5.1.1. Ambientes en los estudios de la estación radiodifusora**

Principalmente se puede encontrar los siguientes ambientes en los estudios de radiodifusión Sonora:

- Sala para el control de sonido
- Oficinas de administración
- Salas para grabación
- Sala para locución
- Discotecas
- Otros.

### **2.5.2. Planta transmisora**

Se considera que la planta transmisora es una de las partes más importantes de una estación radial de Onda Media, ya que la señal que se desea transmitir se procesa en la planta transmisora para después irradiarse a toda el área de cobertura.

Por lo general el MTC ha especificado los límites de contorno para la irradiación de las plantas transmisoras, especificando para ello un campo eléctrico mínimo es de  $62 \text{ dB}_{\mu\text{V/m}}$ , el cual pueda asegurar una buena calidad de recepción de la señal

Para la ubicación de una antena se deben tener en cuenta ciertas consideraciones.

El terreno no debe tener una conductividad muy baja, ni rodeado por grandes arboledas, además una emisora de AM no debe estar dentro de una zona poblada.

#### **2.5.2.1. Ambientes en la planta transmisora de la estación radiodifusora**

Normalmente en una planta transmisora se tienen los siguientes ambientes:

- Sala para realizar la transmisión.
- Sala de equipos con energía auxiliar.
- Área destinada al sistema irradiante

- Guardianía.

### 2.5.3. Enlace de estudios planta transmisora (Studios Transmitter Link)

En esta componente se realiza el proceso de llevar la señal PGM desde los estudios a la planta transmisora, en la práctica es más conocido como “link”, este proceso se logra mediante el uso conexiones de telecomunicaciones, enlaces de microondas terrestres, fibra óptica, entre otros

Dentro de los principales tipos de Link se tiene:

- Medio radioeléctrico
- Transmisión por línea física.
- Vía satelital.

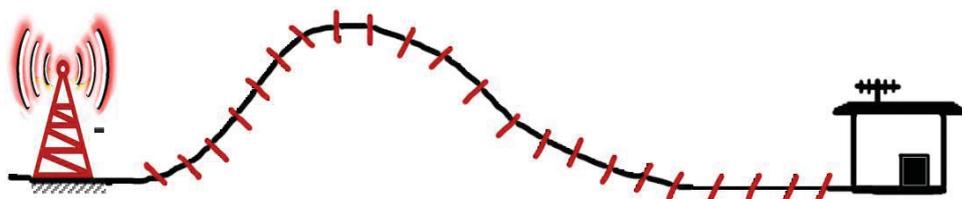
### 2.6. Influencia del medio en la propagación de ondas AM

La orografía del suelo y sus características morfológicas condicionan las propiedades eléctricas y afectan la propagación de las ondas electromagnéticas. Para el caso de frecuencias bajas como las de Onda Media, La tierra se comporta como buen conductor, lo cual hace que se excite una onda de superficie, y esta se adapte a la orografía del terreno y así transporte los campos electromagnéticos mucho más allá de la zona de visibilidad directa.

Se sabe que a las frecuencias (300kHz – 3MHz) se produce la propagación mediante ondas de tierra conocida también como onda de superficie. Este tipo de ondas se puede propagar en la discontinuidad de la tierra, debido a la existencia de corrientes inducidas en la tierra. Este modo de propagación solo es posible si la polarización es vertical, debido a que la polarización horizontal se atenúa muy rápidamente debido al carácter conductor de la superficie de la tierra en estas frecuencias [10].

Las antenas que se utilizan habitualmente son monopolos verticales con alturas entre 50 y 200 m que radian polarización vertical [11].

A continuación en la figura 2.4 se observa gráficamente como es que se propaga en el medio orográfico las ondas superficiales.



**Figura 2.4:** Propagación por onda de superficie

**Fuente:** Elaboración propia

En el departamento del Cusco se tiene una geografía muy variada, debido a que se cuenta con alineamientos montañosos, nudos, altiplanos y mesetas, así también profundos valles y cañones. El MTC dentro de la información de los estudios técnicos requiere también el valor de la altura (en m.s.n.m) que le corresponde a la estación transmisora. Dicho valor en una situación real influye en la distancia de cobertura de una estación radiante.

Para el caso del departamento del Cusco, según los datos INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) se considera que el territorio es bastante accidentado y heterogéneo con desniveles que van desde los 95 msnm (distrito de Kimbiri, provincia La Convención) hasta los 4801 msnm (distrito Suyckutambo, provincia Espinar). [12].

## 2.7. La conductividad del terreno

La propagación de las señales de una onda de superficie depende fundamentalmente de la frecuencia y del tipo de suelo. Por lo que la caracterización adecuada del suelo es fundamental para predecir correctamente la propagación mediante onda de superficie.

El suelo se comporta como un dieléctrico con pérdidas determinadas por los parámetros de permitividad relativa y conductividad. Es así que se pueden analizar las corrientes de desplazamiento o de conducción de la tierra ya que están en función de la frecuencia y la conductividad del terreno. A continuación, en la tabla 2.4 se detallan las conductividades comúnmente usadas en terrenos homogéneos donde se transmite la onda de superficie [13]

Tipo de suelo	Permitividad	Conductividad
	$\epsilon_r$	$\sigma$ (mS/m)
Agua de mar	70	5000
Agua Dulce	80	3
Tierra húmeda	15 – 30	5-20
Suelo Rocoso	7	1 – 5
Tierra Seca	4	1 – 10

**Tabla 2.2:** Caracterización del suelo

**Fuente:** Manual de la Unión Internacional de Telecomunicaciones

### **2.7.1. Valores de permitividad y conductividad efectiva**

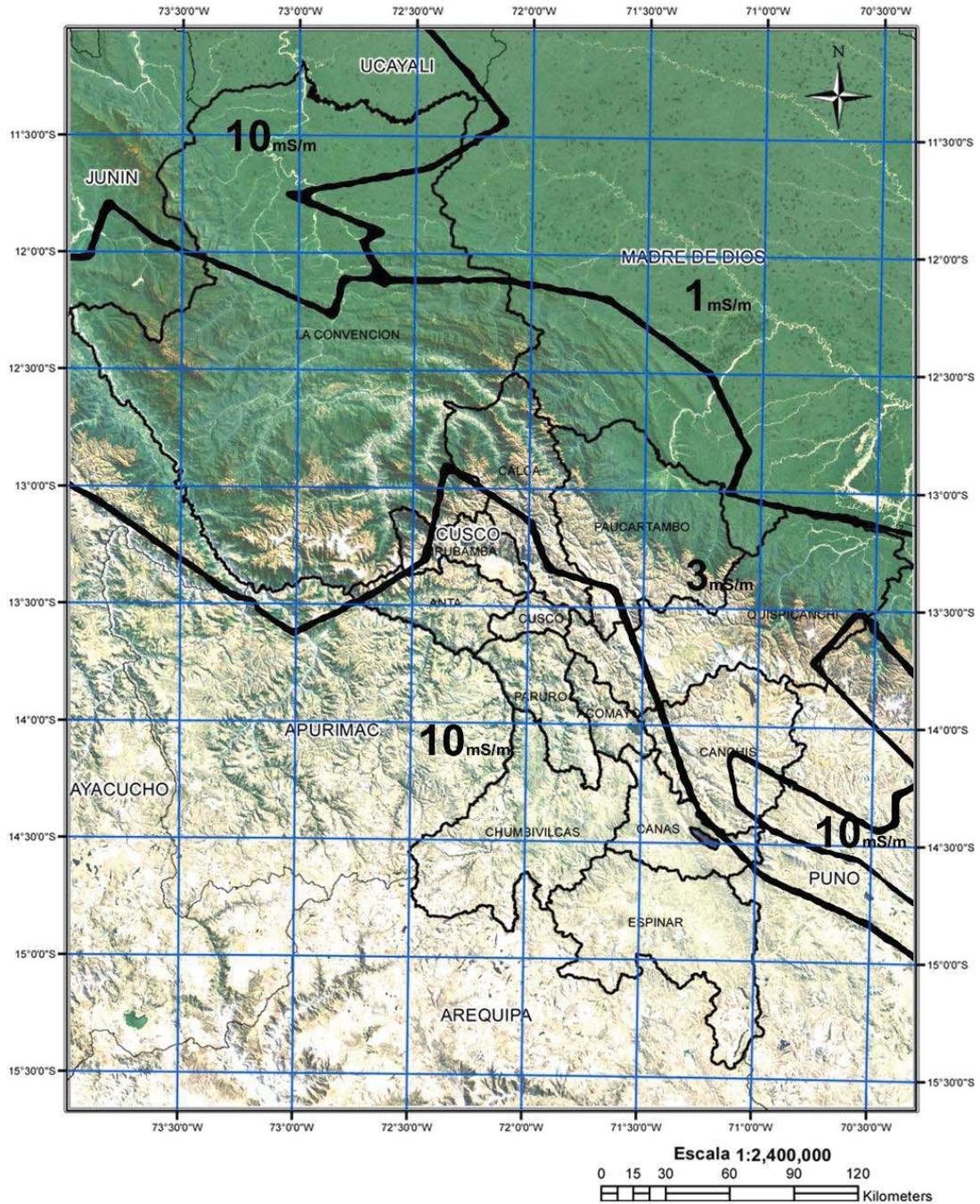
Los valores anteriormente presentados son usados frecuentemente cuando se refieren a superficies de terrenos homogéneos, sin embargo, esto no muchas veces es cierto, ya que muchas veces un terreno está constituido por 2 o más capas de distinto espesor y diferentes conductividades y permitividades, lo cual si se toma en consideración será necesario introducir el concepto de permitividad efectiva y conductividad efectiva,

### **2.7.2. Conductividad en el departamento del Cusco**

Teniendo en cuenta que el cálculo de la distancia de cobertura depende directamente de la conductividad, se buscó información respecto a mapas de conductividad del Cusco, para lo cual se hizo la solicitud de acceso a la información a diferentes entidades nacionales, como son Electro Sur Este S.A.A., la Empresa de Generación Eléctrica Machupicchu sede Cusco (EGEMSA), El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), la Dirección Regional de Energía y Minas (DREM), entre otros. Es así que todas las entidades respondieron a la solicitud dando a informar que no se cuenta un mapa de conductividades eléctricas ni del Cusco ni del Perú.

Por información de documentos referidos al tema y que fueron presentado ante el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, se obtuvo la información de que para este tipo de proyectos se está usando como fuente los documentos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), específicamente en la recomendación UIT-R P.832-2 – Atlas Mundial de la Conductividad del suelo [14]. Si bien es cierto este mapa no posee mucha precisión, da un aproximado de las conductividades del departamento del Cusco.

A continuación en la figura 2.5 se realizó en el programa ARCGIS, programa para edición de mapas a escala, el mapa de conductividades de la UIT proyectado para el Departamento del Cusco en la escala de 1:2,400,000



**Figura 2.5:** Mapa de Conductividad del Departamento del Cusco  
**Fuente:** Mapa Atlas de la UIT

### 2.7.3. Factores que influyen en las conductividades eléctricas efectivas

Para asumir un determinado valor efectivo de las constantes de los suelos, no solo se debe tomar en cuenta la naturaleza de este sino también por su temperatura, frecuencia y grado de humedad de los suelos. [15]

#### **2.7.4. Naturaleza del suelo**

Los valores de las características varían según la naturaleza del suelo, ya que se ha comprobado que algunos suelos de iguales características de humedad y composición química tienen diferentes valores de conductividad, por ejemplo, en el caso de la greda que normalmente tiene una tiene una conductividad del orden de 0.01 S/m, en ocasiones asume la conductividad de 0.0001 S/m.

#### **2.7.5. Contenido de humedad**

El contenido de humedad del suelo es probablemente el factor que más determina sus constantes eléctricas. Se ha demostrado en mediciones de laboratorio que, a medida que aumenta el contenido de humedad a partir de un valor bajo, los valores aumentan, alcanzando rápidamente el punto máximo al aproximarse el contenido de humedad a los valores normales del suelo de que se trata. A profundidades de 1 m, la humedad del suelo en un lugar determinado parece ser sustancialmente constante todo el año y, si bien puede aumentar durante la lluvia, el drenaje del suelo y la evaporación superficial hacen que la humedad vuelva pronto a su valor normal luego de cesar la lluvia.

#### **2.7.6. Temperatura**

Las mediciones en laboratorio de las características eléctricas del suelo han demostrado que, a bajas frecuencias, el coeficiente de temperatura de la conductividad es del orden del 3% por grado Celsius, mientras que el correspondiente a la permitividad es despreciable. En el punto de congelación se produce generalmente una gran disminución tanto de la permitividad como de la conductividad. Aunque estas variaciones son apreciables, se debe tener en cuenta que la gama de variación de la temperatura durante el año disminuye rápidamente con la profundidad, de manera tal que los efectos de la temperatura pueden ser importantes sólo en frecuencias elevadas, para las cuales la penetración de las ondas es pequeña, o cuando la tierra está helada hasta una profundidad considerable.

#### **2.7.7. Absorción de energía por objetos en la superficie**

Si bien los objetos situados en la superficie no tienen una influencia directa sobre las características eléctricas del suelo, pueden contribuir en forma apreciable a la atenuación de las ondas de superficie. Por tanto, en los cálculos de propagación se pueden tener en cuenta los efectos de esas pérdidas de energía utilizando valores adecuadamente modificados de las características eléctricas [16].

## **CAPÍTULO III**

### **ÁREA DE COBERTURA DE UN TRANSMISOR DE RADIODIFUSIÓN DE ONDA MEDIA**

### **3.1. Introducción**

Se entiende por la definición de área de cobertura a la superficie en la cual la intensidad de campo eléctrico es mayor o por lo menos igual a la Intensidad de campo mínima requerida, la cual para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) tiene el valor de  $62 \text{ dB}_{\mu\text{V/m}}$  [17], para lo cual se debe tener en cuenta el valor de diferentes parámetros como lo es la conductividad y la potencia del transmisor ya que mientras mayor sea la potencia del transmisor, mayor será la intensidad de campo y mayor el área de cobertura.

Las señales de Onda Media, las cuales están comprendidas en el rango de frecuencias de 535 a 1605 KHz, se propagan tanto por Ondas de tierra como por ondas ionosférica. Mientras que por el día la onda ionosférica se atenúa bastante por la presencia de la capa D de la Ionosfera, por la noche cuando desaparece la capa D las señales se reflejan en la capa E, las cuales se encuentran aproximadamente a 100 km de altitud respecto a la superficie terrestre, retornan a la tierra con la potencia necesaria para obtener alcances mucho mayores que con las ondas terrestres. Es por ello que debido a la capa D es que en el día no se escuchan emisoras de Onda Media lejanas, que sí se sintonizan por las noches.

En este capítulo se dará cuenta de los cálculos necesarios para hallar el área de cobertura de una estación radial en Onda Media, tomando en cuenta factores que condicionan la propagación de ondas de superficie a través de la superficie del terreno del área de servicio, cabe mencionar que se trabajará suponiendo que las conductividades en los suelos son homogéneos para facilitar los cálculos de cobertura.

También se diagramará en una carta nacional del Instituto Nacional Geográfico, con la escala de 1/100 000, lo cual viene a ser estipulado en el reglamento del Ministerio de transportes y Comunicaciones.

### **3.2. Curvas de propagación para los cálculos de cobertura**

La Unión Internacional de Telecomunicaciones en el documento; “Recomendación – R P.368-9” con título “Curvas de Propagación por onda de superficie para frecuencias comprendidas entre 10KHz y 30MHz” [18] establece que debido a la complejidad de cálculo se usen un grupo de curvas de propagación por onda de superficie que correspondan a un determinado número de valores de tipo de frecuencias y de características del suelo.

Las mencionadas curvas serán útiles para determinar la intensidad de campo de la onda de superficie, claro también se menciona que la amplitud de reflexiones ionosférica debe ser despreciables, y que dichas curvas se usen cuando la antena receptora este situada a una altura superior a la de la superficie de la tierra, para obtener mejores resultados.

### 3.2.1. Condiciones para el uso de las curvas de propagación

- Las curvas de propagación se encuentran distribuidas en 19 gráficas o llamadas también nomogramas, las cuales son usadas solo para las frecuencias de trabajo de 535 a 1605 KHz y conductividades que van del 1 al 15 mS/m, y 5000 mS/m (mar)
- La tierra es una esfera de superficie lisa por lo que se considera no hay interferencias de carácter orográfico que atenúen la propagación.
- En la troposfera, el índice de refracción disminuye exponencialmente en función de la altura.
- Tanto las antenas transmisoras como las receptoras se hallan situadas en tierra;
- El elemento radiante es un monopolo vertical corto. Se supone dicha antena vertical en la superficie de una tierra plana, perfectamente conductora y excitada de forma que radie 1 kW, en cuyo caso la intensidad de campo a 1 km de distancia será de 300 mV/m; o de manera equivalente 109.54dB  $\mu$ V/m [18]
- Las curvas se han trazado para distancias medidas siguiendo la curvatura de la tierra;
- Las curvas dan el valor de la componente vertical de la intensidad del campo de radiación, es decir, el que puede efectivamente medirse en la región de campo lejano de la antena.

### 3.2.2. Modelo de nomograma utilizado para el cálculo de cobertura

Los parámetros que se encuentran en el nomograma son: La conductividad (S/m), la distancia de la Antena (Km) y la Intensidad de campo referenciado a 1uV (dB  $\mu$ V/m) respecto a la potencia de 1Kw [19]. Un modelo se observa en la figura 3.1

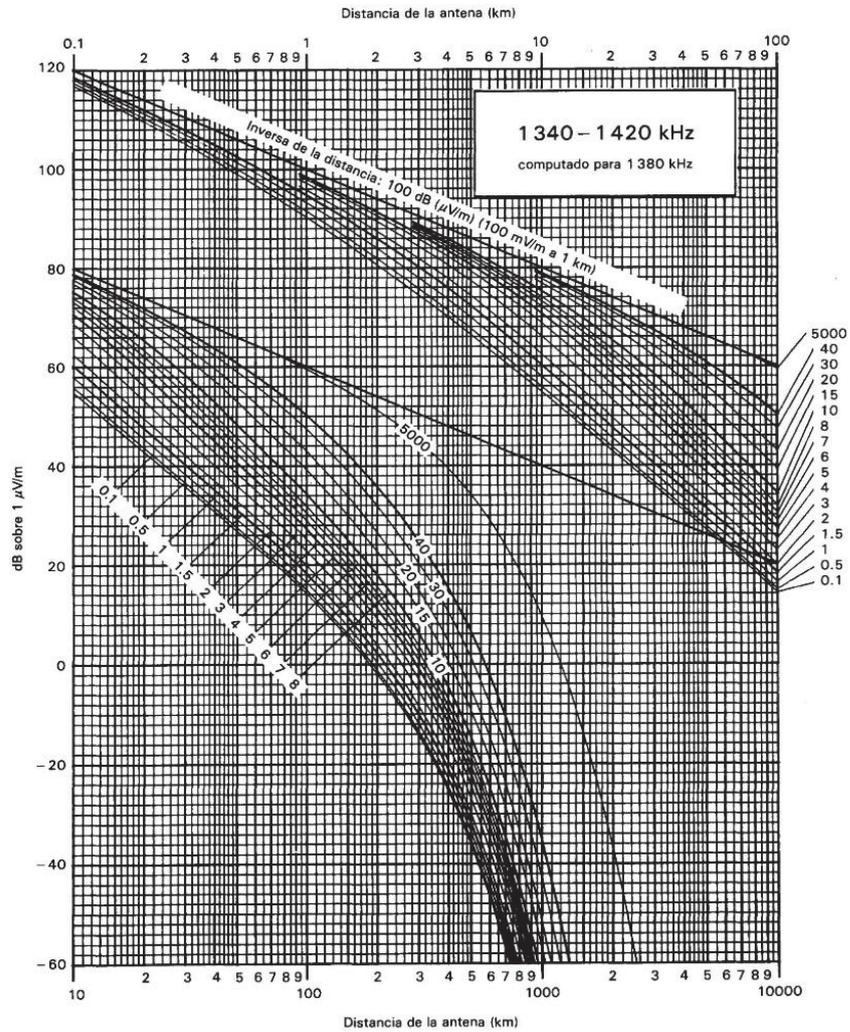


GRAFICO 17 – Intensidad del campo de onda de superficie versus distancia

**Figura 3.1** Nomograma de curvas de propagación para hallar distancia de cobertura

**Fuente:** Recomendación N° 368 de la UIT

### 3.3. Parámetros usados para efectuar los cálculos

El Ministerio de Transportes y telecomunicaciones dispuso mediante el documento de normas técnicas, que el tipo de antena a usarse para prestar el servicio de radiodifusión en Onda Media, será del tipo monopolo vertical aislado de tierra, con una altura comprendida entre 0.150 a 0.625 longitudes de onda. El sistema de plano de tierra empleará en lo posible 120 radiales, cuyas longitudes van desde 0.15 a 0.25 longitudes de onda [17]. Habiéndose cumplido estos requisitos, se deberán tomar en cuenta los siguientes parámetros para el cálculo del área de cobertura:

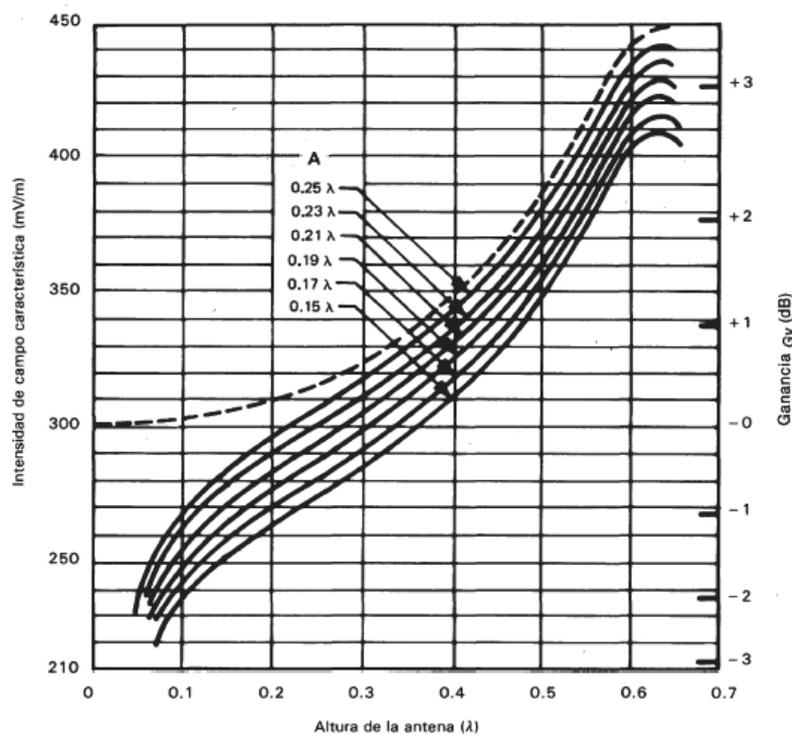
- Intensidad de campo característico en mv/m
- Potencia del transmisor en kilovatios (KW)
- Frecuencia en KHz

- El campo eléctrico para el área de cobertura, que por indicaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones se considera 62 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$ .
- La conductividad promedio del terreno para el área de cobertura en mS/m.
- Longitud de la línea de transmisión en m.
- Atenuación en la línea de transmisión el cual estará dB/m
- La ganancia de la antena que estará en dB.

### 3.3.1. Intensidad de campo eléctrico característica ( $E_c$ )

Es la intensidad de campo que corresponde a la señal de onda de superficie propagada, a una distancia de referencia de 1km en una dirección horizontal, a través de un suelo perfectamente conductor cuando la potencia de la estación es de 1kW, teniendo en cuenta que se generan pérdidas en una antena real [19].

En la Figura 3.2 se muestra el gráfico proporcionado por la UIT y que también está en las normas técnicas del MTC, para el cálculo de la intensidad de campo eléctrico característico.



**Figura 3.2:** Intensidades de campo características para antenas verticales

**Fuente:** Unión Internacional de Telecomunicaciones

Se debe tener en cuenta para utilizar el gráfico anterior que el eje de las abscisas corresponden a la altura de la antena en múltiplos de la Longitud de Onda ( $\lambda$ ), mientras que en el eje de ordenadas se encuentra los valores de Intensidad de Campo Característica en mV/m.

### 3.3.2. Potencia del transmisor (KW)

Viene a ser la potencia de portadora que se suministra sin modulación a la línea de alimentación de la antena. EL MTC clasificó a las estaciones según su emisión como se aprecia en la tabla 3.2.

Tipo de estación	Potencia de transmisión	Campo Característico
Clase A	Mayor que 100 Kw y hasta 150 Kw	Mínimo de 310 mV/m
Clase B	Mayor que 50 Kw y hasta 100 Kw	Mínimo de 295 mV/m
Clase C	Mayor que 1 Kw hasta 50 Kw	Mínimo de 290 mV/m
Clase D	Mayor que 100 w hasta 1 Kw	Mínimo de 250 mV/m

**Tabla 3.1.** Clasificación de estaciones  
**Fuente:** Normas técnicas del MTC

### 3.3.3. Frecuencia de trabajo (KHz)

Se asume el valor de la frecuencia asignada por el MTC, y que se ha autorizado para la estación transmisora de Onda Media, en la banda de 535 a 1605 KHz, para la cual se permite una tolerancia de frecuencia de +/- 10Hz.

### 3.3.4. Intensidad de campo eléctrico mínimo utilizable (dB µV/m)

La intensidad de campo para este caso estará dada por el valor mínimo de intensidad de campo necesaria para proporcionar una recepción satisfactoria en presencia de ruido atmosférico, ruido artificial y de señales producidas por otros transmisores, para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones se tomará en cuenta lo mostrado en la tabla 3.3.

Tipo de Estación		Intensidad de Campo
Clase A	Diurno	250 µV/m (48 dBµ)
	Nocturno	1250 µV/m (62 dBµ)
Clase B	Diurno	1250 µV/m (62 dBµ)
	Nocturno	6500 µV/m (76 dBµ)

<b>Clase C</b>	<b>Diurno</b>	1250 $\mu\text{V/m}$ (62 dB $\mu$ )
	<b>Nocturno</b>	6500 $\mu\text{V/m}$ (76 dB $\mu$ )
<b>Clase D</b>	<b>Diurno</b>	1250 $\mu\text{V/m}$ (62 dB $\mu$ )
	<b>Nocturno</b>	10000 $\mu\text{V/m}$ (80 dB $\mu$ )

**Tabla 3.2.** Intensidad de campo según clase de emisión

**Fuente:** Normas técnicas del MTC

### 3.3.5. Conductividad en mS/m.

Se tomará en cuenta el valor promedio de la conductividad del terreno del área de cobertura el cual tomará los valores que se tienen en las recomendaciones de la UIT, por lo que se tomarán en cuenta los valores de la tabla 3.1 y si se da el caso de que el terreno no es homogéneo se buscará encontrar una conductividad promedio para realizar los cálculos correspondientes.

### 3.3.6. Longitud de la línea de transmisión (m)

Es la longitud que existe entre la base de la antena y la sala de transmisión, para lo cual se debe tener en cuenta el valor de la frecuencia de trabajo.

El tipo de línea que se usa para el caso de las antenas con frecuencias hectométricas es el de línea de Pares.

### 3.3.7. Atenuación de la línea de transmisión

La atenuación en la línea de transmisión será un parámetro proporcionado por el fabricante y estará en la unidad de dB/100m

### 3.3.8. La Ganancia de la antena (dB)

Este parámetro viene a ser la relación generalmente expresada en decibelios que debe existir entre la potencia necesaria a la entrada de una antena de referencia sin pérdidas y la potencia suministrada a la entrada de la antena en cuestión, para que ambas antenas produzcan, en una dirección dada, la misma intensidad de campo, o la misma densidad de flujo de potencia, a la misma distancia. Salvo que se indique lo contrario, la ganancia se refiere a la dirección de máxima radiación de la antena.

### 3.4. Métodos de cálculo del área de cobertura de cualquier estación en la banda de Onda Media.

Para encontrar los métodos de cálculo que se usan para hallar el área de cobertura de estaciones en Onda Media, se presentó solicitudes al MTC para obtener dicha información además se hizo consultas a personas profesionales que trabajan en el área de telecomunicaciones, así como la búsqueda de información en las páginas oficiales de las entidades relacionadas con telecomunicaciones. Por lo que al final de dicha investigación se logró conseguir copias simples de estudios técnicos oficiales y aprobados por el Ministerio de Transportes, de diferentes radioemisoras autorizadas del departamento del Cusco.

En concreto teniendo en manos esta información y verificando con los alcances del MTC en sus normas técnicas para el servicio de radiodifusión [17], se llegó a la conclusión que para poder realizar el cálculo del área de cobertura, se aceptan principalmente dos métodos de cálculo los cuales presentaremos a continuación más detalladamente.

#### 3.4.1. Primer método para cálculo de área de cobertura

Este método consiste en el uso de diferentes parámetros que algunos de ellos vienen especificados en las características de la antena como por ejemplo las pérdidas generadas en la línea de transmisión y la atenuación debido a la longitud de la línea de transmisión. Además, se hace uso parámetros como potencia efectiva radiada, factores de atenuación, entre otros, es así que los resultados de este método generarán resultados más exactos debido a que se toman en cuenta más datos para realizar los cálculos.

#### Parámetros de Entrada

A continuación, se desarrollará un caso práctico con valores muy comúnmente usados en los perfiles de proyecto técnico, presentados ante el MTC.

Para lo cual daremos valores a los parámetros de entrada que no necesariamente corresponden datos reales, se detalla en la tabla 3.4 lo antes comentado.

Símbolo	Parámetros	Unidades
$P_T$	Potencia del transmisor	2,000 W
$f$	Frecuencia	1,130 KHz
$G_{dB}$	Ganancia de antena $\lambda/4$	1.3 dB.

<b>E<sub>r</sub></b>	Intensidad de campo eléctrico requerido	62 dB <sub>μV/m</sub>
<b>l</b>	Longitud de la línea de transmisión	75 m
<b>A<sub>L<sub>T</sub></sub></b>	Atenuación de línea de transmisión	3.4 dB/100m
<b>σ:</b>	Conductividad promedio	10 mS/m
<b>H(msnm)</b>	Altitud	3,945 msnm
<b>La</b>	Latitud	14° 15' 27"
<b>Lo</b>	Longitud	71° 14' 32"

**Tabla 3.3:** Parámetros de Entrada Primer Método

**Fuente:** Elaboración Propia

### Parámetros de salida

Para realizar el cálculo de la cobertura de una estación que presta servicios de radiodifusión en Onda Media, se deben encontrar los valores para los parámetros que a continuación se presentan:

**A<sub>T</sub>** : Atenuación total en toda la línea de transmisión expresado en dB.

**f<sub>AT</sub>** : Factor de atenuación de toda la línea de transmisión.

**P<sub>A</sub>** : La Potencia que ha de llegar a la antena.

**P<sub>ERP</sub>** : La Potencia efectiva radiada.

**f<sub>c</sub>** : El Factor de corrección que se usará en los nomogramas..

**E<sub>o</sub>** : El Campo eléctrico en dB<sub>μV/m</sub> para emplear los nomogramas.

**D** : Distancia en que se produce los contornos del campo requerido de 62dB<sub>μV/m</sub>.

#### 3.4.1.1. Atenuación total expresada en decibelios (A<sub>T</sub>)

Teniendo en cuenta que la línea de transmisión es el dispositivo que une la base de la antena con el transmisor se tiene que el cálculo de la atenuación total en la línea de transmisión se realiza mediante la aplicación de la relación proporcional que existe con la atenuación por cada unidad de longitud de línea de transmisión, dato que se puede encontrar en los datos técnicos que proporciona el fabricante del dispositivo (línea de transmisión), para lo cual se ha de utilizar la siguiente relación:

$$A_T = lA_{LT} \quad (3.1)$$

Si se tiene que:

$l$ : Longitud total de la línea de transmisión.

$A_{LT}$ : Atenuación en dB/100 metros de la línea de transmisión.

$A_T$ : Atenuación total la línea de transmisión.

Finalmente reemplazando en la relación (3.1) tenemos:

$$A_T = 75 \text{ m} \times 3.41 \frac{\text{dB}}{100 \text{ m}} = 2.56 \text{ dB} \quad \therefore \quad A_T = 2.56 \text{ dB}$$

#### 3.4.1.2. Factor de la atenuación en la línea de transmisión ( $F_{at}$ )

Para hallar el factor de atenuación será necesario tener en cuenta que debido a que la atenuación total de la línea de transmisión ( $A_T$ ) se calcula una vez obtenida la longitud de la línea de transmisión ( $l$ ) y la atenuación por cada unidad de longitud ( $A_{LT}$ ) de la línea de tx, teniendo en cuenta que este dato viene ya dado por el fabricante, siendo este el caso se procede a calcular el factor de atenuación referido a cualquier línea de transmisión, teniendo en cuenta que la atenuación total se expresará en decibelios, también se aclara que el signo negativo aparecerá debido a que se trata de una atenuación.

De la definición de un factor de atenuación expresado en decibelios y dado que el factor relaciona potencias entonces se tiene la siguiente expresión:

$$A_T = 10 \log(f_{AT}) \quad (3.2)$$

Resolviendo  $f_{AT}$  en función de  $A_T$ , obtenemos:

$$f_{AT} = 10^{\left(\frac{A_T}{10}\right)} \quad (3.3)$$

Reemplazando valores en (4.3) y teniendo en cuenta que  $A_T$  obtenido en 4.3 3.1. Debe ser negativo por ser una atenuación, se tiene:

$$f_{AT} = 10^{\left(\frac{-256}{10}\right)} = 0.55$$

### 3.4.1.3. Potencia en la antena ( $P_A$ )

Partiendo del concepto que se tiene para todo factor de potencias, se tiene que asumiendo una de las potencias como la potencia que llega a la antena (Potencia que sale de la línea de transmisión) y la otra potencia que ha sido enviada por el transmisor, tendremos lo siguiente:

$$f_{AT} = \frac{P_A}{P_T} \quad (3.4)$$

Resolviendo  $P_A$  se tiene:

$$P_A = P_T f_{AT} \quad (3.5)$$

Reemplazando en las ecuaciones se tiene que la potencia que llega a la antena es:

$$P_A = 2.000 \times 0.55 = 1,100W = 1.1KW$$

### 3.4.1.4. Potencia Efectiva Radiada ( $P_{erp}$ )

Teniendo el concepto de la Potencia Efectiva Radiada ( $P_{ERP}$ ), se tiene que vendría a ser la relación inversamente proporcional entre la potencia de llegada a la antena ( $P_A$ ) y la ganancia de la antena ( $G$ ). Por lo que se entiende que es la potencia del transmisor de la que no se toman en cuenta las pérdidas en la línea de transmisión, la cual se multiplica por la ganancia de la antena, siendo así se tiene que:

$$P_{ERP} = P_A G \quad (3.6)$$

También se tiene que la ganancia de la antena viene expresada en decibelios ( $G_{dB}$ ), el cual deberá expresarse de manera equivalente al valor del factor. Para lo que usando la expresión (4.2), se obtendrá la ganancia de la antena, donde:

$$G_{dB} = 10 \log(G) \quad (3.7)$$

Resolviendo  $G$  en función de  $G_{dB}$ , se tiene:

$$G = 10^{\left(\frac{G_{dB}}{10}\right)} \quad (3.8)$$

Luego si (3.8) en (3.6), obtenemos:

$$P_{ERP} = P_A 10^{\left(\frac{G_{dB}}{10}\right)} \quad (3.9)$$

La Relación (3.9) se usa normalmente para realizar el cálculo de la potencia efectiva radiada de cualquier planta transmisora de una estación para Onda media

Luego haciendo el reemplazo del valor de  $P_A$  hallado para la potencia y la ganancia de la antena ambos expresados en decibelios (dB), donde sabiendo que para antenas de Onda Media de un cuarto de longitud de onda ( $\lambda/4$ ) es de 1.3 decibelios (dB), en la relación de (4.9) se tiene:

$$P_{ERP} = 1100 \times 10^{\left(\frac{1.3}{10}\right)} = 1483.85 \text{ W}$$

#### 3.4.1.5. Ecuación general para la potencia efectiva radiada

Continuando, se va a proceder la obtención de una fórmula general para calcular la potencia efectiva radiada ( $P_{ERP}$ ) para lo que se toman en cuenta datos básicos; la cual obtenemos al combinarlas ecuaciones (3.9), (3.5), (3.3) y (3.1) de la siguiente forma: En la ecuación (3.9) se reemplazará la relación (3.5) y se obtendrá:

$$P_{ERP} = P_T f_{AT} 10^{\left(\frac{G_{dB}}{10}\right)} \quad (3.10)$$

Luego en (4.10) se reemplaza (4.3)

$$P_{ERP} = P_T 10^{\left(\frac{A_T}{10}\right)} 10^{\left(\frac{G_{dB}}{10}\right)} \quad (3.11)$$

Efectuando las operaciones necesarias y además poniendo el signo menos delante de  $A_T$  para obtener solo un valor positivo, debido a que  $A_T$  normalmente es negativo por ser atenuación, entonces se obtiene que:

$$P_{ERP} = P_T 10^{\left(\frac{G_{dB}-A_T}{10}\right)} \quad (3.12)$$

Finalmente, se reemplaza en (4.12) la ecuación (4.1) y se obtiene la ecuación final:

$$P_{ERP} = P_T 10^{\left(\frac{G_{dB}-lA_{LT}}{10}\right)} \quad (3.13)$$

La ecuación (3.13) es finalmente la ecuación que nos permite obtener la potencia efectiva radiada según los datos más elementales de cualquier planta transmisora, los cuales son: la atenuación por unidad de longitud de la línea ( $A_{LT}$ ), la ganancia de la antena ( $G_{dB}$ ) que se expresa en decibelios así como la potencia del transmisor ( $P$ ), la longitud de la línea de transmisión. Si bien es cierto que en la referida ecuación solo se debería reemplazar datos, podría ser considerada como un facilismo, ya que debido a que es sencilla de usar, al usarse se pierde la visión de la comprensión de lo que se está efectuando.

#### 3.4.1.6. Factor de corrección usado para el nomograma

El cálculo del factor de corrección  $a$  es necesario para que se pueda usar correctamente los nomogramas usados para el cálculo de distancia de cobertura de estaciones de Onda Media, para lo que se debe mencionar que estas fueron elaboradas principalmente para transmisores de un kilovatio de potencia efectiva radiada; debido a eso es que para este caso en el cual la potencia efectiva radiada sale menor de un kilovatio o dese el caso de que esta sea mayor de un kilovatio entonces se procede a efectuar las operaciones para hallar el factor de corrección [20]. Este cálculo viene a ser así:

$$f_c = 10 \log\left(\frac{P_{ERP}}{1Kw}\right) dB\mu v / m \quad (3.14)$$

$$f_c = 10 \log\left(\frac{1.483K_w}{1K_w}\right) = 1.7 \text{dB}\mu\text{V}/\text{m} \quad (3.15)$$

### 3.4.2. Cálculo del campo eléctrico para usar el nomograma

Se tiene en cuenta que el campo eléctrico que se requiere para usar los nomogramas, deberá de tener en cuenta el valor del factor de corrección. Para lo cual según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se asume el valor de la Intensidad del campo eléctrico ( $E_r$ ), en 62 dB $\mu$ V/m.

Para proseguir con los cálculos a este campo eléctrico requerido dado en dB $\mu$ V/m hay que sustraerle el factor de corrección anteriormente hallado, por lo que entonces se ha de usar la siguiente expresión:

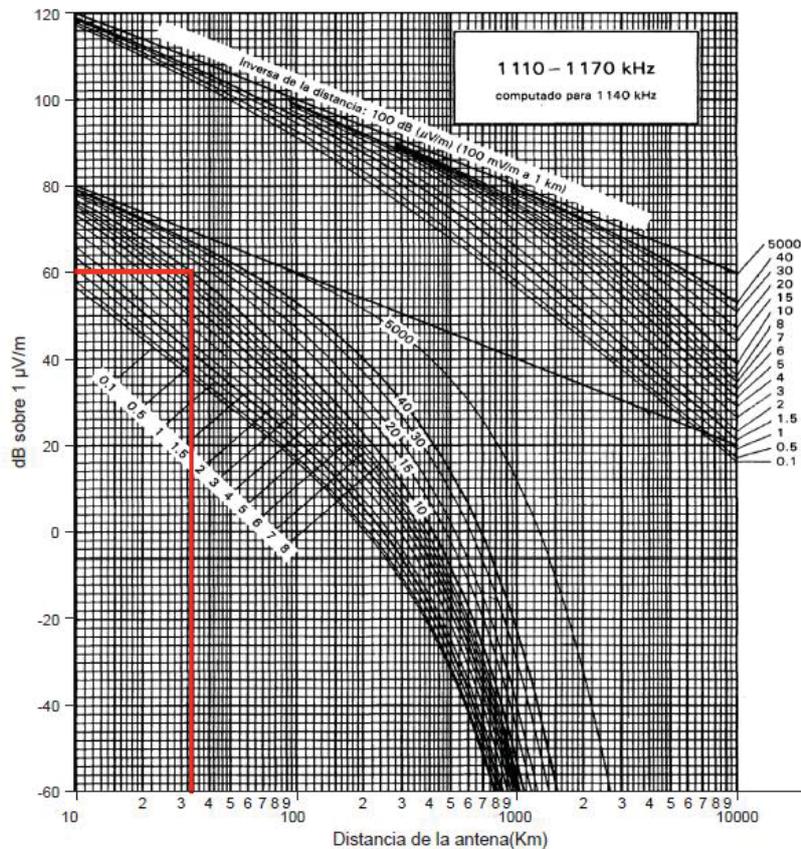
$$E = E_r - f_c \quad (3.16)$$

$$E_o = (62 - 1.7) \text{dB}\mu\text{V}/\text{m} \quad (3.17)$$

$$E_o = 60.3 \text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$$

### 3.4.3. Cálculo de la distancia de cobertura para la onda media

Con el valor del campo eléctrico de 60.7 dB $\mu$ V/m se va al nomograma de la Figura N° 3.5 en el cual está comprendida la frecuencia 1130 KHz y asumiendo la conductividad ( $\sigma$ ) de 10 ms/m, entonces se procede a realizar una recta horizontal (mostrada en línea roja) que interseca al valor de la conductividad que se asumió y luego su proyección en las abscisas con una recta vertical se tiene que la distancia en kilómetros tiene el valor de 32.5Km.



**Figura 3.3:** Nomograma de curvas de propagación para hallar distancia de cobertura

**Fuente:** Recomendación N° 368 de la UIT

#### 3.4.4. Segundo método para cálculo de área de cobertura

Este método es más simple que el método anterior, y como se ha podido comprobar en las copias simples de los perfiles de proyectos técnicos presentados por las radioemisoras y aprobados por el MTC. Es un método válido para hallar el cálculo del área de cobertura, el fundamento su aplicación está detallado en documento emitido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones con nombre "Actas Finales de la conferencia administrativa regional de radiodifusión por ondas hectométricas (Región 2) de Río de Janeiro" [19], en cual se encuentran también los gráficos antes mostrados (Figura 3.2 y Figura 3.1), utilizados para hallar el campo eléctrico característico y la distancia de cobertura para estaciones AM.

Es necesario tener en cuenta que normalmente se asume valores de conductividad homogénea así también que las torres deben ser monopolos verticales con plano de tierra y el uso de 120 radiales.

A continuación, se muestra la aplicación de este método.

**Parámetros de entrada:**

**F** : Frecuencia de trabajo (KHz)

**E** : Intensidad de campo eléctrico mínimo requerido (según MTC 62dB<sub>μV/m</sub>)

**P<sub>T</sub>**: Potencia de transmisión la estación (kW).

**σ** : Conductividad del suelo (mS/m)

**L<sub>a</sub>** : Longitud de la antena en múltiplos de longitud de onda

**L<sub>R</sub>**: Longitud de los radiales en múltiplos de longitud de onda

**Parámetros de salida:**

**E<sub>o</sub>**: Intensidad del campo eléctrico leída en los nomogramas (dB<sub>μV/m</sub>)

**E<sub>c</sub>**: Intensidad de campo característica (dB<sub>μV/m</sub>)

**D**: Distancia donde los contornos del campo requerido son de 62dB<sub>μV/m</sub>.

Entonces teniendo en cuenta que las antenas son omnidireccionales de campos característicos distintos, se realizan correcciones según las expresiones siguientes:

Si las Intensidades de campo se expresan en mV/m:

$$E = E_o \times \frac{E_c}{100} \times \sqrt{P} \tag{3.18}$$

Si las Intensidades de campo se expresan en (dB<sub>μV/m</sub>):

$$E = E_o + E_c - 100 + 10 \log P \tag{3.19}$$

A continuación, se desarrollará un caso práctico con valores muy comúnmente usados en los perfiles de proyecto técnico, presentados ante el MTC.

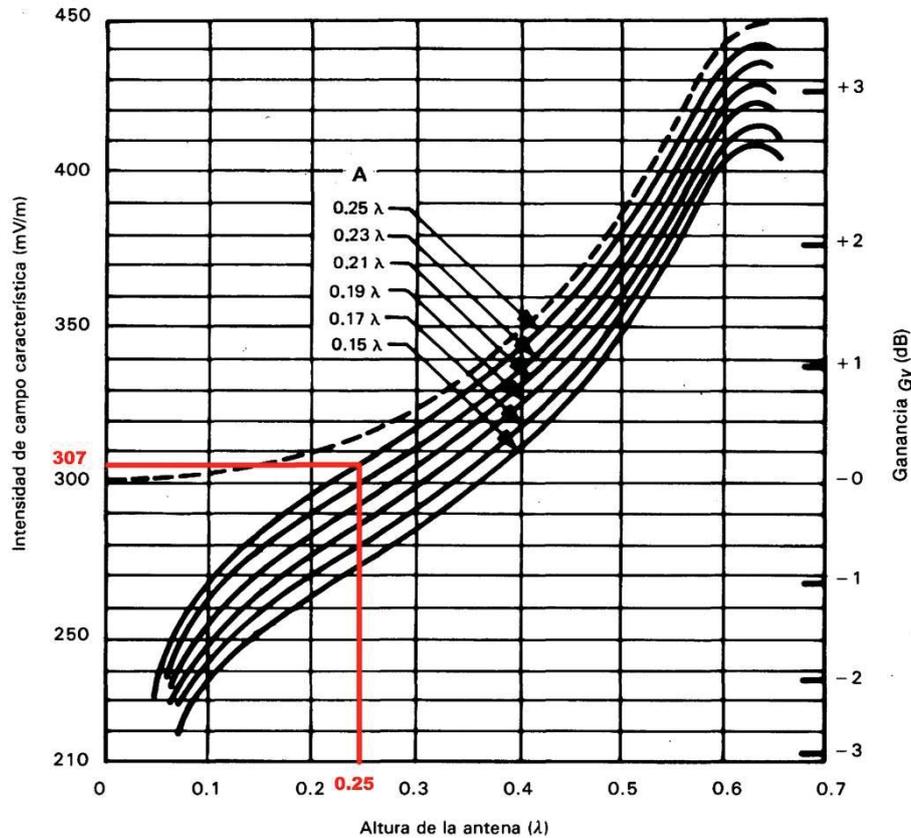
Símbolo	Parámetros	Unidades
<b>F</b>	Frecuencia de trabajo	1130 KHz
<b>E</b>	Intensidad de campo mínimo requerido (dB <sub>μV/m</sub> )	62 dB <sub>μV/m</sub>
<b>P<sub>T</sub></b>	Potencia de transmisión la estación (kW).	1kW
<b>σ</b>	Conductividad del suelo (mS/m)	10 mS/m
<b>L<sub>a</sub></b>	Longitud de la antena en múltiplos de longitud de Onda	0.25λ
<b>L<sub>R</sub></b>	Longitud de los radiales en múltiplos de longitud de Onda	0.25λ

**Tabla 3.4** Parámetros de entrada segundo método

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4.4.1. Cálculo de la Intensidad de campo característica (dB $\mu$ V/m)

Para realizar este cálculo se toma en cuenta el gráfico presentado en la Figura 3.6 como se muestra a continuación:



**Figura 3.4** Cálculo de intensidad de campo característica  
Fuente: Elaboración propia

Dónde:

Curvas de trazo continuo: Antena real

$A = L_R$ : Longitud de los radiales del sistema tierra =  $0.25\lambda$

$L_A$ : Longitud de la antena =  $0.25\lambda$

Y expresando la Intensidad de Campo Característica en dB viene a ser

$E_c =$  Intensidad de Cpo Característica =  $307$  mV/m =  $20 \log(307000) = 109.75$  dB $\mu$ V/m

Luego haciendo uso de la ecuación 3.19, expresadas las unidades en decibelios se tiene:

$$E = E_0 + E_c - 100 + 10 \log P$$

$$62 = E_0 + 109.7 - 100 + 10 \log P$$

$$62 = E_0 + 109.7 - 100 + 10 \log 1$$

$$E_0 = 52.25 \text{ dB} \mu \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

Seguidamente se hace uso del nomograma correspondiente siguiendo el método explicado anteriormente, para lo cual se asume una conductividad de  $10$  mS/m de donde se

obtiene que la distancia del área de cobertura es  $D= 41.307 \text{ Km}$ .

### 3.5. Uso de cartas geográficas del ING 1:100000 para el cálculo de cobertura

En el Reglamento del Ministerio de Transportes y Comunicaciones se estipula que para cualquier tipo de perfil técnico que tenga que ver con el uso de mapas o cartas nacionales, tengan que ser estas certificadas por el Instituto Nacional Geográfico. Siendo así las cartas deben estar en la escala de 1/100 000

Se tiene en la figura 3.7 el índice de cartas nacionales que se usan para el departamento del cusco, y en especial cuando se quiere solicitar autorización para prestar servicios de radio-difusión en Onda Media es necesario diagramar la cobertura en las cartas nacionales para adjuntar al expediente técnico que se presenta al MTC.

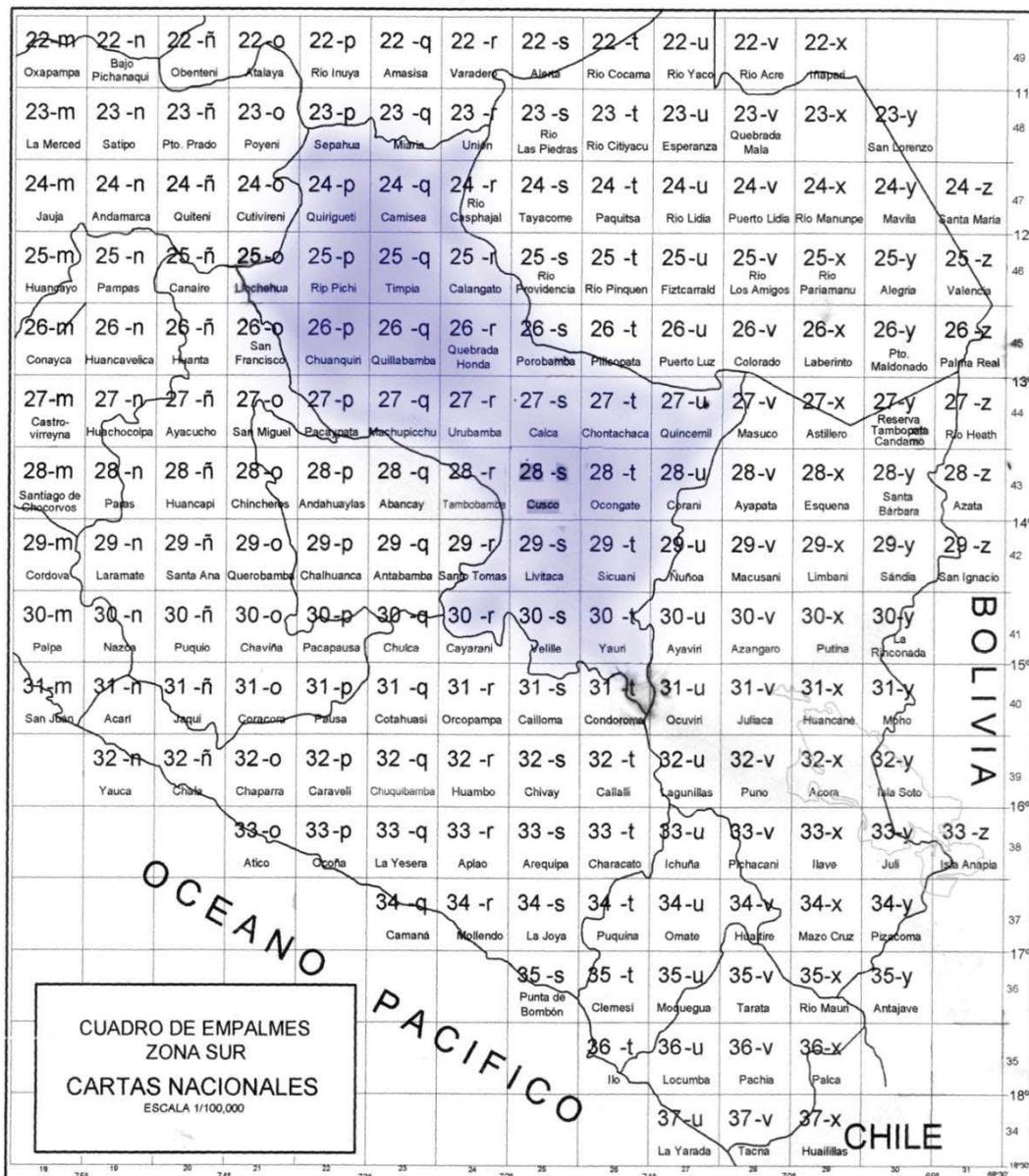


Figura 3.5 Índice de cartas nacionales para el departamento de Cusco

Fuente: Adaptado del Instituto Nacional Geográfico

Una vez realizado el cálculo de cobertura ya sea por el Primer o segundo método se prosigue a graficar el área de cobertura, si se toma en cuenta lo calculado por el primer método tiene que se trabajó con una frecuencia de 1130KHz, que en la actualidad está frecuencia corresponde a la radioemisora de Onda Media, "Bravo Miranda Miguel Angel." la cual se encuentra autorizada para transmitir en la localidad 1 de radiodifusión, correspondiéndole la zona de servicio del distrito de Wanchaq, provincia del Cusco, departamento del Cusco, También se averiguo que la estación de esta emisora se encuentra ubicada en el cerro Picchu que se encuentra circundante a la zona urbana de la ciudad del Cusco, por lo que habiéndose realizado todos los cálculos para la cobertura de esta frecuencia, se procede a diagramar en una carta nacional del Instituto Nacional Geográfico.

La localización de la antena radiante se encuentra exactamente en el cuadrángulo 28 – S que corresponde a la provincia del Cusco, donde el área de cobertura abarca cuatro cuadrángulos, y con fines prácticos y para su mejor comprensión se modifica las coordenadas de la estación emisora y el radio de cobertura para que el área de cobertura abarque solamente el cuadrángulo 28-s, por lo que se asume las coordenadas de  $13^{\circ}45'3''S$  y  $71^{\circ}45'11''O$  como también el radio de cobertura de 24 Km esta diagramación se encuentra en el Anexo1.de está presente tesis.

## **CAPÍTULO IV**

### **ASIGNACIÓN DE CANALES EN EL DEPARTAMENTO DEL CUSCO**

#### 4.1. Introducción

La canalización en el departamento del Cusco gestionada y administrada por el estado a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se ha dado con la creación de 3 localidades de radiodifusión, en este capítulo se mostrarán las localidades canalizadas para el departamento del Cusco; asimismo se muestran las otras canalizaciones realizadas por el mismo ministerio para los otros departamentos como una forma de mostrar el actuar de esta institución ministerial en lo referente a las canalizaciones de esta banda. Hay que indicar que las canalizaciones siempre se efectivizan mediante resoluciones viceministeriales.

La potencia con que las estaciones radiales prestan el servicio de radiodifusión sonora en Onda Media, es una información muy importante para saber las distancias de cobertura con que se opera en las localidades, y así poder analizar si se podrían o no implementar estaciones radiales de nuevas localidades, sin que se produzcan interferencias en determinadas zonas de servicio.

#### 4.2. Localidades de radiodifusión en Onda Media

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones “MTC” ha canalizado la banda de radiodifusión sonora en Onda Media para el departamento del Cusco mediante la Resolución Viceministerial N° 233-205-MTC/03 emitida el día 10 de Mayo del 2005 y publicada en las páginas del 292539 al 292540 del diario oficial EL PERUANO el día Sábado 14 de Mayo del 2005. En dicha resolución de canalización se han creado tres localidades de radiodifusión, las cuales son:

- Localidad 1: **Cusco-Anta-Calca-Paruro-Urubamba-Pisac** con 42 canales.
- Localidad 2: **Quillabamba-Echarate-Vilcabamba-Yanatile** con 5 canales.
- Localidad 3: **Sicuani-Espinar-Urcos-Marcapata-Camanti** con 26 canales.

##### 4.2.1. Localidad 1 Cusco-Anta-Calca-Paruro-Urubamba-Pisac

Las provincias, así como los distritos que están incluidos dentro de la localidad (1) se presentan a continuación en la tabla 4.1

**CUSCO-ANTA-CALCA-PARURO-URUBAMBA-PISAC**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO – CENTRO POBLADO	POBLACIÓN
CUSCO	ANTA	ANCAHUASI	6.947
CUSCO	ANTA	ANTA	16.703
CUSCO	ANTA	CACHIMAYO	2.285
CUSCO	ANTA	CHINCHAYPUJIO	4.303
CUSCO	ANTA	HUAROCONDO	5.762
CUSCO	ANTA	LIMATAMBO	9.801
CUSCO	ANTA	MOLLEPATA	2.600
CUSCO	ANTA	PUCYURA	4.258

CUSCO	ANTA	ZURITE	3.643
CUSCO	CALCA	CALCA	23.316
CUSCO	CALCA	COYA	4.026
CUSCO	CALCA	LAMAY	5.768
CUSCO	CALCA	LADES	7.210
CUSCO	CALCA	PISAC	10.188
CUSCO	CALCA	SAN SALVADOR	5.622
CUSCO	CALCA	TARAY	4.728
CUSCO	CALCA	YANATILE	13.337
CUSCO	CUSCO	CCORCA	2.235
CUSCO	CUSCO	CUSCO	118.316
CUSCO	CUSCO	POROY	7.817
CUSCO	CUSCO	SAN JERONIMO	47.101
CUSCO	CUSCO	SAN SEBASTIAN	115.305
CUSCO	CUSCO	SANTIAGO	90.154
CUSCO	CUSCO	SAYLLA	5.389
CUSCO	CUSCO	WANCHAQ	63.778
CUSCO	PARURO	ACCHA	3.787
CUSCO	PARURO	CCAPI	3.682
CUSCO	PARURO	COLCHA	1.138
CUSCO	PARURO	HUANOQUITE	5.648
CUSCO	PARURO	OMACHA	7.203
CUSCO	PARURO	PACCARITAMBO	2.012
CUSCO	PARURO	PARURO	3.338
CUSCO	PARURO	PILLPINTO	1.220
CUSCO	PARURO	YAUROSQUE	2.473
CUSCO	PAUCARTAMBO	CAICAY	2.701
CUSCO	PAUCARTAMBO	CHALLABAMBA	11.264
CUSCO	PAUCARTAMBO	COLQUEPATA	10.662
CUSCO	PAUCARTAMBO	HUANCARANI	7.634
CUSCO	PAUCARTAMBO	KOSÑIPATA	5.609
CUSCO	PAUCARTAMBO	PAUCARTAMBO	13.190
CUSCO	URUBAMBA	CHINCHERO	9.763
CUSCO	URUBAMBA	HUAYLLABAMBA	5.228
CUSCO	URUBAMBA	MACHUPICCHU	8.332
CUSCO	URUBAMBA	MARAS	5.794
CUSCO	URUBAMBA	OLLANTAYTAMBO	11.225
CUSCO	URUBAMBA	URUBAMBA	20.879
CUSCO	URUBAMBA	YUCAY	3.299

**Tabla 4.1.** Provincias y distritos de la Localidad 1

**Fuente:** Adaptado del MTC

#### 4.2.2. Localidad 2 Quillabamba-Echarate-Vilcabamba-Yanatile

Las provincias así como los distritos que están incluidos dentro de la localidad (2) se presentan a continuación en la tabla 4.2

<b>QUILLABAMBA-ECHARATE-VILCABAMBA-YANATILE</b>			
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO CENTRO POBLADO	POBLACION
CUSCO	LA CONVENCION	ECHARATE	44.983
CUSCO	LA CONVENCION	HUAYOPATA	4.698
CUSCO	LA CONVENCION	INKAWASI	5.054
CUSCO	LA CONVENCION	KIMBIRI	16.865
CUSCO	LA CONVENCION	MARANURA	6.058
CUSCO	LA CONVENCION	OCOBAMBA	6.767
CUSCO	LA CONVENCION	PICHARI	20.316
CUSCO	LA CONVENCION	QUELLOUNO	18.089

CUSCO	LA CONVENCION	SANTA ANA	34.434
CUSCO	LA CONVENCION	SANTA TERESA	6.476
CUSCO	LA CONVENCION	VILCABAMBA	14.288
CUSCO	LA CONVENCION	VILLA VIRGEN	1.817

**Tabla 4.2.** Provincias y distritos de la Localidad 2

**Fuente:** Adaptado del MTC

#### 4.2.3. Localidad 3 Sicuani-Espinar-Urcos-Marcapata-Camanti

Las provincias, así como los distritos que están incluidos dentro de localidad (3) se presentan a continuación en la tabla 4.3

#### **SICUANI-ESPINAR-URCOS-MARCAPATA-CAMANTI**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO CENTRO POBLADO	POBLACION
CUSCO	ACOMAYO	ACOMAYO	5.552
CUSCO	ACOMAYO	ACOPIA	2.379
CUSCO	ACOMAYO	ACOS	2.338
CUSCO	ACOMAYO	MOSOC LLACTA	2.287
CUSCO	ACOMAYO	POMACANCHI	9.020
CUSCO	ACOMAYO	RONDOCAN	2.379
CUSCO	ACOMAYO	SANGARARA	3.738
CUSCO	CANAS	CHECCA	6.302
CUSCO	CANAS	KUNTURKANKI	5.738
CUSCO	CANAS	LANGUI	2.467
CUSCO	CANAS	LAYO	6.333
CUSCO	CANAS	PAMPAMARCA	2.003
CUSCO	CANAS	QUEHUE	3.606
CUSCO	CANAS	TUPAC AMARU	2.868
CUSCO	CANAS	YANAOCA	9.976
CUSCO	CANCHIS	CHECACUPE	5.000
CUSCO	CANCHIS	COMBAPATA	5.394
CUSCO	CANCHIS	MARANGANI	11.247
CUSCO	CANCHIS	PITUMARCA	7.506
CUSCO	CANCHIS	SAN PABLO	4.680
CUSCO	CANCHIS	SAN PEDRO	2.804
CUSCO	CANCHIS	SICUANI	59.894
CUSCO	CANCHIS	TINTA	5.626
CUSCO	CHUMBIVILCAS	CAPACMARCA	4.596
CUSCO	CHUMBIVILCAS	CHAMACA	8.864
CUSCO	CHUMBIVILCAS	COLQUEMARCA	8.579
CUSCO	CHUMBIVILCAS	LIVITACA	13.357
CUSCO	CHUMBIVILCAS	LLUSCO	7.064
CUSCO	CHUMBIVILCAS	QUIÑOTA	4.895
CUSCO	CHUMBIVILCAS	SANTO TOMAS	26.564
CUSCO	CHUMBIVILCAS	VELILLE	8.492
CUSCO	ESPINAR	ALTO PICHIGUA	3.139
CUSCO	ESPINAR	CONDOROMA	1.400
CUSCO	ESPINAR	COPORAQUE	17.846
CUSCO	ESPINAR	ESPINAR	33.242
CUSCO	ESPINAR	OCORURO	1.606
CUSCO	ESPINAR	PALLPATA	5.542
CUSCO	ESPINAR	PICHIGUA	3.603
CUSCO	ESPINAR	SUYCKUTAMBO	2.768
CUSCO	QUISPICANCHI	ANDAHUAYLILLAS	5.465
CUSCO	QUISPICANCHI	CAMANTI	2.094
CUSCO	QUISPICANCHI	CCARHUAYO	3.129
CUSCO	QUISPICANCHI	CCATCA	17.944
CUSCO	QUISPICANCHI	CUSIPATA	4.770

CUSCO	QUISPICANCHI	HUARO	4.491
CUSCO	QUISPICANCHI	LUCRE	4.000
CUSCO	QUISPICANCHI	MARCAPATA	4.514
CUSCO	QUISPICANCHI	OCONGATE	15.614
CUSCO	QUISPICANCHI	OROPESA	7.280
CUSCO	QUISPICANCHI	QUIQUIJANA	10.962
CUSCO	QUISPICANCHI	URCOS	9.254

**Tabla 4.3.** Provincias y distritos de la Localidad 3

**Fuente:** Adaptado del MTC

### 4.3. La canalización del departamento del Cusco

Con respecto a las localidades es necesario mencionar los nombres asignados a dichas localidades muchas veces son largos tratándose de incluir las localidades geográficas más importantes, pudiendo ser ellas provincias o distritos; por ejemplo en la primera localidad mencionada todos los nombres corresponden a provincias y la última “Pisac” corresponde a un distrito que también está figurando con lo cual podemos deducir que no porque una provincia esté incluida en el nombre de la localidad de radiodifusión todas sus distritos necesariamente tienen que estar incluidas.

Así mismo se tiene que el número total de canales asignados para el departamento del Cusco es de 73 canales de Radiodifusión en Onda Media de los cuales se sabe que los canales 45 y 68 correspondientes a las frecuencias de 980 y 1210 KHz respectivamente, son usados ambos tanto en la Localidad 2 como en la Localidad 3, por lo que se les considera como Co-canales.

Canalización de la Localidad 1 del departamento del Cusco

#### 4.3.1.1. Disponibilidad de canales en la Localidad 1

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha designado un total de 42 canales para la localidad de radiodifusión 1, de los cuales se presenta la situación actual de los canales en la tabla 4.4.

<b>CUSCO-ANTA-CALCA-PARURO-URUBAMBA-PISAC</b>	
<b>Canalización Total</b>	42
<b>Autorizadas</b>	36
<b>Cancelación (impugn.)</b>	0
<b>Reservado Estado</b>	2
<b>Disponibilidad</b>	4
<b>Trámite</b>	0

**Tabla 4.4.** Disponibilidad de canales en Localidad 1

**Fuente:** MTC

#### 4.3.1.2. Canalización y asignación de frecuencias para estaciones autorizadas en la Localidad 1

La canalización y asignación de frecuencias, que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha ofertado en la Localidad 1, para que las empresas autorizadas puedan prestar servicios de radiodifusión en Onda Media, se detallan en la tabla 4.5, asimismo también se especifica el nombre o razón social de las estaciones radiales que cuentan con la autorización respectiva.

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Razón Social
1	7	600	INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISION DEL PERU - IRTP
2	10	630	
3	13	660	PRODUCTORA MUSICAL FLOWER RADIO SANTA MONICA E.I.R.L.
4	15	680	CONDO PEREZ MAGALY JENNIFER
5	17	700	ASOCIACION EDUCATIVA RADIAL Y TELEVISIVA TELEDUCACION LA SALLE
6	19	720	ASOCIACION.BENEFICO CRISTIANA PROMOTORA DE DESARROLLO INTEGRAL - A.B.C. PRODEIN
7	21	740	RADIO Y TELEDIFUSORA COMERCIAL REDE LATINO E.I.R.L.
8	23	760	RADIO LOS ANDES E.I.R.L. CHASKI
9	26	790	BARUK RADIO Y TELEVISION E.I.R.L.
10	28	810	HUALLPAMAYTA QUISPE GREGORIO
11	30	830	RADIO INTI RAYME E.I.R.L.
12	32	850	VARGAS SOTA PIEDAD
13	34	870	EMPRESA RADIODIFUSORA COMERCIAL RADIO MUNDO E.I.R.L.
14	37	900	
15	39	920	ASOCIACION VOZ CRISTIANA
16	41	940	RADIO WILLKAMAYU E.I.R.LTDA.
17	44	970	EMPRESA DE RADIODIFUSION TROPICANA S.R.LTDA.
18	47	1000	EMPRESA RADIODIFUSORA COMERCIAL "PRENSA AL DIA" E.I.R.L.
19	50	1030	RADIO HG-AM SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
20	53	1060	CANCHI CORNEJO EDGAR VICTOR
21	55	1080	RADIO SALKANTAY E.I.R.L.
22	58	1110	
23	60	1130	BRAVO MIRANDA MIGUEL ANGEL
24	62	1150	RADIO UNIVERSAL S.R.L.
25	64	1170	ASOCIACION CULTURAL BETHEL
26	66	1190	RADIO TAWANTINSUYO S.R.L.
27	69	1220	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
28	72	1250	EMPRESA DE RADIO TELEVISION SOL NACIENTE E.I.R.L.
29	74	1270	RADIODIFUSORA HORIZONTE E.I.R.L.
30	77	1300	CONSORCIO DE RADIODIFUSION CUSCO S.R.L.
31	80	1330	RADIO SAN MIGUEL S.C.R.LTDA.

32	<b>82</b>	1350	RADIO LIDER S.R.L.
33	<b>84</b>	1370	CHACON MUÑOZ DONATA
34	<b>87</b>	1400	RADIO LA HORA S.R.L.
35	<b>90</b>	1430	PRODUCCIONES ASTURIAS S.A.C.
36	<b>94</b>	1470	
37	<b>96</b>	1490	TEVES QUISPE JULIA
38	<b>98</b>	1510	VEGA VISION S.R.L.
39	<b>101</b>	1540	
40	<b>103</b>	1560	ASOCIACION RADIO MARIA
41	<b>105</b>	1580	VEGA VISION S.R.L.
42	<b>107</b>	1600	PEREZ ANDRADE RICARDO

**Tabla 4.5** Canalización de Localidad 1

**Fuente:** Adaptado del MTC

Los canales sombreados en color celeste indican que estos se encuentran libres y que pronto mediante concurso público se habilitaran para que empresas radioemisoras soliciten su autorización.

Los canales sombreados en color verde indican que el canal ha sido reservado para uso del el Estado.

#### **4.3.2. Canalización de la Localidad 2 del departamento del Cusco**

##### **4.3.2.1. Disponibilidad de canales en la Localidad 2**

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha designado un total de 5 canales para la localidad de Radiodifusión 2, de los cuales se presenta la situación actual de los canales en la tabla 4.6.

<b>QUILLABAMBA-ECHARATE-VILCABAMBA-YANATILE</b>	
<b>Canalización Total</b>	5
<b>Autorizadas</b>	2
<b>Cancelación (impugn.)</b>	0
<b>Reservado Estado</b>	1
<b>Disponibilidad</b>	2
<b>Trámite</b>	0

**Tabla 4.6** Disponibilidad de canales en Localidad 2

**Fuente:** MTC

##### **4.3.2.2. Canalización y asignación de frecuencias para estaciones autorizadas en la Localidad 2**

La Canalización y asignación de frecuencias, que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha ofertado en la Localidad 2, para que las empresas autorizadas puedan prestar servicios de radiodifusión en Onda Media, se detallan en la tabla 4.7, asimismo también se especifica el nombre o razón social de las estaciones radiales que cuentan con la autorización respectiva.

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Razón Social
1	45	980	INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISION DEL PERU - IRTP
2	68	1210	CENTRO DE LOS MEDIOS DE COMUNICACION SOCIAL DE QUILLABAMBA-PRU (CEMCOS-QUILLABAMBA)
3	76	1290	
4	92	1450	
5	100	1530	RADIODIFUSORA ONDAS DEL SUR ORIENTE S.R.L.

**Tabla 4.7** Canalización de Localidad 2

**Fuente:** MTC

El canal sombreado en color verde indica que el canal correspondiente ha sido reservado para uso del el Estado.

Los Canales sombreados en color celeste indican que estos se encuentran libres y que pronto mediante concurso público se habilitaran para que empresas radioemisoras soliciten su autorización.

### 4.3.3. Canalización de la Localidad 3 del departamento del Cusco

#### 4.3.3.1. Disponibilidad de canales en la Localidad 3

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha designado un total de 26 canales para la localidad de radiodifusión 3, de los cuales se presenta la situación actual de los canales en la tabla 4.8

<b>SICUANI-ESPINAR-URCOS-MARCAPATA-CAMANTI</b>	
<b>Canalización Total</b>	26
<b>Autorizadas</b>	24
<b>Cancelación (impugna.)</b>	0
<b>Reservado Estado</b>	2
<b>Disponibilidad</b>	0
<b>Trámite</b>	0

**Tabla 4.8** Disponibilidad de canales en Localidad 3

**Fuente:** MTC

#### 4.3.3.2. Canalización y asignación de frecuencias para estaciones autorizadas en la localidad 3

La canalización y asignación de frecuencias, que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha ofertado en la Localidad 3, para que las empresas autorizadas puedan prestar servicios de radiodifusión en Onda Media, se detallan en la tabla 4.9, asimismo también se especifica el nombre o razón social de las estaciones radiales que cuentan con la autorización respectiva.

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Razón Social
1	16	690	OLIVARES MENDOZA CINDY ROSARIO
2	18	710	INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISION DEL PERU - IRTP
3	22	750	SOTO FERNANDEZ ALBERTA
4	24	770	HALISTO CICALLO ANGELINO
5	31	840	ASOCIACION RELIGIOSA RADIO SANTA CRUZ
6	36	890	QUISPE UMASI, ROSALIA
7	38	910	AMERICANA DE RADIO DIFUSION SATELITE S.C.R.LTDA.
8	40	930	TACO LLAVE ALFREDO
9	43	960	SISTEMA DE RADIO Y TELEVISION CONCIERTO SANTA MONICA E.I.R.L.
10	45	980	TEVES QUISPE JULIA
11	49	1020	ASOCIACION CULTURAL TINTAYA
12	51	1040	EMPRESA MULTIMEDIO SISTEMA DE RADIO Y TELEVISION S.C.R.L.
13	68	1210	MONTESINOS MOLINA LUCILA
14	71	1240	EMPRESA RADIO DIFUSORA PACHATUSAN E.I.R.L.
15	75	1280	MINISTERIO MUNDIAL ASOCIADOS - DR. ALBERTO SANTANA
16	83	1360	ASOCIACION RELIGIOSA NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN DE CANCHIS
17	86	1390	TELECOM INGENIEROS S.A.C.
18	89	1420	CHUCHULLO TORRES MARILUZ
19	91	1440	CHACCA CHOQUE NARCISO
20	93	1460	HERRERA RODRIGUEZ, LUIS AUGUSTO DARIO TOMAS
21	95	1480	RADIO ESPINAR E.I.R.L.
22	97	1500	RADIO TELEVISION CRISTIANA S.A.C.
23	99	1520	FUENTES MOLLO NOE
24	102	1550	ESPINOZA OLIVARES MARGOT
25	104	1570	PUMA HUALLATA LUCRECIA YUNY
26	106	1590	INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISION DEL PERU - IRTP

**Tabla 4.9** Canalización de Localidad 3

**Fuente:** Elaboración propia

Los Canales sombreados en color verde indican que el canal correspondiente se ha reservado para uso del Estado.

#### 4.3.4. Total de estaciones radiales actuales en el departamento del Cusco

En resumen se puede observar si bien es cierto el total de canales asignados para el departamento del Cusco es de 73 canales, existen en total 62 estaciones de radiodifusión en Onda Media que cuentan con la autorización del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, mientras que se sabe se han cancelado 4 canales por impugnación y por no haber cumplido los requisitos impuestos por el MTC, que quedaron libres para concurso público, también se observa que existen 5 canales reservados para el uso del estado y específicamente en

la localidad 2 se observa que existen 2 canales disponibles para su uso, esta información más detalladamente se observará en la tabla 4.10.

Estaciones radiales	Localidad 1	Localidad 2	Localidad 3	Total
autorizadas	36	2	24	62
reservado	2	1	2	5
canceladas	0	0	0	0
disponibles	4	2	0	6
	42	5	26	73

**Tabla 4.10** Total de estaciones radiales actuales

**Fuente:** Elaboración propia

En total se cuentan con 62 canales de radiodifusión autorizadas para prestar servicios de radiodifusión en Onda Media

#### 4.4. La canalización de los departamentos limítrofes al Cusco.

La canalización en los departamentos limítrofes fue asignada también por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones mediante resoluciones viceministeriales y publicadas en el diario oficial El Peruano. En la actualidad el departamento del Cusco tiene 7 departamentos fronterizos cuyas provincias fronterizas con el departamento del Cusco son en total de 15 provincias fronterizas, en la tabla 4.11 se detalla esta información:

Departamentos fronterizos	Provincia 1	Provincia 2	Provincia 3	Provincia 4	Total
<b>Arequipa</b>	Castilla	Caylloma	Condesuyos	La Unión	<b>4</b>
<b>Apurímac</b>	Antabamba	Cotabambas	Abancay	X	<b>3</b>
<b>Ayacucho</b>	Huanta	La Mar	X	X	<b>2</b>
<b>Junín</b>	Satipo	X	X	X	<b>1</b>
<b>Madre de Dios</b>	Manú	X	X	X	<b>1</b>
<b>Puno</b>	Carabaya	Melgar	Lampa	X	<b>3</b>
<b>Ucayali</b>	Atalaya	X	X	X	<b>1</b>
					<b>15</b>

**Tabla 4.11** Localidades geográficas fronterizas

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.1 se muestra las provincias de los departamentos fronterizos y su proximidad con las provincias pertenecientes al departamento del Cusco, esto es importante debido a

que nos da una referencia para más adelante proponer las nuevas localidades de radio difusión.



4.4.1. Canali: **Figura 4.1** Mapa del Cusco y sus localidades fronterizas

**Fuente:** Elaboración propia

La canalización en Onda Media para el departamento de Arequipa se dio con el documento RVM 221-2006-MTC/03, en la tabla 4.12 se puede apreciar las localidades y sus respectivas canalizaciones.

DEPARTAMENTO DE AREQUIPA					
LOCALIDAD	ASIGNACION DE CANAL	FRECUENCIAS KHz	LOCALIDAD	ASIGNACION DE CANAL	FRECUENCIAS KHz
AREQUIPA (42canales)	1	540	AREQUIPA (42 canales)	98	1510
	3	560		101	1540
	6	590		103	1560
	9	620		106	1590
	16	690		108	1610
	18	710		29	820
	21	740		57	1100
	24	770		75	1280
	27	800		77	1300
	31	840		92	1450
34	870	97	1500		
			CAMANA (7canales)		

37	900		104	1570
40	930	<b>EL PEDREGAL- MAJES (4 canales)</b>	65	1180
43	960		79	1320
45	980		95	1480
47	1000		102	1550
50	1030	<b>MOLLENDO (6 Canales)</b>	81	1340
52	1050		86	1390
54	1070		88	1410
56	1090		93	1460
59	1120		99	1520
61	1140		105	1580
64	1170	<b>CARAVELÍ (4 Canales)</b>	62	1150
66	1190		72	1250
69	1220		81	1340
71	1240		90	1430
73	1260	<b>CASTILLA - CONDESUYOS LA UNIÓN (5 Canales)</b>	41	940
75	1290		48	1010
78	1310		58	1110
80	1330		84	1370
83	1360		105	1580
85	1380	<b>CAYLLOMA – CHIVAY (4 Canales)</b>	74	1270
87	1400		92	1450
89	1420		100	1530
91	1440		107	1600
94	1470			
96	1490			

**Tabla 4.12** Canalización de Arequipa

Fuente: MTC

#### 4.4.2. Canalización en el departamento de Apurímac

La canalización en Onda Media para el departamento de Apurímac se dio con el documento RVM 033-2005-MTC/03 en la tabla 4.13 se puede apreciar las localidades y sus respectivas canalizaciones.

DEPARTAMENTO DE APURÍMAC		
LOCALIDAD	ASIGNACION DE CA- NAL	FRECUENCIAS KHz
<b>APURÍMAC (13 Canales)</b>	23	760
	28	810
	31	840
	36	890
	42	950
	48	1010
	53	1060
	60	1130
	67	1200
	79	1320
	84	1370
	88	1410
	96	1490

**Tabla 4.13** Canalización de Apurímac

Fuente: MTC

#### 4.4.3. Canalización en el departamento de Ayacucho

La canalización en Onda Media para el departamento de Apurímac se dio con el documento RVM 031-2005-MTC/03 en la tabla 4.14 se puede apreciar las localidades y sus respectivas canalizaciones.

DEPARTAMENTO DE AYACUCHO					
LOCALIDAD	ASIGNACION DE CANAL	FRECUENCIAS KHz	LOCALIDAD	ASIGNACION DE CANAL	FRECUENCIAS KHz
AYACUCHO (32 Canales)	8	610	AYACUCHO (32 Canales)	63	1160
	14	670		66	1190
	17	700		69	1220
	25	780		73	1260
	28	810		76	1290
	31	840		78	1310
	33	860		80	1330
	35	880		82	1350
	38	910		86	1390
	40	930		88	1410
	42	950		91	1440
	45	980		96	1490
	49	1020		99	1520
	53	1060		102	1550
	56	1090		104	1570
	59	1120		106	1590

**Tabla 4.14** Canalización de Ayacucho

Fuente: MTC

#### 4.4.4. Canalización en el departamento de Junín

La canalización en Onda Media para el departamento de Apurímac se dio con el documento RVM 412-2005-MTC/03 en la tabla 4.15 se puede apreciar las localidades y sus respectivas canalizaciones.

DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
LOCALIDAD	ASIGNACION DE CANAL	FRECUENCIAS KHz	LOCALIDAD	ASIGNACION DE CANAL	FRECUENCIAS KHz
HUANCAYO JAUJA CONCEPCION CHUPACA (34 Canales)	3	560	LA OROYA JUNIN TARMA LA MERCED (18 Canales)	94	1470
	13	660		97	1500
	17	700		100	1530
	21	740		103	1560
	27	800		107	1600
	30	830		19	720
	34	870		39	920
	36	890		51	1040
41	940	54	1070		

	43	960		60	1130
	45	980		65	1180
	47	1000		70	1230
	49	1020		74	1270
	52	1050		76	1290
	55	1080		78	1310
	57	1100		80	1330
	61	1140		83	1360
	63	1160		87	1400
	67	1200		91	1440
	69	1220		93	1460
	71	1240		95	1480
	73	1260		98	1510
	75	1280		105	1580
	77	1300		16	690
	79	1320		28	810
	81	1340		42	950
	85	1380		44	970
	90	1430		64	1170
	92	1450		68	1210

**Tabla 4.15** Canalización de Junín

Fuente: MTC

#### 4.4.5. Canalización en el departamento de Madre de Dios

La canalización en Onda Media para el departamento de Apurímac se dio con el documento RVM 043-2005-MTC/03 en la tabla 4.16 se puede apreciar las localidades y sus respectivas canalizaciones.

DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS		
LOCALIDAD	ASIGNACION DE CANAL	FRECUENCIAS KHz
MADRE DE DIOS (14 Canales)	6	590
	18	710
	23	760
	37	900
	39	920
	53	1060
	58	1110
	63	1160
	66	1190
	70	1230
	85	1380
	95	1480
	100	1530
	105	1580

**Tabla 4.16** Canalización de Madre de Dios

Fuente: MTC

#### 4.4.6. Canalización en el departamento de Puno

La canalización en Onda Media para el departamento de Apurímac se dio con el documento 233-2013-MTC/03 en la tabla 4.17 se puede apreciar las localidades y sus respectivas canalizaciones

DEPARTAMENTO DE PUNO						
LOCALIDAD	ASIGNACION DE CANAL	FRECUENCIAS KHz	LOCALIDAD	ASIGNACION DE CANAL	FRECUENCIAS KHz	
MACUSANI (3 Canales)	3	560	PUNO JULIACA HUANCANÉ LAMPA MOHO AZÁNGARO PUTINA ILAVE AYAVIRI (40 Canales)	67	1200	
	24	770		70	1230	
	30	830		75	1280	
PUNO JULIACA HUANCANÉ LAMPA MOHO AZÁNGARO PUTINA ILAVE AYAVIRI (40 Canales)	5	580		77	1300	
	8	610		79	1320	
	11	640		81	1340	
	14	670		83	1360	
	16	690		88	1410	
	19	720		90	1430	
	21	740		93	1460	
	23	760		96	1490	
	25	780		99	1520	
	28	810		102	1550	
	32	850		104	1570	
	34	870		106	1590	
	36	890		YUNGUYO JULI (3 Canales)	48	1010
	38	910			72	1250
	40	930			86	1390
	42	950		CARABAYA (6 Canales)	3	560
	44	970			7	600
	46	990			20	730
	50	1030			24	770
	52	1050			30	830
	55	1080			35	880
	57	1100		SANDIA (3 Canales)	1	540
	60	1130			12	650
	62	1150			33	860
64	1170					

Tabla 4.17 Canalización de Puno

Fuente: MTC

Los canales resaltados con amarillo indican que estos se usan en 2 localidades.

#### 4.4.7. Canalización en el departamento de Ucayali

La canalización en Onda Media para el departamento de Apurímac se dio con el documento 038-2005-MTC/03 en la tabla 4.18 se puede apreciar las localidades y sus respectivas canalizaciones.

DEPARTAMENTO DE UCAYALI		
LOCALIDAD	ASIGNACION DE CANAL	FRECUENCIAS KHz
UCAYALI (19)	17	700
	21	740
	25	780
	29	820
	37	900
	42	950

	48	1010
	53	1060
	59	1120
	67	1200
	72	1250
	77	1300
	82	1350
	85	1380
	88	1410
	93	1460
	98	1510
	101	1540
	106	1590

**Tabla 4.18** Canalización de Ucayali  
Fuente: MTC

#### 4.5. La potencia de transmisión en las canalizaciones del MTC

La potencia que las estaciones han de usar debe estar registradas según el tipo de estación que se utilizará, ya sea de Clase A, B, C o D (señalado en la tabla 3.2) para el caso práctico y cuanto se ha indagado en todas las estaciones radiales, las potencias que se usan están en el rango de 1 a 5 KW [21].

En la información que se presentará a continuación se detallará la potencia que cada Estación usa para realizar la transmisión, así mismo se verá el lugar exacto de la localización de la antena y su correspondiente zona de servicio.

##### 4.5.1. Potencia de transmisión en la Localidad 1

Las estaciones radiales que brindan el servicio de radiodifusión en OM en la Localidad 1, han registrado la información correspondiente a la potencia con que transmitirán sus estaciones radiales, al momento de solicitar autorización de funcionamiento en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

A continuación, se dará a conocer los lugares donde funcionan las estaciones radiales autorizadas por el MTC correspondientes a la Localidad 1 del departamento del Cusco

Aquí encontraremos las provincias de:

- Cusco con 35 estaciones autorizadas
- Urubamba 1 estación autorizadas

Haciendo un total de 36 estaciones autorizadas actualmente para transmitir en OM. en la Localidad 1.

#### 4.5.1.1. Potencia de transmisión en la provincia de Cusco

Provincia: CUSCO

Banda	Razón Social	Frecuencia	Localización de Antena	Provincia	Distrito
		Potencia	Estudios	Provincia	Distrito
OM	PRODUCTORA MUSICAL FLOWER RADIO SANTA MONICA E.I.R.L.	660 KHz <b>3 KW</b>	Parcela n° 18 predio rustico qquehuepay poroy	CUSCO	POROY
			URB. MARCAVALLE P-20	CUSCO	WANCHAQ
OM	CONDO PEREZ MAGALY JENNIFER	680 KHz <b>1 KW</b>	CERRO QORIBANDERAYOC, COMUNIDAD HAQUIRA	CUSCO	SANTIAGO
			AV. EJERCITO N°823	CUSCO	SANTIAGO
OM	ASOCIACION.BENEFICO CRISTIANA PROMOTORA DE DESARROLLO INTEGRAL - A.B.C. PRODEIN	720 KHz <b>3 KW</b>	CERRO QUILLQUE	CUSCO	SANTIAGO
			PROLONGACION AV. GRAU N° 30	CUSCO	SANTIAGO
OM	RADIO Y TELEDIFUSORA COMERCIAL REDE LATINO E.I.R.L.	740KHz <b>1 KW</b>	HACIENDA TICA TICA, CERRO HUAYNACCORCOR	CUSCO	CUSCO
			CALLE TRES CRUCES DE ORO N° 430, 3ER PISO	CUSCO	CUSCO
OM	RADIO LOS ANDES E.I.R.L. CHASKI	760 KHz <b>2 KW</b>	CERRO PUNCURAYOC	CUSCO	POROY
			JR. CONDORCANQUI N°150, URB. TAHUANTINSUYO	CUSCO	CUSCO
OM	BARUK RADIO Y TELEVISION E.I.R.L.	790 KHz <b>3 KW</b>	SECTOR DENOMINADO ROSASNIYOC, PARCELA N° 32	CUSCO	CUSCO
			, PREDIO RUSTICO-HUANCA-BAMBA CALLE PUPUTI K-3B	CUSCO	CUSCO
OM	HUALLPAMAYTA QUISPE GREGORIO	810 KHz <b>5 KW</b>	ORGONPUJU CERRO PICOLKASAPATA	CUSCO	SAN JERONIMO
			AV. INFANCIA N° 551	CUSCO	WANCHAQ
OM	RADIO INTI RAYME E.I.R.L.	830 KHz <b>5 KW</b>	MULA VELANAYUC (ZONA RURAL)	CUSCO	CUSCO
			CALLE INCA N° 650 SANTIAGO.	CUSCO	SANTIAGO
OM	VARGAS SOTA PIEDAD	850 KHz <b>5 KW</b>	PARCELA JATUNPAMPA	CUSCO	CUSCO
			AV. DE LA CULTURA N°3035 A-1	CUSCO	SAN SEBASTIAN
OM	EMPRESA RADIODIFUSORA COMERCIAL RADIO MUNDO E.I.R.L.	870 KHz <b>1 KW</b>	LOCALIDAD SACSAYHUAMAN WANCHAQ. CALLE DANIEL ALCIDES CARRION N° 602, URB. FIDERANDA	CUSCO	WANCHAQ
				CUSCO	WANCHAQ
OM	ASOCIACION VOZ CRISTIANA	920 KHz <b>1 KW</b>	SECTOR DE HUAYRAQPUNCU-SIRENACHAYOQ LOS CHASQUIS LOTE B - 6B - URB. LOS ANDENES	CUSCO	CUSCO
				CUSCO	CUSCO
OM	RADIO WILLKAMAYU E.I.R.LTDA.	940 KHz <b>1 KW</b>	BALCONCILLO C-9 HUAYLLARCCOCHA. AV. INFANCIA N° 527	CUSCO	WANCHAQ
				CUSCO	WANCHAQ
OM	EMPRESA DE RADIODIFUSION TROPICANA S.R.LTDA.	970 KHz <b>5 KW</b>	ZONA DENOMINADA AYUDA MUTUA	CUSCO	CUSCO
			ASOC. PRO-VIVIENDA EL PERIODISTA LT. B-13	CUSCO	WANCHAQ
OM	EMPRESA RADIODIFUSORA COMERCIAL "PRENSA AL DIA" E.I.R.L.	1000 KHz <b>2 KW</b>	ZONA WASAHUARA, CERRO CURACA	CUSCO	CUSCO
			URB. VILLA EL PERIODISTA LOTE E-1	CUSCO	WANCHAQ
OM	RADIO HG-AM SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	1030 KHz <b>1 KW</b>	CARRET. DE CIRCUNVALACION URB. VILLA SAN BLAS CUSCO	CUSCO	CUSCO
			JR. RICARDO PALMA M-2 CUSCO	CUSCO	WANCHAQ

OM	CANCHI CORNEJO EDGAR VICTOR	1060 KHz <b>1 KW</b>	ASOC.DE PRO VIVIENDA AYUDA MUTUA MZ LL LT 1-2	CUSCO	CUSCO
			JR. JUAN ESPINOZA MEDRANO P-13 URB. ROSAS PATA	CUSCO	CUSCO
OM	RADIO SALKANTAY E.I.R.L.	1080 KHz <b>2.5 KW</b>	CERRO UCCHULLO SECTOR TAWANTINSUYO	CUSCO	CUSCO
			CALLE RETIRO N° 296 -A	CUSCO	CUSCO
OM	BRAVO MIRANDA MIGUEL ANGEL	1130 KHz <b>5 KW</b>	COMUNIDAD DE QUILLAHUATA, LADO DERECHO DEL ABRA DE CCORAO	CUSCO	SAN SEBASTIAN
			PROLONGACION AV. DE LA CULTURAL N° 1505	CUSCO	SAN SEBASTIAN
OM	RADIO UNIVERSAL S.R.L.	1150 KHz <b>2.5 KW</b>	PARAJE HUAYRAQPUNCU	CUSCO	CUSCO
			URB. SANTA MONICA, CALLE SANTOS CHOCANO LLOQUE BLOQUE "G -11"	CUSCO	WANCHAQ
OM	ASOCIACION CULTURAL BETHEL	1170 KHz <b>1 KW</b>	CERRO INTIHUATANA	CUSCO	CUSCO
			AV. 28 DE JULIO N°1781	LIMA	LA VICTORIA
OM	RADIO TAWANTINSUYO S.R.L.	1190 KHz <b>2 KW</b>	CERRO OSCOLLO, LA RECOLETA	CUSCO	CUSCO
			AV. EL SOL N°830	CUSCO	CUSCO
OM	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	1220 KHz <b>1 KW</b>	GRANJA KAYRA	CUSCO	SAN JERONIMO
			CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC, SOTANO DEL PABELLON "C"	CUSCO	CUSCO
OM	EMPRESA DE RADIO TELEVISION SOL NACIENTE E.I.R.L.	1250 KHz <b>3 KW</b>	FUNDO HUASAHUARA, CUSCO	CUSCO	CUSCO
			PSJE CONSTANCIA 102, OF-410, WANCHAQ, CUSCO	CUSCO	CUSCO
OM	RADIODIFUSORA HORIZONTE E.I.R.L.	1270 KHz <b>2 KW</b>	COMUNIDAD DE SENJA	CUSCO	POROY
			JR. JOSE OLAYA H-9, URB. BANCO-PATA	CUSCO	SANTIAGO
OM	CONSORCIO DE RADIODIFUSION CUSCO S.R.L.	1300 KHz <b>5 KW</b>	CERRO TITICACA	CUSCO	CUSCO
			CALLE SACSAYWAMAN K-10 URB. MANUEL PRADO CUSCO.	CUSCO	CUSCO
OM	RADIO SAN MIGUEL S.C.R.LTDA.	1330 KHz <b>1 KW</b>	CERRO OSCOLLOPATA	CUSCO	CUSCO
			AV. GARCILAZO DE LA VEGA N° 604	CUSCO	WANCHAQ
OM	RADIO LIDER S.R.L.	1350 KHz <b>1 KW</b>	CERRO HUAYNAPICCHU	CUSCO	CUSCO
			CALLE TRES CRUCES DE ORO N° 486	CUSCO	CUSCO
OM	CHACON MUÑOZ DONATA	1370 KHz <b>3 KW</b>	CERRO QUILLISAMOPO DE IBERIA	CUSCO	CUSCO
			CALLE MOJASPATA N° 745	CUSCO	CUSCO
OM	RADIO LA HORA S.R.L.	1400 KHz <b>1 KW</b>	CERRO OSQOLLO	CUSCO	CUSCO
			CONJUNTO HABITACIONAL PACHACUTEC A-105	CUSCO	WANCHAQ
OM	PRODUCCIONES ASTURIAS S.A.C.	1430 KHz <b>1 KW</b>	CERRO TICA TICA	CUSCO	CUSCO
			AV. AVIACION N° 5150, 2DO PISO	LIMA	SANTIAGO DE SURCO
OM	TEVES QUISPE JULIA	1490 KHz <b>5 KW</b>	CERRO HATUM PAMPA	CUSCO	CUSCO
			CERRO HATUMPAMPA - PICCHU	CUSCO	CUSCO
OM	VEGA VISION S.R.L.	1510 KHz <b>1 KW</b>	CERRO COCHAPATA, COMUNIDAD SALKANTAY	CUSCO	CUSCO
OM	ASOCIACION RADIO MARIA	1560 KHz <b>1 KW</b>	AV. TUPAC AMARU D-3, URB. PROGRESO	CUSCO	WANCHAQ
			ZONA MOCORROPATA	CUSCO	WANCHAQ
OM	VEGA VISION S.R.L.	1580 KHz <b>1 KW</b>	CALLE GENERAL GARZON N°2031	LIMA	JESUS MARIA

			CERRO PICCHU	CUSCO	CUSCO
OM2	PEREZ ANDRADE RICARDO	1600 KHz 3 KW	AV. DEL EJERCITO N°849	CUSCO	CUSCO
			QUINTA MOLLOCOCHA, HUALLATAYOCC, PARROQUIA SAN CRISTOBAL	CUSCO	CUSCO

**Tabla 4.19** Potencia en provincia Cusco

Fuente: MTC (www.portal.mtc.gob.pe)

#### 4.5.2. Potencia de transmisión en la provincia de Urubamba

Provincia: Urubamba

Banda	Razón Social	Frecuencia	Localización de Antena	Provincia	Distrito
		Potencia	Estudios	Provincia	Distrito
OM	ASOCIACION EDUCATIVA RADIAL Y TELEVISIVA TELE EDUCACION LA SALLE	700 KHz 3 KW	CERRO SACRO,	URUBAMBA	MARAS
			MARAS AV. CHARCAHUAYLLA S/N	URUBAMBA	MARAS

**Tabla 4.20:** Potencia en provincia Urubamba

Fuente: MTC

#### 4.5.3. Potencia de transmisión en la Localidad 2

Las estaciones radiales que brindan el servicio de radiodifusión en OM en la Localidad 2, han registrado la información correspondiente a la potencia con que transmitirán sus estaciones radiales, en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

A Continuación, se dará a conocer los lugares donde funcionan las estaciones radiales autorizadas por el MTC correspondientes a la Localidad 2 del departamento del Cusco

Aquí encontraremos las provincias de:

- La Convención con 2 estaciones autorizadas

Haciendo un total de 2 estaciones autorizadas para transmitir en OM en la Localidad 2

##### 4.5.3.1. Potencia de transmisión en la provincia de La Convención

Provincia : La Convención

Banda	Razón Social	Frecuencia	Localización de Antena	Provincia	Distrito
		Potencia	Estudios	Provincia	Distrito
OM	CENTRO DE LOS MEDIOS DE COMUNICACION SOCIAL DE QUILLABAMBA-PRU (CEMCOS- QUILLABAMBA)	1210 KHz 1 KW	CARRETERA CARROZABLE DE QUILLABAMBA- MORRO,	LA CONVENCION	SANTA ANA
			SAN JUAN-SECTOR TIOBAMBA BAJA JR. MARTIN PIO CONCHA N° 339	LA CONVENCION	SANTA ANA
OM	RADIODIFUSORA ONDAS DEL SUR ORIENTE S.R.L.	1530 KHz 1 KW	JR. MAINIQUE N°. 450 - QUILLABAMBA	LA CONVENCION	SANTA ANA
			JR. RICARDO PALMA N°. 516 - QUILLABAMBA	LA CONVENCION	SANTA ANA HUAYOPATA

**Tabla 4.21** Potencia en provincia La Convención

Fuente: MTC

#### 4.5.4. Potencia de Transmisión en la Localidad 3

Las estaciones radiales que brindan el servicio de radiodifusión en OM en la Localidad 3, han registrado la información correspondiente a la potencia con que transmitirán sus estaciones radiales, en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

A continuación, se dará a conocer los lugares donde funcionan las estaciones radiales autorizadas por el MTC correspondientes a la Localidad 3 del departamento del Cusco

Aquí encontraremos las provincias de:

- Canas con 3 estaciones autorizadas
- Canchis con 8 estaciones autorizadas
- Chumbivilcas con 2 estaciones autorizadas
- Espinar con 9 estaciones autorizadas
- Quispicanchis con 2 estaciones autorizadas

Haciendo un total de 24 estaciones autorizadas para transmitir en OM.

##### 4.5.4.1. Potencia de transmisión en la provincia de Canas

Provincia : CANAS

Banda	Razón Social	Frecuencia	Localización de Antena	Provincia	Distrito
		Potencia	Estudios	Provincia	Distrito
OM	OLIVARES MENDOZA CINDY ROSARIO	690 KHz 1 KW	PARCELA MISQUIUNO	CANAS	YANAOCA
			AV. TUPAC AMARU N° 802	CANAS	YANAOCA
OM	SOTO FERNANDEZ ALBERTA	750 KHz 1KW	SECTOR FAUCHI - COMUNIDAD CAMPESINA JILAYHUA	CANAS	YANAOCA
			AV. TUPAC AMARU S/N	CANAS	YANAOCA
OM	ASOCIACION RELIGIOSA RADIO SANTA CRUZ	840 KHz 1 KW	CERRO HUAYLLUSI	CANAS	KUNTUR-KANKI
			PLAZA DE ARMAS S/N	CANAS	KUNTUR-KANKI

**Tabla 4.22:** Potencia en provincia Canas

Fuente: MTC

##### 4.5.4.2. Potencia de transmisión en la provincia de Canchis

Provincia : CANCHIS

Banda	Razón Social	Frecuencia	Localización de Antena	Provincia	Distrito
		Potencia	Estudios	Provincia	Distrito
OM	AMERICANA DE RADIO DIFUSION SATELITE S.C.R.LTDA.	910 KHz 1 KW	CERRO LECHEMOCCO	CANCHIS	SICUANI
			AV. MANUEL CALLO ZEVALLOS N° 161	CANCHIS	SICUANI
OM	TEVES QUISPE JULIA	980 KHz 1.5 KW	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPA ANZA	CANCHIS	SICUANI
			COMUNIDAD CAMPESINA PAMPA ANZA	CANCHIS	SICUANI

OM	EMPRESA RADIO DIFUSORA PACHATUSAN E.I.R.L.	1240 KHz 5 KW	SECTOR MOJOMPATA	CANCHIS	SICUANI
			JR. BOLIVAR N°217	CANCHIS	SICUANI
OM	MINISTERIO MUNDIAL ASOCIADOS - DR. ALBERTO SANTANA	1280 KHz 1 KW	ZONA CHUMMO QOCHA PAMPA	CANCHIS	SICUANI
			CALLE AREQUIPA N° 590	CANCHIS	SICUANI
OM	ASOCIACION RELIGIOSA NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN DE CANCHIS	1360 KHz 4 KW	COMUNIDAD CHUMO, ZONA RURAL TINTAYA,	CANCHIS	SICUANI
			PROLOG. AV. CENTENARIO N° 918 JR. DOS DE MAYO N° 206	CANCHIS	SICUANI
OM	TELECOM INGENIEROS S.A.C.	1390 KHz 3 KW	LADERAS DEL CERRO CHUMO COCHA PAMPA	CANCHIS	SICUANI
			MALECON SICUANI S/N	CANCHIS	SICUANI
OM	RADIO TELEVISION CRISTIANA S.A.C.	1500 KHz 1 KW	300 M. AV. PANAMERICANA AGUAS ARRIBA DEL RIACHUELO TINTAYA	CANCHIS	SICUANI
			ESQUINA CALLE ALEGRIA N°205 CON AV. AREQUIPA N°119	CANCHIS	SICUANI
OM	PUMA HUALLATA LUCRECIA YUNY	1570 KHz 1 KW	MIRMECCUCHO, SECTOR SONDORI, COMUNIDAD SENCA CHECTUYOC	CANCHIS	SICUANI
			JR. GARCILAZO DE LA VEGA N°111	CANCHIS	SICUANI

**Tabla 4.23** Potencia en provincia Canchis

Fuente: MTC

#### 4.5.4.3. Potencia de transmisión en la provincia de Chumbivilcas

Provincia : CHUMBIVILCAS

Banda	Razón Social	Frecuencia	Localización de Antena	Provincia	Distrito
		Potencia	Estudios	Provincia	Distrito
OM	MONTESINOS MOLINA LUCILA	1210 KHz 1 KW	COMUNIDAD DE USAÑAJE	CHUMBIVILCAS	SANTO TOMAS
			CALLE 28 DE JUNIO N°507	CHUMBIVILCAS	SANTO TOMAS
OM	ESPINOZA OLIVARES MARGOT	1550 KHz 1 KW	SECTOR DE YURAC-CCASA-COMUNIDAD DE QUEWINCHA	CHUMBIVILCAS	LIVITACA
			CALLE CONCEPCION MZ. J-4. LOTE 4	CHUMBIVILCAS	LIVITACA

**Tabla 4.24** Potencia en provincia Chumbivilcas

Fuente: MTC

#### 4.5.4.4. Potencia de transmisión en la provincia de Espinar

Provincia : Espinar

Banda	Razón Social	Frecuencia	Localización de Antena	Provincia	Distrito
		Potencia	Estudios	Provincia	Distrito
OM	QUISPE UMASI, ROSALIA	890 KHz 1 KW	HACIENDA CANCHA CCPAM-PAHUARCA	ESPINAR	ESPINAR
			AV. SAN MARTIN N°303, YAURI	ESPINAR	ESPINAR
OM	TACO LLAVE ALFREDO	930 KHz 1 KW	CCOLLA BERTAÑA, SECTOR QORIPATA	ESPINAR	ESPINAR
			AV. SAN MARTIN N° 311	ESPINAR	ESPINAR
OM	SISTEMA DE RADIO Y TELEVISION CONCIERTO SANTA MONICA E.I.R.L	960 KHz 1 KW	ZONA HATUNPUCARA, YAURI	ESPINAR	ESPINAR
			JR. CUSCO N° 805 - YAURI	ESPINAR	ESPINAR

OM	ASOCIACION CULTURAL TINTAYA	1020 KHz <b>5 KW</b>	CAMPAMENTO MINERO TINTAYA	ESPINAR	ESPINAR
			CAMPAMENTO MINERO TINTAYA	ESPINAR	ESPINAR
OM	EMPRESA MULTIMEDIO SISTEMA DE RADIO Y TELEVISION S.C.R.L.	1040 KHz <b>1 KW</b>	CERRO CHAUPI PUCARA, ESPINAR.	ESPINAR	ESPINAR
			CALLE ANTA S/N, ANTANAMPA	ESPINAR	ESPINAR
OM	CHUCHULLO TORRES MARILUZ	1420 KHz <b>1.5 KW</b>	CERRO HACHANCERCA	ESPINAR	PALLPATA
			CALLE AREQUIPA S/N	ESPINAR	PALLPATA
OM	CHACCA CHOQUE NARCISO	1440 KHz <b>3 KW</b>	CERRO HATUN PUCARA	ESPINAR	ESPINAR
			CALLE ALFONSO UGARTE N°433	ESPINAR	ESPINAR
OM	RADIO ESPINAR E.I.R.L.	1480 KHz <b>1 KW</b>	PASAJE ACCLLUYO, YAURI	ESPINAR	ESPINAR
			AV. EL SOL N° 230, YAURI	ESPINAR	ESPINAR
OM	FUENTES MOLLO NOE	1520 KHz <b>1 KW</b>	MORRO PORURO, YAURI	ESPINAR	ESPINAR
			AV. PANAMERICANA 105, YAURI	ESPINAR	ESPINAR

**Tabla 4.25** Potencia en provincia Espinar

Fuente: MTC

#### 4.5.4.5. Potencia de transmisión en la provincia de Quispicanchis

Provincia : Quispicanchis

Banda	Razón Social	Frecuencia	Localización de Antena	Provincia	Distrito
		Potencia	Estudios	Provincia	Distrito
OM	HALISTO CCALLO ANGE-LINO	770 KHz <b>1 KW</b>	CERRO MOLLEBAMBA	QUISPICANCHI	URCOS
			AV. TUPAC AMARU S/N	QUISPICANCHI	URCOS
OM	HERRERA RODRIGUEZ, LUIS AUGUSTO DARIO TOMAS	1460 KHz <b>1 KW</b>	KM. 2 CARRETERA MARCAPATA-CAPIRI	QUISPICANCHI	MARCAPATA
			PLAZA DE ARMAS S/N	QUISPICANCHI	MARCAPATA

**Tabla 4.26** Potencia en provincia Quispicanchis

Fuente: MTC

#### 4.6. Canales de Onda Media no usados en las localidades de radiodifusión del departamento del Cusco

Se tiene entendido que el número total de canales asignados entre las 3 localidades de radiodifusión es en total de 73 canales de los cuales se repiten 2 por lo que serían usados solo 71 canales, además que el número total de canales destinado para radiodifusión en Onda Media es de 107 según el MTC, entonces la diferencia de 36 canales de radio difusión es el número total de canales no usados en el departamento del Cusco.

Los canales usados en la actualidad se encuentran detallados en las tablas 4.5, 4.7 y 4.9, los canales que no están siendo usados se muestran en la tabla 4.27

Frecuencia (KHz)	Canal	Frecuencia (KHz)	Canal	Frecuencia (KHz)	Canal
540	1	780	25	1,120	59
550	2	800	27	1,140	61
560	3	820	29	1,160	63
570	4	860	33	1,180	65
580	5	880	35	1,200	67
590	6	950	42	1,230	70
610	8	990	46	1,260	73
620	9	1,010	48	1,310	78
640	11	1,050	52	1,320	79
650	12	1,070	54	1,340	81
670	14	1,090	56	1,380	85
730	20	1,100	57	1,410	88

**Tabla 4.27** Canales no usados en las 3 localidades

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.7. Canales de Onda Media no usados en las localidades de radiodifusión de los departamentos limítrofes al Cusco

Existen en los departamentos limítrofes localidades en las que no se hace el uso completo del espectro radioeléctrico para Onda Media debido a que los canales no se usan en su totalidad, lo cual podría favorecer crear localidades de radio difusión cerca de las zonas limítrofes, ya que al no haber frecuencias utilizadas de otros departamentos reducía las interferencias, a continuación, se detallara los canales no usados en departamentos vecinos del departamento del Cusco.

##### 4.7.1. Canales no usados en el departamento de Arequipa

La canalización en Onda Media para el departamento de Arequipa ha dejado sin uso 36 canales de radiodifusión libres, en la tabla 4.28 se puede apreciar los canales que no están siendo usados en la actualidad.

DEPARTAMENTO DE AREQUIPA			
CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz	CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz
2	550	32	850

4	570	33	860
5	580	35	880
7	600	36	890
10	630	38	910
11	640	39	920
12	650	42	950
13	660	44	970
14	670	46	990
15	680	49	1020
17	700	51	1040
19	720	53	1060
20	730	55	1080
22	750	63	1160
23	760	67	1200
25	780	70	1230
28	810	76	1300
30	830	82	1350

**Tabla 4.28** Canales no usados de Arequipa

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.2. Canales No Usados en el Departamento de Apurímac

La canalización en Onda Media para el departamento de Apurímac ha dejado sin uso 95 canales de radiodifusión libres, en la tabla 4.29 se puede apreciar los canales que no están siendo usados en la actualidad.

DEPARTAMENTO DE APURÍMAC					
CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz	CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz	CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz
1	540	37	900	73	1260
2	550	38	910	74	1270
3	560	39	920	75	1280
4	570	40	930	76	1290
5	580	41	940	77	1300
6	590	43	960	78	1310
7	600	44	970	80	1330
8	610	45	980	81	1340
9	620	46	990	82	1350
10	630	47	1000	83	1360
11	640	49	1020	85	1380
12	650	50	1030	86	1390
13	660	51	1040	87	1400
14	670	52	1050	89	1420
15	680	54	1070	90	1430
16	690	55	1080	91	1440
17	700	56	1090	92	1450
18	710	57	1100	93	1460
19	720	58	1110	94	1470
20	730	59	1120	95	1480
21	740	61	1140	97	1500
22	750	62	1150	98	1510
24	770	63	1160	99	1520
25	780	64	1170	100	1530

26	790	65	1180	101	1540
27	800	66	1190	102	1550
29	820	68	1210	103	1560
30	830	69	1220	104	1570
32	850	70	1230	105	1580
33	860	71	1240	106	1590
34	870	72	1250	107	1600
35	880			108	1610

**Tabla 4.29** Canales no usados de Apurímac

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.3. Canales No Usados en el departamento de Ayacucho

La canalización en Onda Media para el departamento de Ayacucho ha dejado sin uso 76 canales de radiodifusión libres, en la tabla 4.30 se puede apreciar los canales que no están siendo usados en la actualidad.

DEPARTAMENTO DE AYACUCHO					
CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz	CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz	CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz
1	540	34	870	71	1240
2	550	36	890	72	1250
3	560	37	900	74	1270
4	570	39	920	75	1280
5	580	41	940	77	1300
6	590	43	960	79	1320
7	600	44	970	81	1340
9	620	46	990	83	1360
10	630	47	1000	84	1370
11	640	48	1010	85	1380
12	650	50	1030	87	1400
13	660	51	1040	89	1420
15	680	52	1050	90	1430
16	690	54	1070	92	1450
18	710	55	1080	93	1460
19	720	57	1100	94	1470
20	730	58	1110	95	1480
21	740	60	1130	97	1500
22	750	61	1140	98	1510
23	760	62	1150	100	1530
24	770	64	1170	101	1540
26	790	65	1180	103	1560
27	800	67	1200	105	1580
29	820	68	1210	107	1600
30	830	70	1230	108	1610
32	850				

**Tabla 4.30** Canales no usados de Ayacucho

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.4. Canales no usados en el departamento de Junín

La canalización en Onda Media para el departamento de Junín ha dejado sin uso 79 canales de radio difusión libres, en la tabla 4.31 se puede apreciar los canales que no están siendo usados en la actualidad.

DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz	CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz	CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz
1	540	36	890	71	1240
2	550	38	910	72	1250
4	570	40	930	73	1260
5	580	41	940	74	1270
6	590	42	950	75	1280
7	600	43	960	76	1290
8	610	44	970	77	1300
9	620	45	980	78	1310
10	630	46	990	79	1320
11	640	47	1000	80	1330
12	650	48	1010	81	1340
14	670	49	1020	82	1350
15	680	50	1030	83	1360
16	690	51	1040	84	1370
18	710	52	1050	86	1390
19	720	54	1070	87	1400
20	730	55	1080	88	1410
22	750	56	1090	89	1420
23	760	57	1100	90	1430
24	770	59	1120	91	1440
25	780	60	1130	92	1450
26	790	61	1140	93	1460
28	810	62	1150	94	1470
29	820	64	1170	96	1490
31	840	65	1180	97	1500
32	850	67	1200	98	1510
33	860	68	1210	99	1520
34	870	69	1220	101	1540
35	880			102	1550

**Tabla 4.31** Canales no usados de Junín

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.5. Canales no usados en el departamento de Madre de Dios

La canalización en Onda Media para el departamento de Madre de Dios ha dejado sin uso 94 canales de radiodifusión libres, en la tabla 4.32 se puede apreciar los canales que no están siendo usados en la actualidad.

DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS					
CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz	CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz	CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz
1	540	35	880	73	1260
2	550	36	890	74	1270
3	560	38	910	75	1280
4	570	40	930	77	1300
5	580	42	950	78	1310
7	600	43	960	79	1320
8	610	44	970	80	1330
9	620	45	980	81	1340
10	630	46	990	82	1350
11	640	47	1000	83	1360
12	650	48	1010	84	1370
13	660	49	1020	86	1390
14	670	50	1030	87	1400
15	680	51	1040	89	1420
16	690	52	1050	90	1430
17	700	54	1070	91	1440
19	720	55	1080	92	1450
20	730	56	1090	94	1470
21	740	57	1100	96	1490
22	750	59	1120	97	1500
24	770	60	1130	98	1510
25	780	61	1140	99	1520
26	790	62	1150	101	1540
27	800	64	1170	102	1550
28	810	65	1180	103	1560
29	820	67	1200	104	1570
30	830	68	1210	76	1290
31	840	69	1220	88	1410
32	850	41	940	93	1460
33	860	71	1240	106	1590
34	870	72	1250	107	1600
				108	1610

**Tabla 4.32** Canales no usados de Madre de Dios  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.6. Canales no usados en el departamento de Puno

La canalización en Onda Media para el departamento de Puno ha dejado sin uso 56 canales de radiodifusión libres, en la tabla 4.33 se puede apreciar los canales que no están siendo usados en la actualidad.

DEPARTAMENTO DE PUNO					
CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz	CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz	CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz
2	550	47	1000	80	1330
4	570	49	1020	82	1350
6	590	51	1040	84	1370
9	620	53	1060	85	1380
10	630	54	1070	87	1400
13	660	56	1090	89	1420

15	680	58	1110	91	1440
17	700	59	1120	92	1450
18	710	61	1140	94	1470
22	750	63	1160	95	1480
26	790	65	1180	97	1500
27	800	66	1190	98	1510
29	820	68	1210	100	1530
31	840	69	1220	101	1540
37	900	71	1240	103	1560
39	920	73	1260	105	1580
41	940	74	1270	107	1600
43	960	76	1290	108	1610
45	980	78	1310		

**Tabla 4.33** Canales no usados de Puno

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.7. Canales no usados en el departamento de Ucayali

La canalización en Onda Media para el departamento de Puno ha dejado sin uso 89 canales de radio difusión libres, en la tabla 4.34 se puede apreciar los canales que no están siendo usados en la actualidad.

DEPARTAMENTO DE UCAYALI					
CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz	CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz	CANAL NO USADO	FRECUENCIAS KHz
1	540	35	880	71	1240
2	550	36	890	73	1260
3	560	38	910	74	1270
4	570	39	920	75	1280
5	580	40	930	76	1290
6	590	41	940	78	1310
7	600	43	960	79	1320
8	610	44	970	80	1330
9	620	45	980	81	1340
10	630	46	990	83	1360
11	640	47	1000	84	1370
12	650	49	1020	86	1390
13	660	50	1030	87	1400
14	670	51	1040	89	1420
15	680	52	1050	90	1430
16	690	54	1070	91	1440
18	710	55	1080	92	1450
19	720	56	1090	94	1470
20	730	57	1100	95	1480
22	750	58	1110	96	1490
23	760	60	1130	97	1500
24	770	61	1140	99	1520
26	790	62	1150	100	1530
27	800	63	1160	102	1550
28	810	64	1170	103	1560
30	830	65	1180	104	1570
31	840	66	1190	105	1580
32	850	68	1210	107	1600
33	860	69	1220	108	1610
34	870	70	1230		

**Tabla 4.34** Canales no usados de Ucayali

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.8. Resumen de canales usados y no usados en departamentos fronterizos

Por expuesto en el capítulo IV de la presente tesis, se presenta la tabla 4.35 donde se da conocimiento de un resumen de los canales usados y de los canales no en los departamentos limítrofes del departamento del Cusco. Teniendo en cuenta claro que al espectro radioeléctrico correspondiente a la radiodifusión en Onda Media le corresponden 107 canales.

DEPARTAMENTO	CANALES USADOS	CANALES NO USADOS
Arequipa	72	36
Apurímac	13	95
Ayacucho	32	76
Junín	58	50
Madre de dios	14	94
Puno	52	56
Ucayali	19	89

**Tabla 4.35** Resumen de canales no usados  
**Fuente:** Elaboración propia

## **CAPÍTULO V**

### **DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE COBERTURA EN ONDA MEDIA**

## **5.1. Introducción**

En el presente capítulo se explica cómo es que se desarrolló el software para automatizar el cálculo de cobertura en onda media, específicamente para el departamento del Cusco, en la necesidad de que actualmente no se cuenta con alguna herramienta que permita realizar los cálculos para Onda Media, establecidos en las normas y lineamientos que establece del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

En la actualidad los cálculos que se presentan ante el MTC se realizan manualmente, utilizando curvas de propagación por onda de superficie [22] y curvas de intensidad de campo radiado característico para monopolos verticales, para que una vez obtenido los resultados se proceda a dibujar las áreas de cobertura en las cartas nacionales geográficas.

El propósito de la creación de una nueva herramienta para el cálculo de coberturas en onda media, es que pueda servir para realizar análisis de coberturas y de posibles interferencias con mayor rapidez y precisión, así como una mejor presentación visual de los resultados.

Para el desarrollo del software se hizo uso del programa Matlab, el cual permite generar una interfaz gráfica para interactuar con el usuario, sin necesidad de que este tenga conocimientos sobre programación en Matlab.

Si bien es cierto Matlab no es el lenguaje ideal para este tipo de proyecto. Existen otras alternativas como son Java o Python, que permiten elaborar programas mucho más visuales e interactivos. Matlab tiene la ventaja de ser un programa muy potente a la hora de implementar operaciones matemáticas complejas y/o pesadas. Se decidió utilizar Matlab en base a la experiencia y conocimientos del autor al implementar el programa.

## **5.2. Cálculo de cobertura de Onda Media según la UIT**

Los cálculos que se toman en cuenta actualmente en el MTC en su mayoría vienen dados según los métodos propuestos por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), máximo organismo a nivel internacional sobre el tema. Se tomó en cuenta la información que se propuso en la Conferencia regional de radiodifusión por onda hectométrica, para la región 2 en Río de Janeiro [19].

Se definieron en estas actas finales métodos de cálculos relacionados con las gráficas de propagación por onda de superficie, las que igualmente la UIT propone en la “RECOMENDACIÓN UIT-R P.368.7. Curvas de propagación por onda de superficie para frecuencias comprendidas entre 10kHz y 30MHz”.

A nivel mundial se siguen estas recomendaciones para el cálculo de cobertura de forma manual, teniendo en cuenta parámetros propios de la región como por ejemplo la conductividad del suelo.

A pesar que la información proporcionada por la UIT está muy bien definida no se tiene conocimiento de un software que se utilice para este tipo de cálculos de cobertura, a diferencia para FM, Televisión y otros tipos de transmisiones para los cuales existen softwares útiles para realizar sus cálculos, así por ejemplo un software muy popular llamado “Radio-Mobile”, el cual según sus especificaciones trabaja desde los 20 MHz hasta los 20 GHz.

### **5.3. Uso de las curvas de Propagación en el software**

Como ya se comentó en el capítulo III. El cálculo de cobertura depende directamente de las curvas de intensidad de campo por ondas de superficie versus la distancia; definidas por la UIT en su Recomendación UIT-R P 368-7 [18].

Para diseñar un programa que realice estos cálculos se plantearon 2 posibilidades, la primera es la de obtener las ecuaciones según una lectura de puntos en los nomogramas para cada curva, que en total serían 240 ecuaciones obtenidas con herramientas de Matlab, con puntos tomados en los mismos nomogramas, y la Segunda opción que se trata de importar los nomogramas en Matlab y aprovechando que se cuenta con nomogramas de alta resolución, y en escala lineal/logarítmica, utilizar herramientas de Matlab para que las escalas de los nomogramas sean las mismas que las de Matlab, verificando que cada punto leído sea el mismo tanto en el archivo de imagen (nomograma de la UIT) como digitalmente(nomograma en Matlab).

Con afán de buscar información sobre un software que nos pudiera proporcionar ecuaciones o las curvas necesarias de los nomogramas, se investigó a través de búsquedas en Internet, en la página de la UIT, consulta con especialistas en Ondas Medias que trabajan en el medio de la radiodifusión, incluso se solicitó información formalmente al MTC mediante solicitud de acceso a la información pública, no obteniendo información al respecto por lo que todas las gestiones resultaron infructuosas.

Las curvas de la banda de Onda Media que en el área geográfica corresponden a nuestra región van desde los 540 hasta los 1610 kHz, y están divididas en 19 gráficas.

Después de haber indagado, se llegó a la conclusión que las 19 gráficas del anexo II de las “Actas Finales de la Primera Conferencia Regional de Radiodifusión por Onda Hectométrica” [19], son las que poseen mayor tamaño y mayor resolución.

## **5.4. Metodología para el desarrollo del software**

El software se desarrolló haciendo uso de las herramientas especializadas proporcionadas por el paquete informático Matlab. Se utilizó el método típico que se usa en la ingeniería de software [23] que se sigue los siguientes pasos:

Primeramente, se definen los requerimientos del software en base a las necesidades del usuario, luego se procede con la realización del diseño el cual se implementará en código, para finalmente proceder a probar el código y documentarlo.

Seguidamente se procede a realizar las pruebas correspondientes, para demostrar que se cumplió con las expectativas y objetivos planteados inicialmente. Se debe tener en cuenta que por ser la 1ra versión del software se encuentren bastantes limitaciones, pero se espera que posteriormente se subsanen y se adicionen funcionalidades que aumenten su utilidad.

### **5.4.1. Etapas de desarrollo de software**

Dentro de la ingeniería de software, existen etapas que son necesarias para desarrollar un programa, ya sea el nivel del proyecto macro o micro. Así entonces se tienen cinco etapas de carácter secuencial: estudio de requerimientos y análisis, diseño, implementación, periodo de pruebas y documentación.

#### **5.4.1.1. Análisis de requerimientos**

Para comenzar el desarrollo del programa, es necesario tener en cuenta las necesidades que tiene un determinado cliente/usuario, ya que el programa va a responder mediante funcionalidades dichas necesidades y así generar un producto final esperado

#### **5.4.1.2. Diseño**

Para poder llevar a cabo las funcionalidades requeridas es necesario diseñar componentes del sistema que las realicen, para lo cual se debe tener un conocimiento de las herramientas y funciones nativas del lenguaje de programación escogido.

Primeramente, se diseña la interfaz gráfica que permitirá la interacción entre el usuario y el programa, para lo cual se ha tratado de que la interfaz sea intuitiva y permita al usuario seguir la secuencia de pasos sin mayor dificultad

y así se pueda ejecutar el programa correctamente.

Se ha usado elementos tales como botones, cuadros de texto, graficas, entre otros. De tal modo que una vez ejecutados se generan eventos que permitan ejecutar funciones específicas. Muchas de estas funciones solicitan datos de entrada al usuario, almacenan información en variables o generan información en pantalla.

Por último, se diseñarán directorios o carpetas donde se almacenan los archivos generados por el programa, tales como códigos del programa, archivos auxiliares, entre otros.

#### 5.4.1.3. Implementación

Una vez realizado el diseño, se procede a traducir la información a código y se ejecutan pruebas para verificar que el programa función correctamente, los primeros resultados saldrán en esta etapa, así entonces esta etapa la dividiremos en 2 etapas las cuales son: La implementación de las interfaces gráficas y la implementación de las funciones.

#### 5.4.1.4. Prueba

Una vez realizada la implementación, es necesario realizar las pruebas necesarias para verificar que el software funciona correctamente y realiza las tareas programadas de manera correcta

### 5.5. Modelo de desarrollo del software

El modelo que se tomara en cuenta para el desarrollo del software, ser el “Modelo en cascada”, el cual fue propuesto por Winston Royce en los años setentas, en este modelo se ordenan las etapas de manera secuencial, de manera que, para empezar una etapa, se debe previamente concluir con la etapa que le antecede.



**Figura 5.1** Esquema de modelo en cascada  
**Fuente:** José Antonio Mallma León

### 5.6. Análisis de requerimientos

En esta etapa se identifica cual será el objetivo del programa en base a las necesidades de los usuarios finales, para lo cual se considerará requerimientos funcionales y no funcionales, Los requerimientos funcionales vienen a ser los servicios que el programa puede proveer, mientras los requerimientos no funcionales corresponden a características como por ejemplo el tiempo de ejecución, o capacidad de almacenamiento.

Una vez haber identificado los requerimientos se decidió hacer uso de tres herramientas las cuales serán implementadas en el programa. En cada herramienta se usan distintos requerimientos con diferentes funcionalidades. Para lo cual se decidió usar una interfaz para cada herramienta, más una interfaz de inicio que permitirá el ingreso al programa

### **5.6.1. Requerimientos funcionales**

Es necesario analizar los objetivos del programa para identificar los requisitos funcionales:

- Primer requerimiento: realizar el cálculo matemático, necesario y validado por el MTC, para hallar los parámetros que se usaran en los nomogramas.
- Segundo requerimiento: hacer uso del nomograma que corresponda y determinar los resultados correspondientes, así como almacenar el nomograma utilizado para su posterior impresión.
- Tercer requerimiento: generar archivos que permitan visualizar el área de cobertura geográficamente referenciada, en Sistemas de Información Geográfica (SIG), como pueden ser ARCGIS, GOOGLEEARTH, GOOGLEMAPS, entre otros.

#### **5.6.1.1. Interfaz Gui\_Inicial**

El objetivo de esta interfaz es dar la bienvenida al usuario y permitirle acceder al programa, así como también dar la opción al usuario de tener la información necesaria, en forma digital de cómo se realizan los cálculos en el programa para hallar el área de cobertura, los cuales también son aceptados por el MTC, asimismo se brinda información mediante un manual de usuario que permita ejecutar el programa correctamente.

#### **5.6.1.2. Interfaz Gui\_PrimerMétodo**

Esta interfaz está basada principalmente en el primer método de análisis de cálculo de cobertura para Onda Media mencionado en el capítulo III, para ello se permite ingresar los parámetros de entrada, para seguidamente realizarse el cálculo de los parámetros de salida.

Con respecto a la visualización de los datos ingresados, el programa debe poder filtrar los datos mostrados. Los filtros serán aplicados de acuerdo a la información asociada a cada dato. Con esta funcionalidad el usuario podrá, por ejemplo, ingresar solo valores de frecuencia aceptados en el “Plan Nacional de Atribución de Frecuencias”.

#### **5.6.1.3. Interfaz Gui\_SegundoMetodo**

Esta Interfaz está basada en el segundo método de análisis de cálculo de cobertura mencionado en el capítulo III, y al igual que el Interfaz Gui\_PrimerMétodo, también se pide al usuario ingresar los parámetros de entrada, y seguidamente haciendo uso de gráficas oficiales de la UIT, poder calcular los parámetros de salida, que permitirán el cálculo final de la distancia de cobertura. El proceso de Filtrado de datos se realiza de forma parecida que en el primer método.

#### **5.6.1.4. Interfaz Gui\_Campocaracteristico**

A través de esta interfaz, el usuario podrá obtener el valor correspondiente al campo eléctrico característico ( $E_c$ ), haciendo uso de los datos introducidos en la interfaz gui\_PrimerMetodo-Metodo y del gráfico adecuado proporcionado por el MTC y la UIT, para el cálculo del  $E_c$ . Esta interfaz no solo generará resultados de parámetros de salida, sino que también podrá exportarse en formato pdf, o realizar su impresión directamente.

#### **5.6.1.5. Interfaz Gui\_Tercero**

A través de esta ventana, el usuario podrá graficar interactivamente en el nomograma según los resultados obtenidos en la interfaz Gui\_PrimerMetodo, permitiendo de esta forma obtener el parámetro de distancia de cobertura, asimismo se da la opción de generar el nomograma graficado por el programa, en formato pdf o si se desea imprimirlo directamente.

#### **5.6.1.6. Interfaz Gui Cuarto**

Inicialmente en esta interfaz se muestra un gráfico que indica características que están asociadas a la frecuencia de trabajo que se ingresó en la interfaz “gui\_PrimerMetodo”, tales como son la disponibilidad de la frecuencia en la canalización del MTC, la localidad de radiodifusión a la que pertenece, y la ubicación en el mapa del departamento del Cusco.

En esta última interfaz se tiene como principal objetivo la de generar archivos en formato KML que al ser importados en un programa de sistema de información geográfica (SIG), se pueda visualizar el área de cobertura calculada y la ubicación de la antena, georreferenciada por coordenadas geográficas WGS84, específicamente por latitud y longitud. Además, se podrá visualizar la localidad de radiodifusión a la que pertenece, el nombre de la emisora y la frecuencia correspondiente.

El programa debe permitir al usuario ingresar las coordenadas geográficas WGS84, si desea en grados, minutos y segundos o en decimales, ambos tanto para latitud sur como para longitud oeste, las cuales se usan en el MTC.

Seguidamente el usuario debe registrar el nombre de la radioemisora, para luego seleccionar el directorio de la carpeta donde desea que se guarden los archivos KML.

Finalmente se da la opción al usuario de reiniciar el programa o bien de finalizar la sesión de trabajo.

### 5.6.2. Casos de uso

Teniendo en cuenta que los casos de uso son los pasos o las actividades que deben realizarse para llevar a cabo un determinado proceso dentro de un programa. Para ello habiendo identificado las distintas funcionalidades dentro del programa se procederá a identificar los casos de uso en cada una de las interfaces antes mencionadas.

Lo primero que se especifica es el proceso analizado, también se detallan las precondiciones necesarias para iniciar el proceso. Seguidamente se detallan los pasos que el usuario debe seguir para ejecutar el proceso, una vez ejecutado el proceso se muestran los resultados.

#### 5.6.2.1. Casos de uso en la interfaz gui\_inicial

Teniendo en cuenta que esta es la interfaz de la pantalla inicial, solo se analizan 1 caso de uso descrito en la Tabla 5.1

<b>Caso de uso: Inicializar el programa</b>	
Descripción	El propósito de este caso es dar la información necesaria al usuario sobre el programa y permitir seleccionar el método usado para realizar el cálculo en el programa
Precondición	El usuario debe ejecutar el programa
<b>Ingresar al programa</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario activa el botón Comenzar</li> <li>2. El programa muestra el menú de inicio.</li> <li>3. El usuario selecciona una opción del menú</li> </ol>	
Postcondición	La interfaz gui_inicial se cierra si se selecciona la opción PrimerMetodo o Segundo Método
<b>Abrir manuales</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario activa el botón Manual de Usuario</li> <li>2. El programa abre el archivo del Manual de Usuario en formato pdf</li> <li>3. El usuario activa el botón Información Teórica</li> <li>4. El programa abre el archivo de Información Teórica en formato pdf</li> </ol>	
Postcondición	El archivo se encuentra activo hasta que el usuario decida cerrarlo

**Tabla 5.1** Caso de uso: inicializar el programa

**Fuente:** Elaboración propia

### 5.6.2.2. Casos de uso en la interfaz gui\_PrimerMetodo

En la Interfaz gui\_PrimerMetodo, se evalúan tres casos de uso. La tabla 5.2 muestra el caso de uso para ingresar o modificar los parámetros de entrada, restringiendo valores erróneos que el usuario podría ingresar en los campos correspondientes. La tabla 5.3 resume el caso de uso para generar los resultados de parámetros de salida. Los cuales no pueden ser modificados de por sí mismas a no ser se modifique los valores de entrada. La tabla 5.4 muestra el caso de uso de generar el valor de intensidad de campo eléctrico que se usará en el nomograma de la Gui\_Tercero.

<b>Caso de uso: Ingresar o modificar parámetros de entrada</b>	
Descripción	El propósito de este caso de uso es ingresar o modificar la información general de los campos de parámetros de entrada
Precondición	La interfaz gui_PrimerMetodo debe permanecer abierta
Ingresar Parámetros de entrada	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa el valor numérico en el campo "Frecuencia de Operación".</li> <li>2. El usuario ingresa valor numérico en el campo "Potencia del Transmisor".</li> <li>3. El usuario ingresa el valor numérico en el campo "Ganancia de la Antena <math>\lambda/4</math>".</li> <li>4. El usuario mantiene o modifica el valor numérico en el campo "Intensidad de Campo Resultante (MTC)".</li> <li>5. El usuario ingresa el valor numérico en el campo "Longitud de Línea de Tx".</li> <li>6. El usuario ingresa el valor numérico en el campo "Atenuación de Línea de Tx".</li> <li>7. El usuario ingresa el valor numérico en el campo "Conductividad del terreno".</li> <li>8. Se actualiza los datos ingresados en las variables del programa</li> </ol>	
Postcondición	Se ha actualizado la información

**Tabla 5.2** Caso de uso: Ingresar o modificar parámetros de entrada

**Fuente** Elaboración propia

<b>Caso de uso: Generar parámetros de salida</b>	
Descripción	El propósito de este caso de uso es generar los resultados en los campos de Parámetros de Salida
Precondición	Datos registrados en campos de Parámetros de Entrada
Generar resultados	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario activa el botón "Generar Resultados"</li> </ol>	

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. El programa evalúa los datos de entrada y genera resultados en el campo de "Atenuación Total de Línea de Tx"</li> <li>3. El programa evalúa los datos de entrada y genera resultados en el campo de "Factor de Atenuación de Línea de Tx"</li> <li>4. El programa evalúa los datos de entrada y genera resultados en el campo de "Potencia que llega a la Antena"</li> <li>5. El programa evalúa los datos de entrada y genera resultados en el campo de "Potencia Efectiva Radiada"</li> <li>6. El programa evalúa los datos de entrada y genera resultados en el campo de "Factor de Corrección"</li> <li>7. Se actualiza los resultados de Parámetros de Salida en las variables del programa.</li> </ol>
Postcondición	Se ha actualizado la información

**Tabla 5.3** Caso de uso: Generar resultados de salida

**Fuente:** Elaboración propia

<b>Caso de uso: Generar el valor de campo eléctrico</b>	
Descripción	El propósito de este caso de uso es generar el valor de la Intensidad de Campo Eléctrico.
Precondición	Parámetros de salida calculados en los campos correspondientes
Generar resultados	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario activa el botón "Calcular E"</li> <li>2. El programa evalúa los datos de los campos de Parámetros de Salida.</li> <li>3. El programa muestra en pantalla el valor de la Intensidad de Campo Eléctrico.</li> <li>4. Se actualiza la información como una variable del programa.</li> </ol>
Postcondición	Se ha actualizado la información
Borrar registros	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario activa el botón "Reset"</li> <li>2. El programa borra el registro de todos los campos, así como las variables almacenadas.</li> <li>3. El programa solo reestablece el campo de Intensidad de campo resultante ya que este es establecido por el MTC.</li> </ol>
Postcondición	Se eliminan todos los registros de la interfaz gui_PrimerMetodo

**Tabla 5.4** Caso de uso: Generar el valor de campo eléctrico

**Fuente:** Elaboración propia

### 5.6.2.3. Interfaz Gui\_SegundoMetodo

En la Interfaz gui\_SegundoMetodo, se evalúan tres casos de uso. La tabla 5.5 muestra el caso de uso para ingresar o modificar los parámetros de entrada, restringiendo valores erróneos que el usuario podría ingresar por error en los campos correspondientes asimismo en la tabla 5.6 se adquirirá el valor del parámetro de entrada “Intensidad de Campo característico”, mediante una llamada a una función específica. La tabla 5.7 muestra el caso de uso de generar el valor de intensidad de campo eléctrico que se usará en el nomograma de la Gui\_Tercero.

Caso de uso: Ingresar o modificar parámetros de entrada	
Descripción	El propósito de este caso de uso es ingresar o modificar la información general de los campos de parámetros de entrada
Precondición	La interfaz gui_SegundoMetodo debe permanecer abierta
Ingresar parámetros de entrada	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa el valor numérico en el campo “Frecuencia de Operación”.</li> <li>2. El usuario ingresa valor numérico en el campo “Potencia del Transmisor”.</li> <li>3. El usuario ingresa el valor numérico en el campo “Longitud de la Antena”.</li> <li>4. El usuario mantiene o modifica el valor numérico en el campo “Intensidad de Campo Resultante (MTC)”.</li> <li>5. El usuario ingresa el valor numérico en el campo “Conductividad del terreno”.</li> <li>6. Se actualiza los datos ingresados en las variables del programa</li> </ol>	
Postcondición	Se ha actualizado la información

**Tabla 5.5** Caso de uso: Ingresar o modificar parámetros de entrada

**Fuente** Elaboración propia

<b>Caso de uso: Generar el valor de campo característico</b>	
Descripción	El propósito de este caso de uso es generar los resultados en los campos de Parámetros de Salida
Precondición	Datos registrados en campos de Parámetros de Entrada
<b>Generar resultados</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario activa el botón "Calcular Ec"</li> <li>2. El programa evalúa los datos de entrada y abre la interfaz gui_campo-caracteristico para realizar el cálculo de Ec.</li> <li>3. El usuario activa el botón (icono flecha).</li> <li>4. El programa retorna a gui_segundo método, y actualiza el valor hallado de Ec en el campo correspondiente.</li> <li>5. Se actualiza la información como una variable del sistema.</li> </ol>	
Postcondición	Se ha actualizado la información

**Tabla 5.6** Caso de uso: Generar Campo característico

**Fuente** Elaboración propia

<b>Caso de uso: Generar el valor de campo eléctrico</b>	
Descripción	El propósito de este caso de uso es generar el valor de la Intensidad de Campo Eléctrico.
Precondición	Parámetros de salida calculados en los campos correspondientes
<b>Generar resultados</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario activa el botón "Calcular E"</li> <li>2. El programa evalúa los datos de los campos de Parámetros de Entrada.</li> <li>3. El programa muestra en pantalla el valor de la Intensidad de Campo Eléctrico.</li> <li>4. Se actualiza la información como una variable del programa.</li> </ol>	
Postcondición	Se ha actualizado la información
<b>Borrar registros</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario activa el botón "Reset"</li> <li>2. El programa borra el registro de todos los campos, así como las variables almacenadas.</li> <li>3. El programa solo reestablece el campo de Intensidad de campo resultante ya que este es establecido por el MTC.</li> </ol>	
Postcondición	Se eliminan todos los registros de la interfaz gui_PrimerMetodo

**Tabla 5.7** Caso de uso: Generar el valor de campo eléctrico

**Fuente** Elaboración propia

#### 5.6.2.4. Interfaz Gui\_CampoCaracteristico

Para el caso de la Interfaz Gui\_Característico, se analizan 2 casos de uso , mientras que en la tabla 5.8 se muestra el caso de uso para calcular la intensidad de campo característico en la tabla 5.9 se presenta el caso de uso para exportar el grafico editado en formato pdf, o si se desea guardar o imprimir directamente.

<b>Caso de uso: Calcular la intensidad de campo característico</b>	
Descripción	El propósito de este caso de uso es Calcular la Intensidad de Campo Característico
Precondición	Actualizar la variable correspondiente a la Intensidad de Longitud de la antena en múltiplos de lambda( $\lambda$ )
Visualizar Nomograma con el valor de la Intensidad de Campo	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario activa el botón “Calcular Ec” en la gui_SegundoMetodo</li> <li>2. El programa selecciona el archivo jpg correspondiente al grafico de la Ec vs longitud de la antena.</li> <li>3. El programa actualiza al gráfico con una escala lineal en el eje de ordenadas y con una escala lineal en el eje de abscisas</li> <li>4. El programa evalúa el valor de la Longitud de la Antena y traza una recta vertical en el eje de ordenadas del gráfico.</li> <li>5. El Sistema habilita la opción de zoom para acercamiento.</li> </ol>	
Postcondición	Se ha actualizado la información y se muestra el gráfico
Seleccionar punto de intersección en el nomograma	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El programa habilita cuadros de texto que guían al usuario durante el proceso a realizar.</li> <li>2. Al hacer click sobre el área deseada el zoom produce una vista de acercamiento, al gráfico.</li> <li>3. Al hacer click otra vez, el sistema habilita el cursor.</li> <li>4. El usuario hace click en el punto de intersección entre la línea roja de Longitud de la Antena con una de las curvas de Longitud de Radiales</li> <li>5. El Sistema muestra en pantalla el valor de la Intensidad de Campo Eléctrico, así como de la Distancia de Cobertura.</li> <li>6. El sistema grafica dos rectas de color rojo, perpendiculares que se intersecan en el punto de intersección que el usuario selecciono anteriormente.</li> <li>7. Al hacer doble clic o moviendo la rueda del mouse, el zoom de acercamiento es desactivado.</li> </ol>	

	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Al hacer nuevamente click, la información de resultados se muestra en la parte inferior derecha.</li> <li>9. Al hacer click nuevamente se muestra en la pantalla el nomograma tal como se presenta en el MTC, lista para imprimir o guardar</li> <li>10. Se actualiza la información como unas variables del programa.</li> </ol>
Postcondición	Se ha actualizado la información y se muestra el grafico según MTC.

**Tabla 5.8** Caso de uso: Generar el valor de Campo Eléctrico

**Fuente** Elaboración propia

<b>Caso de uso: Impresión y exportación de nomograma</b>	
Descripción	El propósito de este caso de uso es exportar el gráfico después de su edición.
Precondición	Mostrar en pantalla el gráfico editado
<b>Generar PDF</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario activa el botón con ícono de Acrobat PDF.</li> <li>2. El programa abre una ventana donde el usuario asigna un nombre al archivo pdf, así como el directorio donde se guardará el archivo pdf.</li> <li>3. El usuario activa el botón guardar</li> <li>4. El programa guarda el archivo en la carpeta seleccionada</li> <li>5. Adicionalmente se habilita la pestaña de impresión para imprimir directamente el archivo pdf</li> </ol>
Postcondición	Se genera un archivo PDF

**Tabla 5.9** Caso de uso: Generar el valor de campo eléctrico característico

**Fuente** Elaboración propia

#### 5.6.2.5. Interfaz Gui\_Tercero

Para el caso de la interfaz Gui\_Tercero, se analizan 2 casos de uso, en la tabla 5.10 se muestra el caso de uso para calcular la distancia de cobertura en el nomograma correspondiente a la frecuencia de trabajo, en la tabla 5.11 se resume el caso de uso para exportar el nomograma editado por el programa en formato pdf.

<b>Caso de uso: Calcular la distancia de cobertura</b>	
Descripción	El propósito de este caso de uso es Calcular la Distancia de Cobertura
Precondición	Actualizar la variable correspondiente a la Intensidad de Campo Eléctrico.

Visualizar Nomograma con el valor de la intensidad de campo	
<p>6. El usuario activa el botón “Calcular D” en la gui_PrimerMetodo</p> <p>7. El programa selecciona el nomograma correspondiente al valor de la frecuencia de trabajo,</p> <p>8. El programa actualiza al nomograma con una escala lineal en el eje de ordenadas y con una escala logarítmica en el eje de abscisas</p> <p>9. El programa evalúa el valor de la Intensidad de Campo Eléctrico y traza una recta horizontal en el eje de ordenadas del nomograma</p> <p>10. El Sistema habilita la opción de zoom para acercamiento.</p>	
Postcondición	Se ha actualizado la información y se muestra el nomograma
Seleccionar punto de intersección en el nomograma	
<p>11. Al hacer click sobre el área deseada el zoom produce una vista de acercamiento, al nomograma.</p> <p>12. Al hacer click otra vez, el sistema habilita el cursor.</p> <p>13. El usuario hace click en el punto de intersección entre la línea roja de Intensidad de Campo con una de las curvas de conductividad del nomograma.</p> <p>14. El Sistema muestra en pantalla el valor de la Intensidad de Campo Eléctrico, así como de la Distancia de Cobertura.</p> <p>15. El sistema grafica dos rectas de color rojo, perpendiculares que se intersecan en el punto de intersección que el usuario selecciono anteriormente.</p> <p>16. Al hacer doble clic o moviendo la rueda del mouse, el zoom de acercamiento es desactivado.</p> <p>17. Al hacer nuevamente click, la información de resultados se muestra en la parte inferior derecha.</p> <p>18. Al hacer click nuevamente se muestra en la pantalla el nomograma tal como se presenta en el MTC, lista para imprimir o guardar</p> <p>19. Se actualiza la información como unas variables del programa.</p>	
Postcondición	Se ha actualizado la información y se muestra el nomograma graficado según MTC.

**Tabla 5.10** Caso de uso: Generar el valor de campo eléctrico

**Fuente** Elaboración propia

Caso de uso: Impresión y exportación de nomograma	
Descripción	El propósito de este caso de uso es exportar el Nomograma después de su edición.

Precondición	Mostrar en pantalla el nomograma editado
Generar PDF	
<ol style="list-style-type: none"> <li>6. El usuario activa el botón con ícono de Acrobat PDF.</li> <li>7. El programa abre una ventana donde el usuario asigna un nombre al archivo pdf, así como el directorio donde se guardará el archivo pdf.</li> <li>8. El usuario activa el botón guardar</li> <li>9. El programa guarda el archivo en la carpeta seleccionada</li> <li>10. Adicionalmente se habilita la pestaña de impresión para imprimir directamente el archivo pdf</li> </ol>	
Postcondición	Se genera un archivo PDF

**Tabla 5.11** Caso de uso: Generar el valor de campo eléctrico

**Fuente** Elaboración propia

#### 5.6.2.6. Caso de Uso en Interfaz Gui\_Cuarto

Similarmente como en los casos anteriores esta interfaz cuenta con 2 casos de uso presentados en las tablas 5.12 y 5.13.

Caso de uso: Generar gráfico de canalización en el departamento del Cusco	
Descripción	El propósito de este caso de uso es generar un gráfico georeferenciado donde se indique al usuario la localidad de radiodifusión correspondiente a su frecuencia de trabajo
Precondición	La actualización de todas las variables en el interfaz Gui_Tercero
Visualización de gráfico de localidades de radiodifusión	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario activa la pestaña de flecha roja que se encuentra en la interfaz Gui_Tercero</li> <li>2. El programa actualiza la variable de la Frecuencia de trabajo y analiza si esta pertenece a una sola localidad de radiodifusión, a dos localidades o no se encuentra en ninguna de las localidades de radiodifusión.</li> <li>3. El programa selecciona el gráfico que corresponde a la localidad de radiodifusión que corresponde, donde se muestra su ubicación aproximada en el mapa del Departamento del Cusco a escala 1:2400,000</li> <li>4. El programa abre la interfaz Gui_Cuarto</li> <li>5. El programa muestra en la pantalla el gráfico de las Localidades de Radiodifusión.</li> </ol>	
Postcondición	Se muestra en pantalla el gráfico de Localidades de Rad.

**Tabla 5.12** Generar gráfico de canalización en el departamento del Cusco

**Fuente** Elaboración propia

<b>Caso de uso: Generar dos archivos en formato KML del área de cobertura y ubicación de antena por coordenadas WGS84</b>	
Descripción	El propósito de este caso de uso es generar archivos en formato kml para programas GIS, como Google Earth.
Precondición	La actualización de todas las variables en el interfaz Gui_Tercero
Ingreso de coordenadas	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El programa permite la opción de ingresar las coordenadas WGS84 en Decimales o en Grados Minutos y Segundos.</li> <li>2. Si el usuario selecciona GradosMinSeg se habilitan los campos correspondientes para introducir las coordenadas y el programa bloquea la opción de introducir datos en los campos correspondientes a la opción Decimales, de igual manera en viceversa.</li> <li>3. EL programa actualiza la información de coordenadas geográficas WGS84 en Latitud Sur y Longitud Oeste, como variables del programa.</li> </ol>	
Postcondición	Se actualiza la información
Generación de los nombres de los archivos KML	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa el nombre de la Radioemisora en el Campo de "Introducir Nombre de la Emisora"</li> <li>2. El usuario activa el botón de Carpeta de Destino</li> <li>3. El usuario debe seleccionar la carpeta donde se guardarán los archivos.</li> <li>4. El programa muestra en la pantalla el directorio de la carpeta seleccionada.</li> <li>5. El programa actualiza la información</li> <li>6. El programa genera el archivo KML de cobertura y el archivo KML de posición georreferenciado en el directorio seleccionado.</li> </ol>	
Postcondición	Se generan los archivos KML
Finalizar o reiniciar el programa	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario activa el botón Ir al Inicio</li> <li>2. El sistema borra todos los registros y muestra la interfaz Gui_Inicial para reiniciar el programa</li> <li>3. Si el usuario activa el botón Finalizar</li> <li>4. El sistema cierra todas las interfaces</li> </ol>	
Post condición	Se elimina el registro en todas las interfaces.

**Tabla 5.13** Generar gráfico de canalización en el departamento del Cusco  
**Fuente** Elaboración propia

### **5.6.3. Requerimientos no funcionales**

Teniendo en cuenta que los requerimientos no funcionales, representan características generales y restricciones del programa, y además entendiendo que el programa en el que se desarrolla es sencillo, en comparación con softwares más modernos se tendrán los siguientes requerimientos.

### **5.6.4. Ejecución del Programa**

Es conocido que la licencia original de Matlab tiene un alto costo monetario, por lo que su adquisición resulta un impedimento para usar el programa, por lo que se buscó que el programa funcione sin necesidad de instalar Matlab. Así entonces existe un recurso que soluciona este problema, se trata del uso de un compilador del lenguaje de programación de Matlab, el cual es de distribución gratuita.

### **5.6.5. Tiempo de ejecución del programa**

El tiempo de ejecución del programa, debe ser lo más corto posible, el cual estará determinado por las características del equipo, tanto en procesamiento como almacenamientos.

### **5.6.6. Validación de datos**

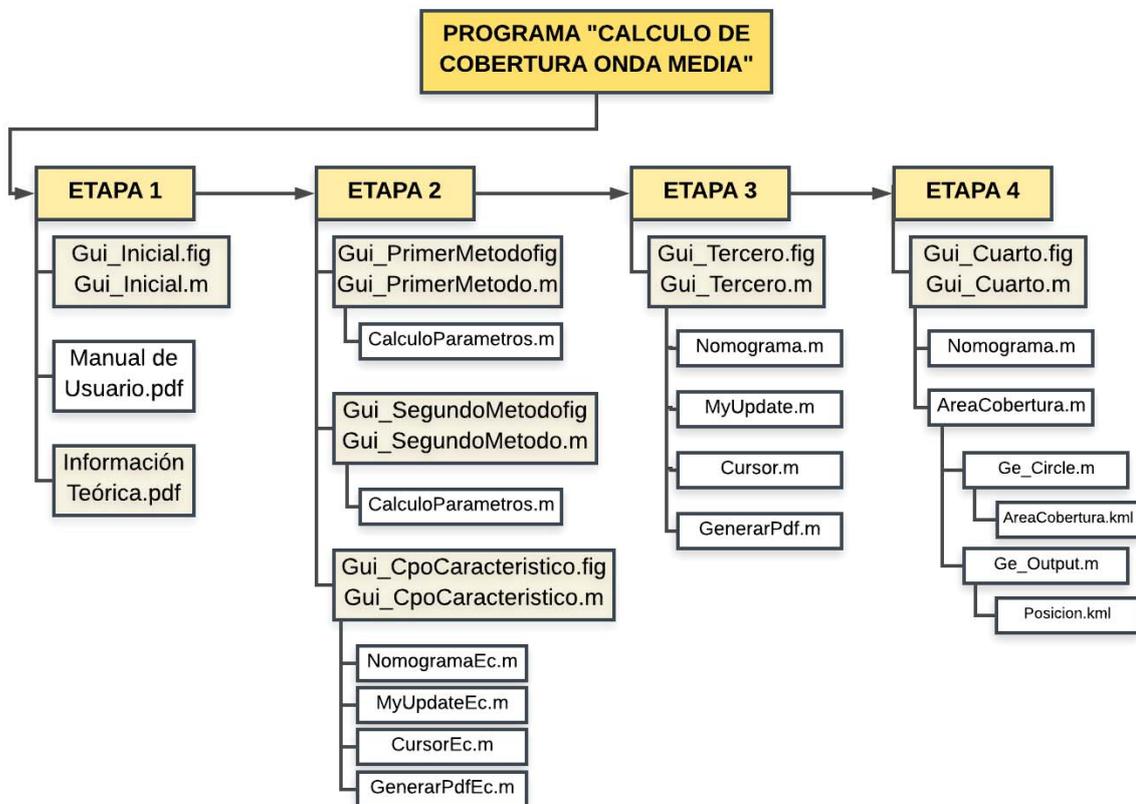
Las interfaces que utiliza el programa fueron hechas con herramientas de Matlab, específicamente con la herramienta "Guide", donde para cada solicitud de datos al usuario se deben crear restricciones que permitan que se ingresen datos correctos en los campos correspondientes.

## **5.7. Diseño del programa**

Se detalla el diseño del programa para que posteriormente se pueda realizar la implementación adecuada, Se ha diseñado interfaces gráficas sencillos, teniendo en cuenta que todos los elementos necesarios garanticen que el programa sea de uso intuitivo. Primeramente, se desarrollarán las cuatro interfaces mencionadas anteriormente, donde cada una de ellas contara con elementos como botones, cuadros de texto, campos editables, gráficos escalados, etc. De tal modo que al momento que el usuario interactúe con el programa se producirán eventos por ejemplo cuando se pulsan botones o cuando se ingresan textos ya se desencadenan eventos, los cuales pueden estar asociados a funciones y generar instrucciones.

En el esquema que se muestra en la Figura 5.2, se pueden diferenciar 6 interfaces principales. Los cuales abastecen a archivos independientes las cuales realizan funciones predeterminadas. Las interfaces son generadas gracias a un archivo \*.fig y a su correspondiente diagrama de funcionamiento como archivo \*.m, las cuales llevan el mismo nombre.

A continuación, se muestra en la Figura 5.2 un esquema modo resumen de los ficheros y funciones que se utilizan en la interfaz, para ver de una manera gráfica el funcionamiento del mismo.



**Figura 5.2** Esquema resumen del programa  
**Fuente:** Elaboración Propia

### 5.7.1. Interfaz gráfica de usuario (GUI)

La interfaz gráfica de usuario (GUI), es la ventana que permitirá la interacción entre el usuario y el sistema, una vez ejecutado el programa en Matlab.

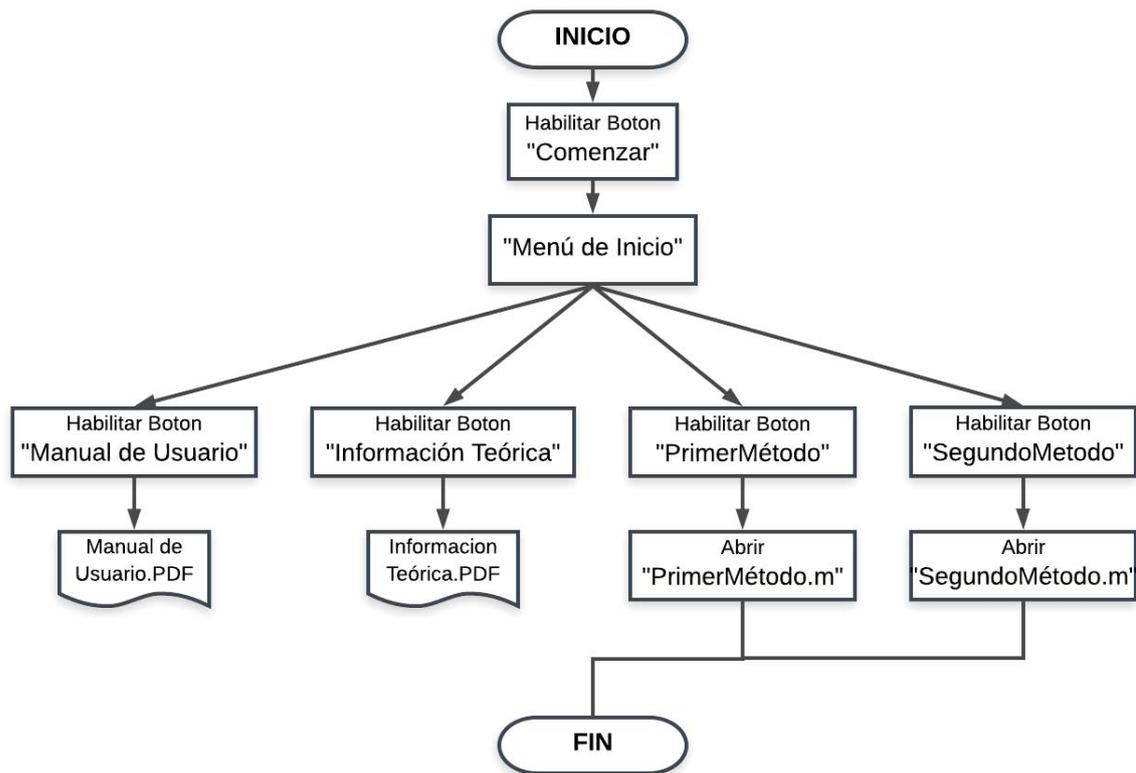
La herramienta GUIDE pertenece al software de Matlab, y es gracias a esta herramienta que se pueden crear interfaces gráficas (GUI), mediante el uso de elementos, los cuales mencionaremos aquellos que se usaron para el programa.

- Botón (Push Button) : Es un elemento cuyo evento es activado cuando se hace clic sobre él.
- Botón Radial (Radio Button): Este elemento permite marcar o desmarcar una casilla, lo cual permitirá generar un evento.
- Texto Estático (Static Text): Es un campo que contiene texto que no es modificado directamente por el usuario, sino más bien por instrucciones de código. Este elemento no desencadena ningún evento.
- Texto Editable (Edit Text): Se trata de un campo que permite al usuario editar el texto dentro del recuadro. En este caso, el evento se desencadena una vez el usuario modifique el texto.
- Ejes (Axes): Este elemento consiste en un espacio en blanco y escalado tanto horizontal como verticalmente, sobre el cual se permite insertar imágenes o graficar funciones. Así mismo los elementos visualizados pueden ser en dos o tres dimensiones, este elemento generará un evento cuando el usuario interactúe con él, mediante clics sobre puntos dentro del gráfico.
- Panel: Este elemento permite agrupar otros elementos dentro de la interfaz, de tal manera que los elementos estén organizados y puedan realizarse algunas modificaciones de todos los elementos al mismo tiempo.

Cada elemento está compuesto de diferentes propiedades particulares y algunas que son generales, como por ejemplo la propiedad "Tag", la cual es común en todos los elementos, y tiene por función asignar el nombre del elemento con el cual se le identificara en la programación. A continuación, se dará detalle de las interfaces que se diseñaron.

#### **5.7.1.1. Interfaz Gui\_Inicial**

Es la interfaz inicial del programa, y para facilitar su comprensión, se presenta en la Figura 5.3 el diagrama de flujo de la Interfaz Gui\_Inicial. De esta manera se observa el funcionamiento interno de la aplicación de una manera más clara y concisa.



**Figura 5.3** Diagrama de flujo de interfaz Gui\_Inicial  
**Fuente:** Elaboración propia

Seguidamente en la Figura 5.4 se detalla el diseño de la Interfaz Gui\_Inicial. En la parte inferior se encuentran dos botones que ejecutan las funciones generar manual de usuario y generar información teórica, los cuales son archivos en formato pdf, cuya información va referida al análisis matemático y la base teórica que el programa usa, para realizar los cálculos de área de cobertura.

También se explica sobre los formatos kml y cómo usarlos para georreferenciar la planta transmisora y el área de cobertura, según coordenadas WGS84 ya sea en grados o en decimales.

Los dos botones de la parte superior “Primer Método” y “Segundo Método”, permiten al usuario seleccionar el método que vea conveniente para realizar el cálculo del área de cobertura, como ya se mencionó en el capítulo III ambos métodos son válidos para los cálculos que se presentan en los perfiles de proyectos técnicos ante el MTC.

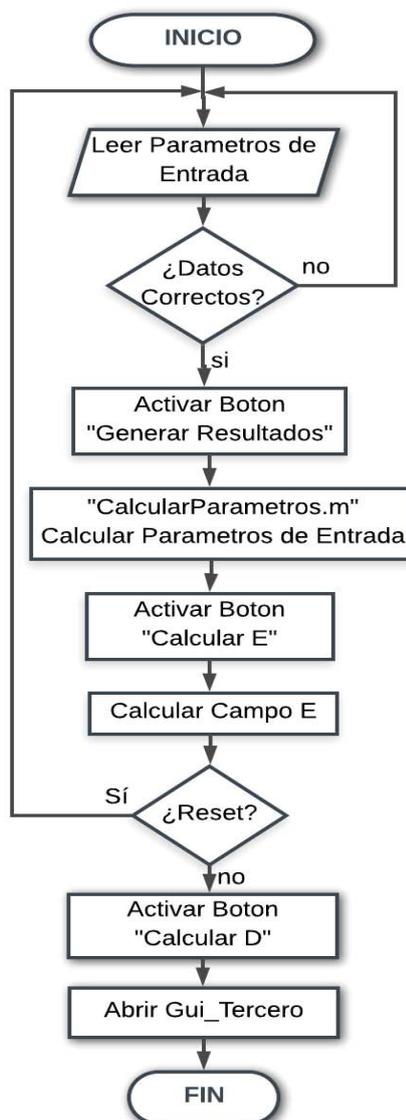


**Figura 5.4** Interfaz Gui\_Inicial

**Fuente:** Elaboración propia

### 5.7.1.2. Interfaz Gui\_PrimerMetodo

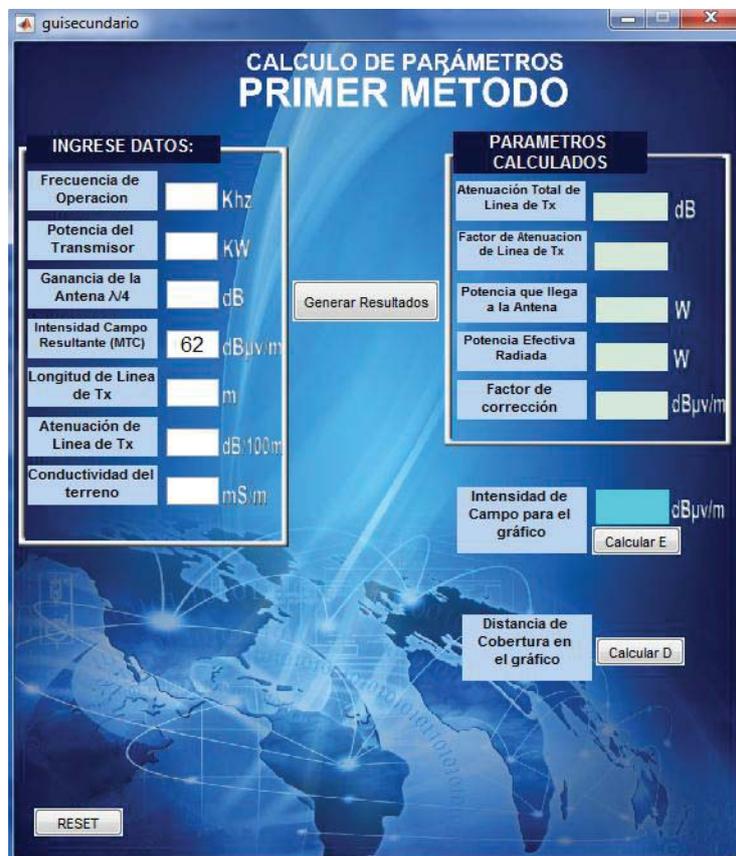
En esta interfaz se realizan los cálculos matemáticos de los parámetros de entrada y salida para el cual en la Figura 5.5 se muestra el diagrama de flujo correspondiente.



**Figura 5.5** Diagrama de flujo de interfaz Gui\_PrimerMetodo

**Fuente:** Elaboración propia

La Interfaz Gui\_PrimerMetodo se divide principal mente en tres paneles, como se muestra en la Figura 5.6. En la parte superior izquierda se encuentra el panel correspondiente a los parámetros de entrada, donde se ingresarán los datos en los campos en blanco, claro teniendo en cuenta que el valor para el campo de intensidad de campo resultante es de 62 dBuv/m que es lo estipulado por el MTC, el cual no debería cambiar de valor. A su derecha se encuentra el panel de parámetros de Salida donde se verán los resultados de los diferentes parámetros de salida con sus respectivas unidades. Finalmente, en la parte inferior derecha se encuentra el panel que corresponde al botón calcular E”, que permitirá calcular el valor del campo eléctrico que se utilizará en el nomograma, también se encuentra el botón “Calcular D” que al ser activado permitirá al usuario ingresar a la ventana donde se editará el nomograma.



**Figura 5.6:** Interfaz gui\_PrimerMetodo  
**Fuente:** Elaboración propia

Finalmente, en la parte inferior izquierda se encuentra un botón de Reset, que permitirá re-setear todos los datos ingresados y los calculados, y dejará en blanco todos los campos editables, a excepción del valor de intensidad de campo mínimo requerido el cual tiene un

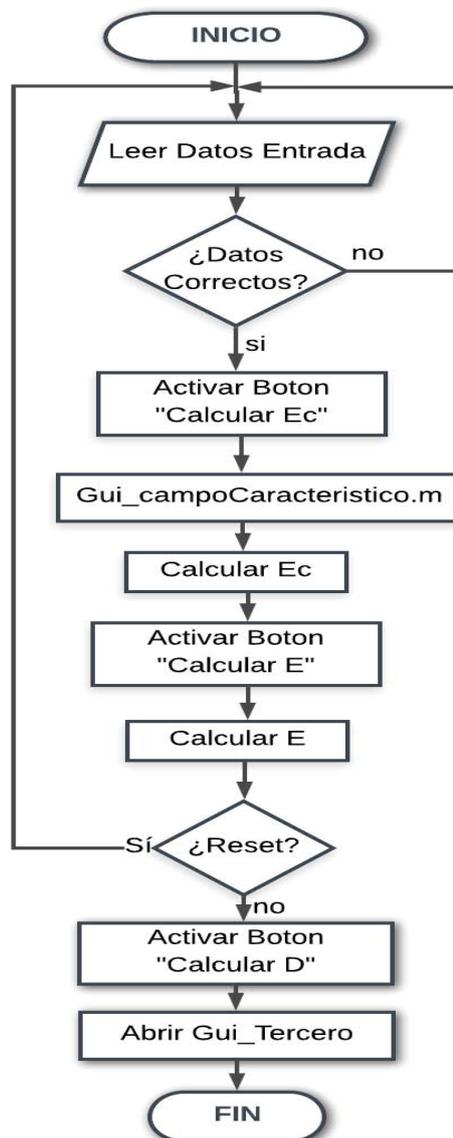
valor de 62 dBuV/m, que es el valor establecido en las normas técnicas del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Cabe señalar que este método tiene más parámetros de entrada debido a que toma en cuenta ciertos parámetros propios de la antena que en la realidad causan una atenuación a la hora de generar los campos electromagnéticos.

### 5.7.1.3. Interfaz Gui\_SegundoMetodo

En esta interfaz se realizan los cálculos matemáticos de los parámetros de entrada y salida según el segundo método de cálculo, del cual como se indicó anteriormente es el método que más se usa para realizar el cálculo de cobertura, a la hora que se presentan los perfiles técnicos ante el Ministerio de Transportes.

En la Figura 5.7 se muestra el diagrama de flujo correspondiente.



**Figura 5.7** Diagrama de flujo de interfaz Gui\_SegundoMetodo  
Fuente: Elaboración propia

La Interfaz Gui\_SegundoMetodo se divide principalmente en 2 paneles, como se muestra en la Figura 5.8. En la parte superior izquierda se encuentra el panel correspondiente a los parámetros de entrada y el cálculo del campo característico, en este panel ingresarán los datos en los campos en blanco, claro teniendo en cuenta que el valor para el campo de intensidad de campo resultante es de 62 dB $\mu$ v/m que es lo estipulado por el MTC el cual no debería de cambiar, también se asume por defecto a la longitud de la antena como  $\lambda/4$  debido a que es lo común en la mayoría de antenas. A su derecha se encuentra el panel para el cálculo de parámetros que serán usados en los nomogramas de la UIT, que corresponde al botón "Calcular E", que permitirá calcular el valor del campo eléctrico, así también se encuentra el botón "Calcular D" que al ser activado permitirá al usuario ingresar a la ventana donde se editará el nomograma.

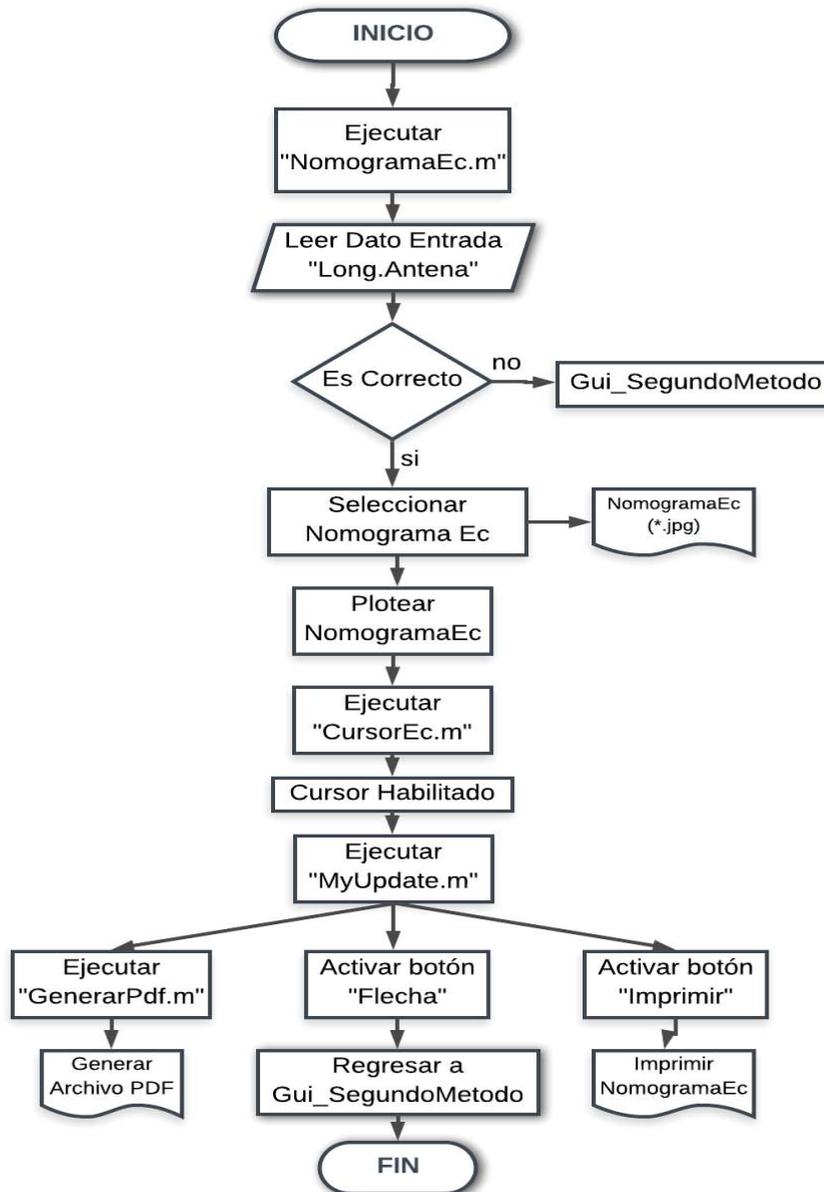


**Figura 5.8:** Interfaz gui\_SegundoMetodo

**Fuente:** Elaboración propia

#### 5.7.1.4. Interfaz Gui\_CampoCaracteristico

En esta interfaz se va desarrollar el cálculo de la intensidad de campo característico, a través de la interacción entre el nomograma y el mouse, a continuación, en la figura 5.9 se mostrará el diagrama de flujo que corresponde a esta interfaz.

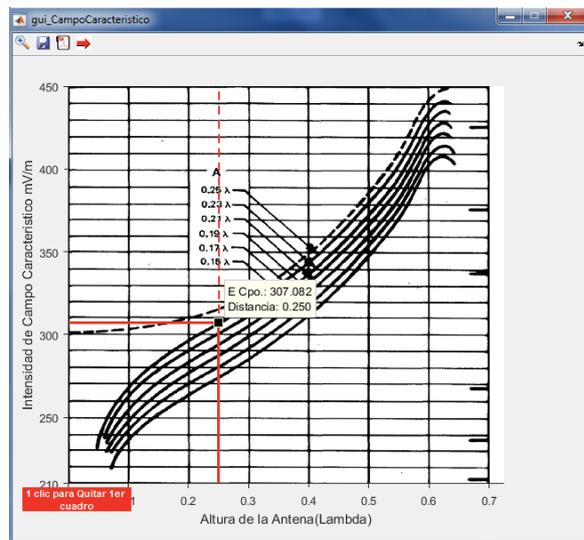


**Figura 5.9** Diagrama de flujo de interfaz Gui\_CampoCaracteristico

**Fuente:** Elaboración propia

EL Interfaz cuenta con 2 paneles tal como se muestra en la Figura 5.10 en la parte superior se encuentra el panel donde se encuentran 3 botones que sirven para habilitar zoom en el nomograma, imprimir el nomograma una vez realizada su edición, exportar el nomograma

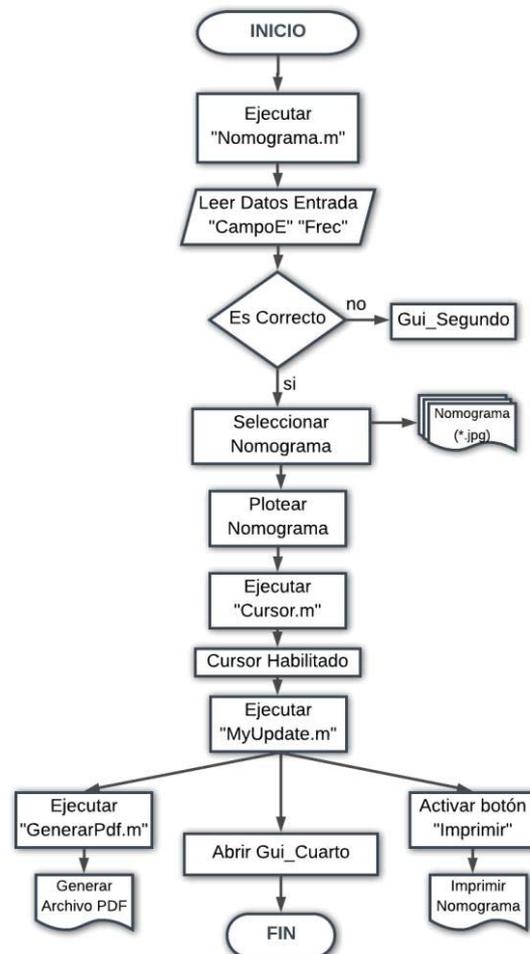
editado en formato pdf y listo para presentar en el MTC, asimismo se dispone de un botón que permite regresar a la Gui\_MetodoSegundo



**Figura 5.10** Interfaz Gui\_CampoCaracterístico  
Fuente: Elaboración propia

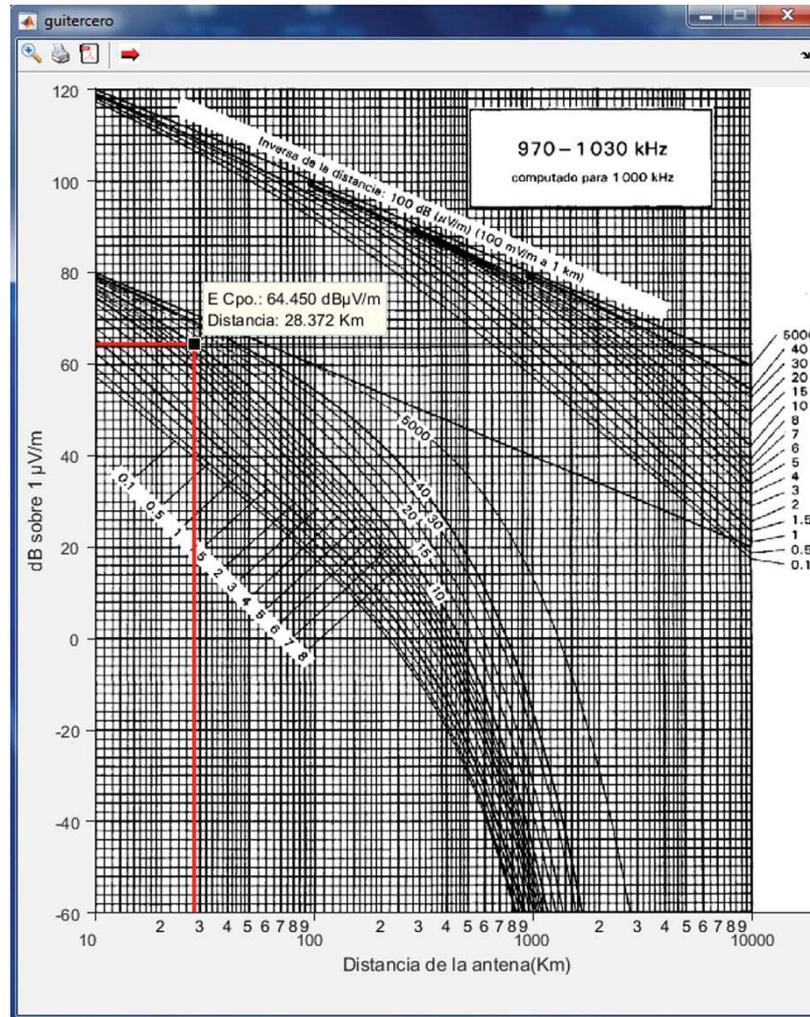
#### 5.7.1.5. Interfaz Gui\_Tercero

En el Interfaz Gui\_Tercero se realizará el cálculo de distancia de cobertura para ello a continuación se muestra el diagrama de flujo correspondiente en la Figura 5.11.



**Figura 5.11** Diagrama de flujo de interfaz Gui\_Tercero  
Fuente: Elaboración propia

El Interfaz Gui\_Tercero se ha desarrollado de manera parecida al de la interfaz Gui\_CampoCaracteristico, de manera que también cuenta con 2 paneles tal como se muestra en la Figura 5.12, Donde en la parte superior se encuentra el panel donde se encuentran 3 botones que sirven para habilitar zoom en el nomograma, imprimir el nomograma una vez realizada su edición, exportar el nomograma editado en formato pdf y listo para presentar en el MTC, asimismo se dispone de un botón que permite ir a la siguiente interfaz

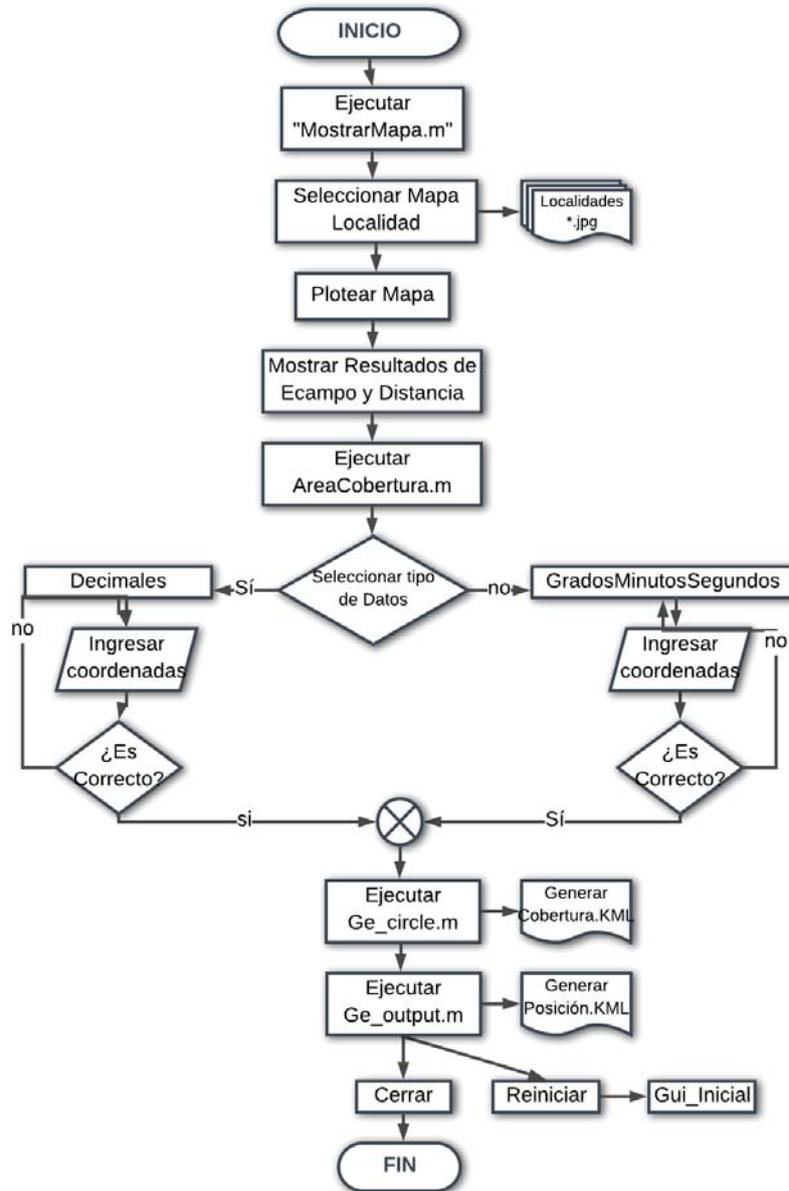


**Figura 5.12** Interfaz Gui\_Tercero  
**Fuente:** Elaboración propia

Y bueno en el segundo panel se encuentra el único elemento, que corresponde a un axes, sobre el que, el usuario editará haciendo clic sobre un punto de intersección entre el campo eléctrico (línea roja) y una de las curvas de conductividad. Donde aparecerá el gráfico de las líneas perpendiculares y el cuadro de información que contendrá los resultados de intensidad de campo y de distancia de cobertura.

### 5.7.1.6. Interfaz Gui\_Cuarto

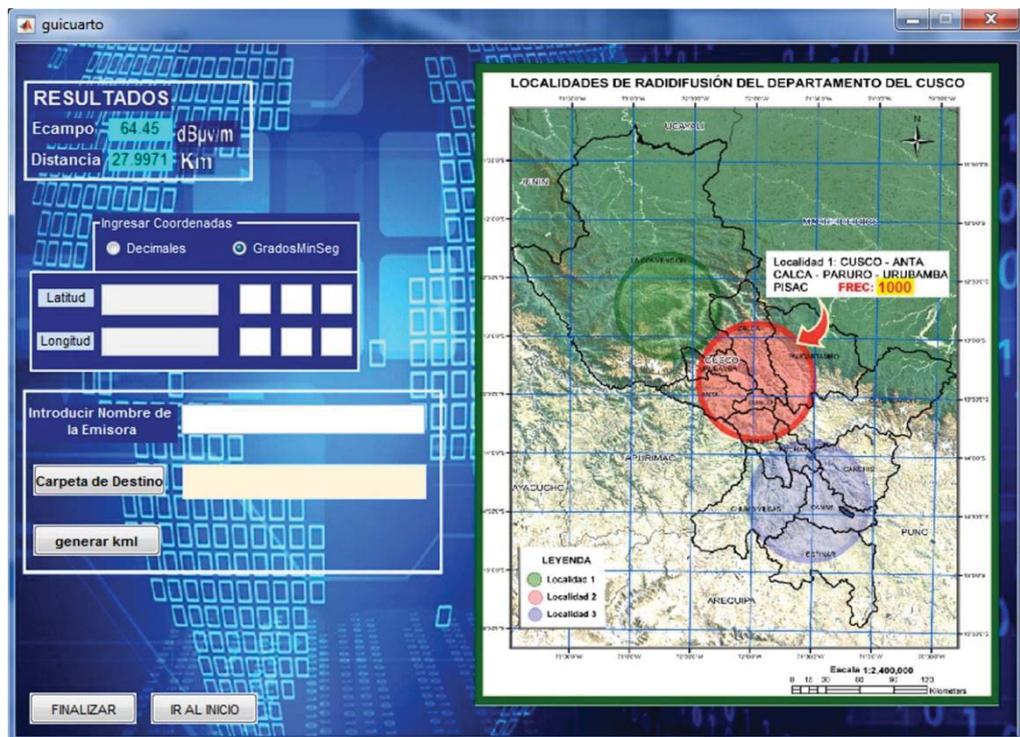
Esta es la última Interfaz del programa, cuyo objetivo principal es el de generar los archivos KML tanto para la posición de la antena, como para graficar el área de cobertura. A continuación, en la Figura 5.13 se muestra el diagrama de flujo correspondiente a esta interfaz.



**Figura 5.13** Diagrama de flujo de Interfaz Gui\_Tercero  
**Fuente:** Elaboración propia

La interfaz de esta herramienta cuenta con cuatro paneles, tal como se muestra en la figura 5.14, en la parte superior izquierda se encuentra el panel de resultados, correspondientes a los cálculos que se desarrollaron en las interfaces anteriores. Bajo este panel se encuentra

el panel de coordenadas, donde el usuario debe ingresar las coordenadas de la planta transmisora (antena), tanto en latitud sur como en longitud oeste, para ello se tiene las opciones de poner las coordenadas en decimales o bien en grados minutos y segundos. Seguidamente bajo este panel se encuentra el panel para generar los archivos en formato KML, para ello el usuario debe ingresar en el campo correspondiente el nombre de la radioemisora, el cual también ira en los nombres de los archivos KML, se debe también activar el botón “Carpeta de Destino” donde se seleccionará la carpeta donde se guardarán los archivos con formato KML, finalmente al activar el botón Generar KML, se generarán los archivos.



**Figura 5.14: Interfaz Gui\_Tercero**

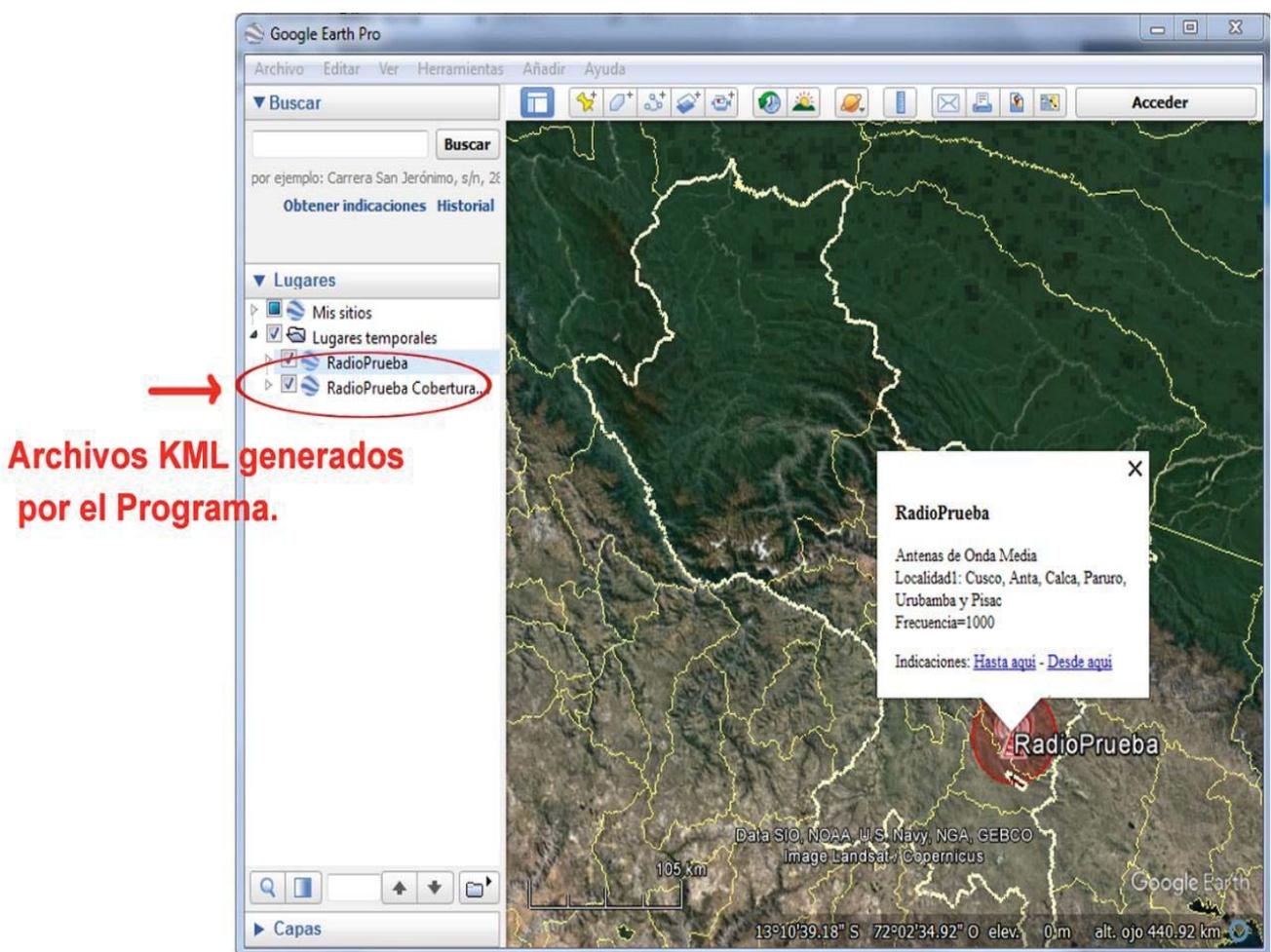
Fuente: Elaboración propia

Consiguientemente en el panel que se encuentra en la parte derecha se encuentra un axes en el que se muestra la información correspondiente a los datos que se introdujeron en las interfaces previas, esta información muestra a qué localidad de radiodifusión pertenece la frecuencia de trabajo, así como su ubicación aproximada dentro del departamento del Cusco, de igual modo cuando la frecuencia de trabajo pertenezca a más de una localidad de radiodifusión, o sea el caso de no pertenecer a ninguna localidad, también se indicará en el panel gráfico.

Adicionalmente en la parte inferior izquierda se encuentran dos botones, el botón “Finalizar” permitirá al usuario finalizar el programa cerrando todos los interfaces gráficos, de igual manera el botón “Ir al Inicio”, permitirá al usuario volver a reiniciar el programa.

Finalmente, los archivos generados pueden ser abiertos en cualquier programa de sistemas de información geográfica como lo son Google Earth, Google Maps, ArcGIS, etc. como se aprecian en las figuras 5.16, figura 5.17, figura 5.18:

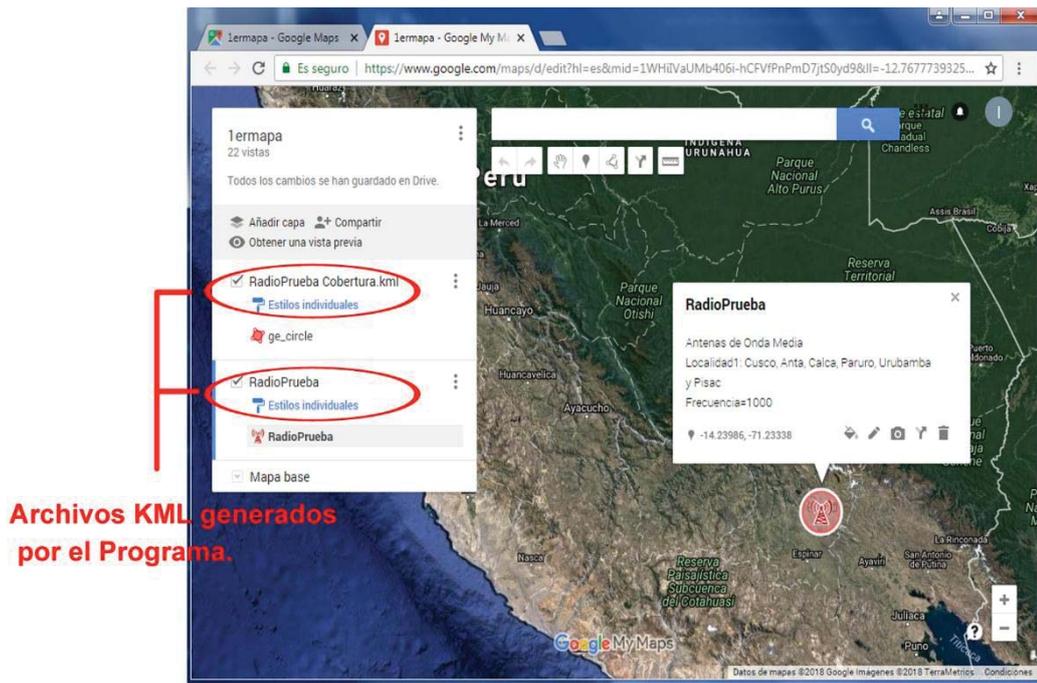
En la figura 5.15 se puede observar el archivo kml generado por el software, el cual se abrió con el programa Google Earth.



**Figura 5.15:** Archivos KML en Google Earth

**Fuente:** Elaboración propia

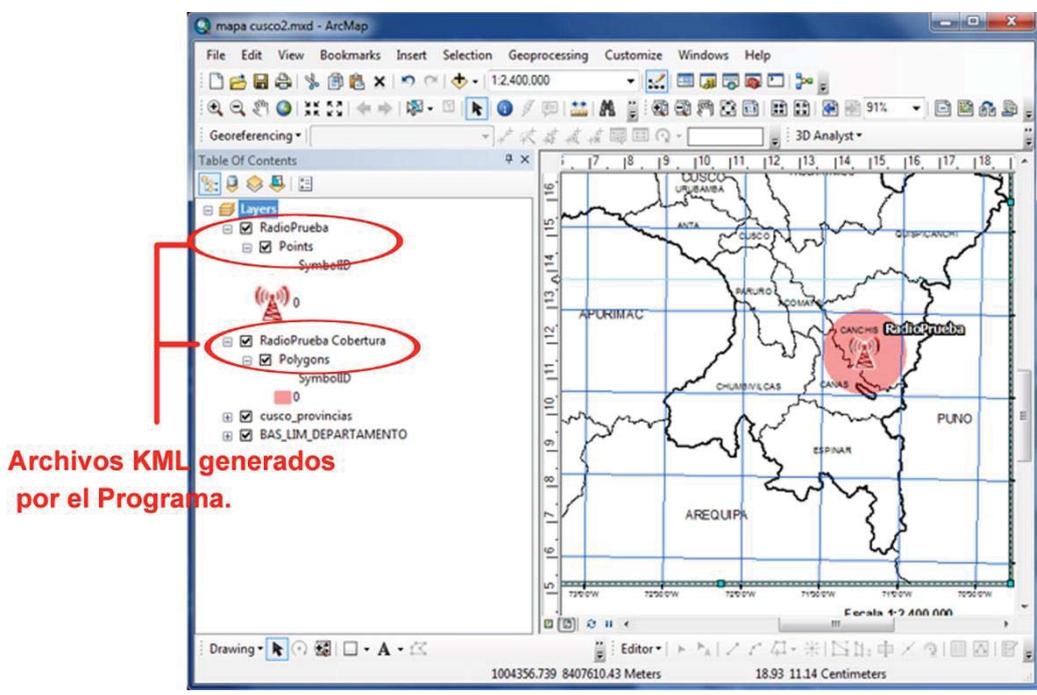
En el caso que no se cuente con el programa gratuito Google Earth el archivo generado puede también ser abierto online, entrando a la página de Google Maps, siempre y cuando se tenga creada una cuenta en google maps, como se aprecia en la fig 5.16.



Archivos KML generados por el Programa.

Figura 5.16: Archivos KML en GoogleMaps  
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 5.17 se observa el archivo kml abierto en el programa ArgGis

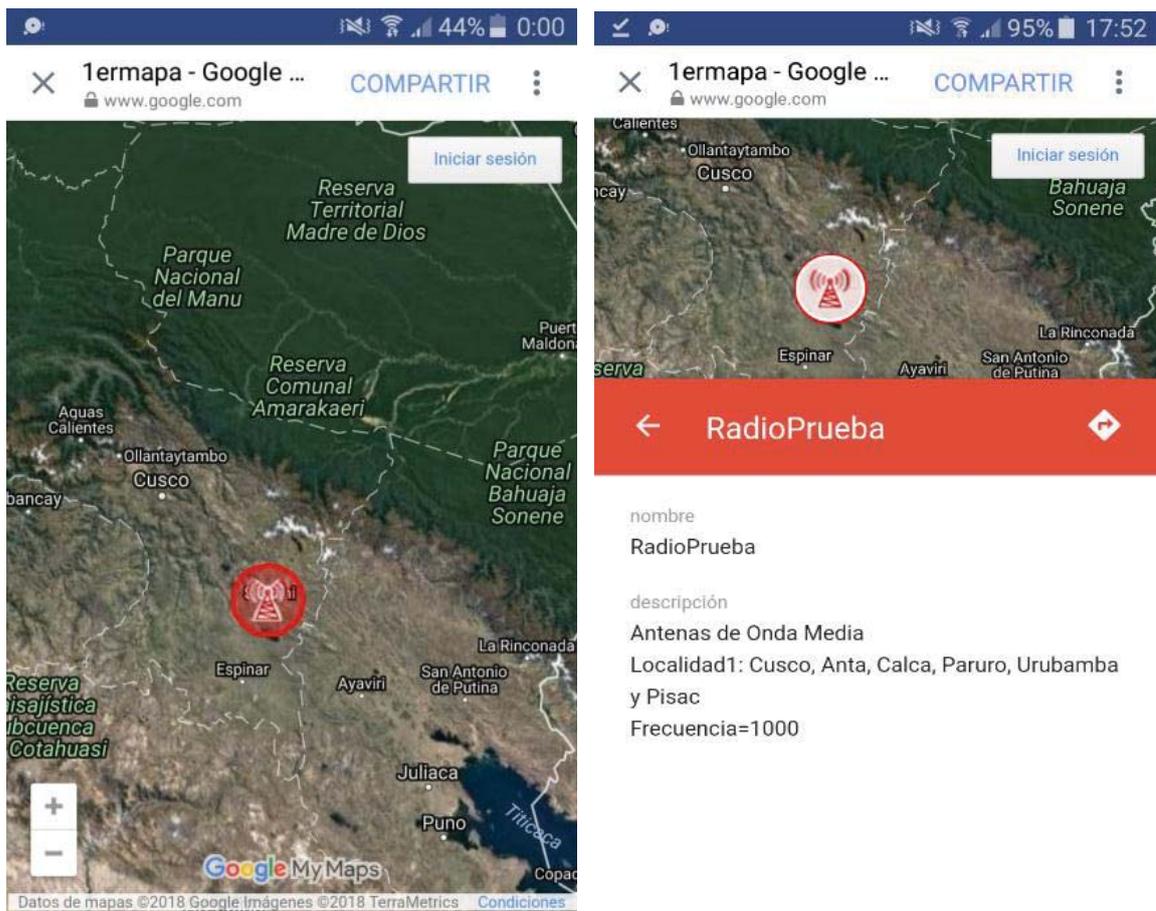


Archivos KML generados por el Programa.

Figura 5.17: Archivos KML en ArcGIS  
Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que para guardar los archivos KML en Google Maps es necesario crear una cuenta personal, la gran ventaja de usar este medio es que una vez cargados estos archivos, puede compartirse su visualización geoespacial, a cualquier usuario por medio de internet,

basta con que el dispositivo cuente con internet. A continuación, en la figura 5.18 se muestra la información compartida en un dispositivo celular con sistema Android, sin necesidad de que se haya creado una cuenta en Google maps para poder visualizarlo, ya que solo fue necesario compartir el mapa mediante el uso de la pestaña “Compartir”, de donde se habilitan las opciones para poder compartirlas con las redes sociales más populares como son Facebook o como el Whatsapp.



1ermapa

**Figura 5.18:** Visualización en dispositivo celular  
**Fuente:** Elaboración propia

### **5.7.2. Funciones utilizadas**

En la programación se usan diferentes funciones muchas de las cuales son sencillas y sirven para cambiar las propiedades de los elementos de la interfaz, como pueden ser la actualización de cuadros de texto, la activación o desactivación de elementos, etc. Algunas de estas funciones han sido obtenidas en la página oficial de Matlab, donde se encuentra herramientas especializadas para diferentes áreas.

A continuación, se muestran las funciones más importantes del programa, clasificándolas según su finalidad, para el ingreso de datos, la manipulación de datos y la visualización de resultados.

#### **5.7.2.1. Ingreso de datos**

Dentro de esta clasificación se encuentran las funciones que permiten solicitar información al usuario directamente, por medio del teclado, o utilizando el mouse.

- Str2double: Función nativa de Matlab permite convertir los caracteres de texto en caracteres numéricos.
- Cursor.m: Es una función creada por el autor cuyo principal objetivo es el de permitir al usuario interactuar con el nomograma mediante eventos realizados con el mouse, como puede ser cuando se hace clic sobre la pantalla, mover el cursor, etc. y poder realizar la edición para hallar el cálculo de la distancia de cobertura.
- CalculoParametros.m: Es una función creada por el autor, que permite ingresar y validar los parámetros de entrada, para luego de una serie de cálculos poder generar resultados o parámetros de salida.

#### **5.7.2.2. Manipulación de datos**

- Imread: Función nativa de Matlab que permite abrir archivos que están en formato \*.jpg, y que están ubicados en la misma carpeta de donde se ejecuta el script de Matlab.
- Myupdate.m: Es una función nativa de Matlab que permite obtener la información del cursor cuando el usuario ha seleccionado un punto en el nomograma.

- Global: esta función nativa de Matlab permite usar una misma variable en diferentes funciones, para el caso del programa, "Frec" es asignada como una variable global y representa la frecuencia de trabajo con que se está trabajando.

### **5.7.2.3. Visualización de datos**

- Image, Función nativa de Matlab que permite plotear archivos de imagen
- Nomograma.m: Es una función creada por el autor, usada para seleccionar el nomograma correspondiente a la frecuencia de trabajo, para luego plotearla en uno de los axes de la interfaz.
- Print: esta función nativa de Matlab permite convertir una figura en archivo PDF, incluyendo en el archivo todos los elementos que pueda contener la figura, además permite especificar la ruta donde se guardará el archivo creado.
- Mostrar\_Mapas.m: Es una función creada por el autor, que permite mostrar en una figura (mapa del Cusco) la ubicación, localidad de radiodifusión y el estado de la frecuencia según canalización del MTC.
- Ge\_circle.m: Esta función viene dentro del paquete de googleearth para Matlab, el cual, mediante modificaciones permite graficar el área de cobertura en cualquier programa de tipo GIS, que admita archivos en formato KML.
- Ge\_output.m: Esta función viene dentro del paquete de googleearth para Matlab, mediante el cual realizando unas modificaciones se puede obtener la geolocalización de la planta transmisora (antena).

## **5.8. Implementación**

Una vez realizado el diseño, se continúa con la etapa de la implementación del programa, donde se va a traducir las funciones y requerimientos a código. El programa es desarrollado como se mencionó anteriormente en Matlab, aunque a partir del diseño antes expuesto también podría desarrollarse en otros lenguajes de programación dependiendo de las ventajas y desventajas que se generen.

El código que se usó para el programa se expone en el anexo "Código del Programa", donde se detallan toda la programación. A continuación, se presenta como se realizó la construcción/implementación, y entorno utilizado para la programación.

### **5.8.1. Construcción**

Para realizar la construcción del programa se optó por un modelo de arquitectura de software que sea sencillo, debido a que el programa no es de un nivel muy complejo, asimismo se seleccionó un lenguaje de programación que pueda realizar los requerimientos que se mencionaron anteriormente.

### **5.8.2. Modelo de arquitectura**

Si bien es sabido que en la actualidad los programas modernos tienen infinidad de funcionalidades con arquitecturas muy complejas, el alcance de este presente software es bastante limitado con respecto a la implementación del programa.

Es así que el modelo de arquitectura es bastante simple y se limita a la computadora del usuario. El programa se desarrolló en base al modelo "Built-in". Lo cual significa que el programa no necesita de elementos externos para funcionar correctamente y se ejecuta desde la computadora del usuario.

De modo que las interfaces permiten al usuario interactuar con el programa, mediante eventos y estos a su vez desencadenan funciones que manipulen la información.

#### **5.8.2.1. Lenguaje de programación**

Desde que se vio la necesidad de crear el programa para cálculo de coberturas, se tuvo como elección el lenguaje de programación en Matlab, para realizar la implementación, debido a la experiencia y conocimientos que el autor poseía.

Se tuvo en consideración que Matlab es un software diseñado para el cálculo numérico, la visualización y el desarrollo de aplicaciones. Además, cuenta con un entorno interactivo y una amplia librería de funciones matemáticas para diferentes áreas.

Una ventaja que se tomó en cuenta para utilizar Matlab es la capacidad de crear interfaces gráficas de usuario (GUI). Interfaces que permiten la interacción entre el usuario y el programa, mediante el uso de distintas funcionalidades mediante elementos como botones, diálogos de texto, campos de texto, entre otros.

Otra ventaja de Matlab es que cuenta con su propio entorno de desarrollo, lo cual significa que no es necesario usar otra aplicación para crear los códigos, a diferencia por ejemplo del lenguaje de programación C++, el cual necesita de un editor, y también un compilador. En Matlab tanto el editor como el compilador se encuentran integrados en la pantalla principal de Matlab.

## 5.9. Pruebas

Para comprobar la funcionalidad del programa se presentó solicitudes de acceso a la información referida a los “Perfiles de Proyecto Técnico”, al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, específicamente al área de la “Dirección General de Autorizaciones en Telecomunicaciones”, obteniendo respuesta positiva luego de un plazo de tiempo.

Dicha información se trata de copias simples de los documentos originales referidos a los perfiles de proyecto técnico que las empresas radiodifusoras que funcionan en la actualidad, presentaron cuando solicitaron su autorización de funcionamiento.

Mencionado lo anterior se muestra a continuación en la tabla 5.14 algunas radioemisoras de las cuales se obtuvo su perfil de proyecto técnico:

RES. AUTORIZACION	TIPO SERVICIO	FREC	RAZON SOCIAL
RVM 860-2010-MTC/03	COMERCIAL	690 KHz	OLIVARES MENDOZA CINDY ROSARIO
RVM 428-2008-MTC/03	COMERCIAL	750 KHz	SOTO FERNANDEZ ALBERTA
RD 1852-2016-MTC/28	EDUCATIVA	840 KHz	ASOCIACION RELIGIOSA RADIO SANTA CRUZ
RVM 103-2011-MTC/03	EDUCATIVA	1130 KHz	BRAVO MIRANDA MIGUEL ANGEL
RVM 201-2011-MTC/03	EDUCATIVA	1400 KHz	UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**Tabla 5.14** Perfiles técnicos autorizados en el MTC

**Fuente:** Elaboración propia

Debido a que se cuentan con 2 métodos de cálculo en el programa se procede a realizar las pruebas para ambos métodos

### 5.9.1. Pruebas para el primer método de cálculo del programa

Para realizar la comprobación de los resultados se ha de tomar en cuenta todo los datos usados en el perfil técnico correspondiente la radioemisora de razón social Miguel Ángel Bravo Miranda, que funciona en la banda de los 1130 KHz, para lo cual mediante solicitud se solicitó dicha información al MTC, para lo cual, continuación se muestran un resumen de todos los resultados tanto como lo realizado manualmente como lo realizado en el programa.

En la Tabla 5.15 se tienen los parámetros de entrada que se usaron en el perfil técnico presentado al MTC para el cálculo de cobertura por el primer método, el cual se desarrolló manualmente.

Simb	Parámetros	Unidades
$P_T$	Potencia del transmisor	5000 W
$F$	Frecuencia	1130 KHz
$G_{dB}$	Ganancia de antena $\lambda/4$	1.3 dB.
$E_r$	Intensidad de campo eléctrico requerido	62 dB $_{\mu V/m}$
$L$	Longitud de la línea de transmisión	75 m
$A_{LT}$	Atenuación de la línea de transmisión	3.41 dB/100m
$\sigma$ :	Conductividad promedio del terreno	10 mS/m
$La$	Latitud s	13° 30' 39.24"
$Lo$	Longitud o	72° 00' 00"

**Tabla 5.15:** Parámetros de entrada para pruebas del programa  
**Fuente:** Elaboración propia

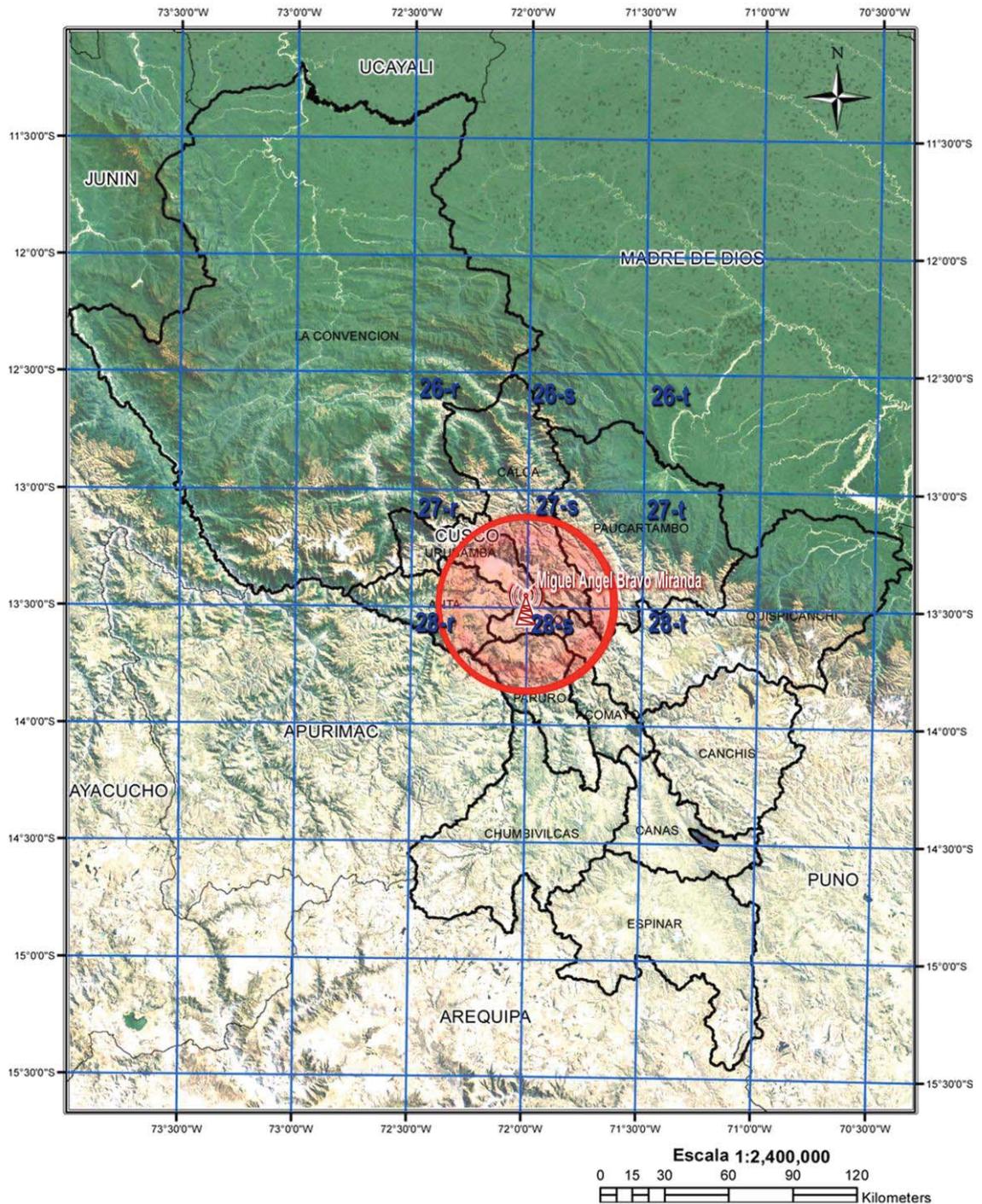
Seguidamente utilizando el programa se observa en la tabla 5.16 que los resultados calculados tanto manual como con el software, son de igual valor. Más si existe una mínima diferencia es mínima debido a que el programa trabaja con más decimales en cada operación matemática.

Simb	Parámetros	Unidades	Manual	Software	Error Relativo Porcentual (%)
$A_T$	Atenuación total	dB	2.56	2.56	0
$f_{AT}$	Factor de atenuación Total		0.55	0.55	0
$P_A$	Potencia que llega a la antena	Kw	2.77	2.77	0
$P_{ERP}$	Potencia efectiva radiada	Kw	3.74	3.74	0
$f_c$	Factor de corrección para emplear las curvas del MTC	dB $_{\mu V/m}$	5.73	5.73	0
$E_o$	Campo eléctrico en dB $_{\mu V/m}$ para emplear los nomogramas	dB $_{\mu V/m}$	56.27	56.27	0
$d$	Distancia de Cobertura	Km	42	41.53	1.1

**Tabla 5.16:** Parámetros de salida manual y por software  
**Fuente:** Elaboración propia

Así mismo como se consignó la ubicación exacta de la planta de transmisión se pudo generar los archivos en formatos kml para la georreferenciación en los programas de Google arte y ArcGis, también se muestra las cartas nacionales que abarca el área de cobertura (26-r,26-s,26-t,27-r,27-s,27-t,28-r,28-s,28-t), ya que dichas cartas nacionales son requeridas en la

diagramación del área de cobertura, en el perfil técnico presentado al MTC. Lo descrito anteriormente se muestra a continuación en la figura 5.19



**Figura 5.19:** Georreferenciación del área de cobertura método 1

**Fuente:** Elaboración propia

### 5.9.2. Pruebas para el segundo método de cálculo del programa

Para el caso del segundo método se hará uso de la información de los perfiles de proyecto técnico que se solicitó, por lo cual en la tabla 5.17 se muestra un resumen de los parámetros de entrada.

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Pot. Tx	Latitud s	Longitud o	Longitud Antena ( $\lambda$ )	Longitud Radiales( $\lambda$ )	Conductividad (mS/m)
1	16	690	1	-14.208333	-71.429722	0.25	0.25	5
2	22	750	1	-14.205278	-71.439722	0.25	0.24	2
3	31	840	1	-14.534444	-71.296667	0.25	0.24	5
4	68	1210	1	-13.356861	-72.108972	0.25	0.24	3
5	87	1400	1	-13.518055	-71.958333	0.25	0.25	5

**Tabla 5.17:** Parámetros de entrada para método 2

**Fuente:** Elaboración propia

Luego teniendo esta información, se procedió a llevar a cabo los cálculos con el programa, cuyos resultados se muestran en la tabla 5.18

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	MANUAL			SOFTWARE		
			Campo Característico Ec (dB $\mu$ V/m)	Campo del Gráfico Eo (dB $\mu$ V/m)	Cobertura (km)	Campo Característico Ec (dB $\mu$ V/m)	Campo del Gráfico Eo (dB $\mu$ V/m)	Cobertura (km)
1	16	690	109.7	52.2	60	109.7	52.2	59.9
2	22	750	109.5	52.5	30	109.5	52.4	31.9
3	31	840	109.5	52.5	48	109.5	52.4	49.4
4	68	1210	109.5	52.5	22	109.5	52.4	23.1
5	87	1400	100	62	16.5	100	62	16.8

**Tabla 5.18:** Parámetros de salida manual y por software

**Fuente:** Elaboración propia

Teniendo en cuenta estos resultados se obtiene el valor del error relativo porcentual entre los resultados para los parámetros de intensidad campo característico Ec (dB $\mu$ V/m), Intensidad de campo del gráfico Eo (dB $\mu$ V/m) y distancia de cobertura (Km). Que para el caso se usará la siguiente formula:

$$Error = \frac{|Valor Manual - Valor Software|}{Valor Software} \times 100$$

Campo Característico Ec (dB $\mu$ V/m) MANUAL	Campo Característico Ec (dB $\mu$ V/m) SOFTWARE	Error Relativo Porcentual Ec (%)	Campo del Gráfico Eo (dB $\mu$ V/m) MANUAL	Campo del Gráfico Eo (dB $\mu$ V/m) SOFTWARE	Error Relativo Porcentual Eo (%)	Cobertura (km) MANUAL	Cobertura (km) SOFTWARE	Error Relativo Porcentual Cobertura (%)
109.7	109.7	0	52.2	52.2	0	60	59.9	0.17
109.5	109.5	0	52.5	52.4	0.18	30	30.9	2.51
109.5	109.5	0	52.5	52.4	0.18	48	49.4	2.83
109.5	109.5	0	52.5	52.4	0.18	22	22.7	3.08
100	100	0	62	62	0	16.5	16.8	1.79
Error promedio		0	Error promedio		0.108	Error promedio		2.07

**Tabla 5.19:** Cálculo del error en los resultados

**Fuente:** Elaboración propia

De la tabla 5.19 se observa que el error que existe en los resultados es mínimo teniendo en cuenta que tanto los cálculos realizados manualmente como con el software, generan aproximadamente los mismos resultados. Esto debido a que el procedimiento que se sigue para calcular áreas de cobertura tanto manual como con el software, son iguales ya sea usando cálculos matemáticos como al momento de calcular la distancia de cobertura en el nomograma respectivo.

## **CAPÍTULO VI**

### **CALCULO DEL ÁREA DE COBERTURA LAS LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DEL CUSCO Y DE LAS LOCALIDADES FRONTERIZAS**

## 6.1. Introducción

Para el presente capítulo se pretende realizar el análisis de cobertura de todas las estaciones radiodifusoras de las tres localidades de radiodifusión del departamento del Cusco, como también de las localidades de radiodifusión de los departamentos fronterizos.

Como se mencionó en el capítulo III, las metodologías presentadas para el cálculo de cobertura de una estación radiodifusora en Onda Media, son las que se usan en los perfiles de proyecto técnico, documentos que exige el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones para conceder autorizaciones para prestar servicios de radiodifusión.

Es preciso mencionar que para realizar todos los cálculos matemáticos se decidió hacer uso del segundo método de cálculo presentado en el capítulo III, por lo que para llevar a cabo esto se solicitó a la “Dirección General de Autorizaciones en Telecomunicaciones” del MTC, copias simples de documentos originales de los perfiles de proyectos técnicos presentados ante el MTC por las empresas radiodifusoras que cuentan con autorización en la actualidad.

Consecuentemente también se solicitó a la dirección general de autorizaciones la ubicación georreferenciada exacta de las plantas transmisoras en coordenadas latitud sur y longitud oeste como es usada en los perfiles técnicos.

Toda esta información ha sido entregada al autor de la presente tesis, bajo memorándums lo cual indica la validez de los datos y parámetros que se toman en cuenta para realizar los cálculos de cobertura, que se desarrollarán en este capítulo.

Una vez definidos la metodología y el valor de los parámetros de las plantas transmisoras se procede a desarrollar los cálculos de cobertura de todas las radioemisoras de las localidades de radiodifusión del Cusco y de los departamentos limítrofes, haciendo uso del “Software para el cálculo de Área de Cobertura”, que se desarrolló en el capítulo V.

También se identificará los canales de Onda Media usados y no usados actualmente en el departamento del Cusco y detallando la información proporcionada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, respecto a canales reservados para el estado como también canales autorizados, cancelados y los canales que se encuentran disponibles para su uso.

La identificación de los canales de radiodifusión en Onda Media de los departamentos Limítrofes del departamento del Cusco, es también una información muy importante pues al existir frecuencias no usadas en zonas limítrofes del departamento del Cusco, abre la posibilidad de que las frecuencias que en el Cusco no se están utilizando, puedan ser usadas en estas zonas para servicios de radio difusión en Onda Media.

## 6.2. Cálculo de cobertura en el departamento del Cusco

El cálculo de cobertura se realiza para todas las radioemisoras autorizadas, teniendo en cuenta aspectos generales, como es el caso de asumir la longitud de la antena y la longitud aproximada de los radiales como un cuarto de la Longitud de Onda ( $\lambda/4$ ), según se indica en los documentos emitidos por el MTC. Por lo que se tiene el valor de Intensidad de campo característico aproximadamente a 109.5, de igual manera se asumirá el valor de conductividad que para el departamento del Cusco según la UIT está establecido en el rango de 3 a 10 mS/m y que según se establecieron en los perfiles técnicos presentados al MTC por lo que se decidió el valor promedio de 5 mS/m.

### 6.2.1. Análisis en la Localidad 1: Cusco-Anta-Calca-Paruro-Urubamba-Pisac

Como se sabe esta Localidad de radiodifusión cuenta 42 canales, de los cuales existen cuatro libres, dos reservados y 36 canales utilizados por radioemisoras autorizadas, el análisis de cobertura para los canales de esta localidad se resume en la tabla 6.1

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Pot. Tx	Latitud	Longitud	Estado	E <sub>o</sub> (dB <sub>μ</sub> V/m)	Cobertura (km)
1	7	600				Reservado		
2	10	630	1			Libre		
3	13	660	3	-13.503806	-72.004944	En uso	47.66	79.7
4	15	680	1	-13.540083	-72.010361	En uso	52.5	61.8
5	17	700	3	-13.356861	-72.108972	En uso	47.66	75
6	19	720	3	-13.532444	-72.000500	En uso	47.66	70.3
7	21	740	1	-13.467750	-72.010000	En uso	52.5	55
8	23	760	2	-13.513972	-72.004833	En uso	49.5	65.1
9	26	790	3	-13.528861	-72.012083	En uso	47.66	49.3
10	28	810	5	-13.518517	-71.850925	En uso	45.5	73.6
11	30	830	5	-13.506389	-71.997222	En uso	45.5	69.5
12	32	850	5	-13.520000	-72.005000	En uso	45.5	69.5
13	34	870	1	-13.498611	-71.967222	En uso	52.5	45.3
14	37	900				Libre		
15	39	920	1	-13.510458	-71.955553	En uso	52.5	42.9
16	41	940	1	-13.500000	-71.961667	En uso	52.5	42.9
17	44	970	5	-13.597222	-71.977778	En uso	45.5	55.5
18	47	1000	2	-13.502444	-72.002444	En uso	49.5	45.5
19	50	1030	1	-13.550000	-71.983333	En uso	52.5	39.3
20	53	1060	1	-13.505556	-71.974167	En uso	52.5	37.25
21	55	1080	2.5	-13.518056	-71.963611	En uso	48.4	45.5
22	58	1110				Libre		
23	60	1130	5	-13.489056	-71.933944	En uso	45.5	49
24	62	1150	2.5	-13.527806	-71.950583	En uso	48.4	41.9
25	64	1170	1	-13.529417	-72.013556	En uso	52.5	34.2
26	66	1190	2	-13.521111	-71.964722	En uso	49.5	37.5
27	69	1220	1	-13.556639	-71.876111	En uso	52.4	32.5
28	72	1250	3	-13.532778	-71.962778	En uso	47.6	37.4
29	74	1270	2	-13.497222	-72.004722	En uso	49.5	34.7
30	77	1300	5	-13.536944	-71.959167	En uso	45.5	43
31	80	1330	1	-13.511306	-71.959639	En uso	52.5	30
32	82	1350	1	-13.514028	-72.003250	En uso	52.5	27.6
33	84	1370	3	-13.505000	-71.950000	En uso	47.6	35.5
34	87	1400	1	-13.509889	-71.963917	En uso	52.5	27
35	90	1430	1	-13.467750	-72.010000	En uso	52.5	25.1
36	94	1470				Libre		
37	96	1490	5	-13.517000	-72.004444	En uso	45.5	36.3
38	98	1510	1	-13.474639	-71.990778	En uso	52.5	25
39	101	1540				Reservado		
40	103	1560	1	-13.502778	-71.792500	En uso	52.5	24

41	105	1580	1	-13.512056	-71.995664	En uso	52.5	24
42	107	1600	3	-13.503944	-71.973389	En uso	47.6	30

**Tabla 6.1** Calculo de áreas de cobertura Localidad 1

Fuente: Elaboración propia

### 6.2.2. Análisis en la Localidad 2: Quillabamba-Echarate-Vilcabamba-Yanatile

Para esta localidad de radiodifusión se sabe que se cuenta con 5 canales asignados, de los cuales existen dos libres, un reservado y dos canales utilizados por radioemisoras autorizadas, el análisis de cobertura para los canales de esta localidad se resume en la tabla 6.2:

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Pot. Tx	Latitud	Longitud	Estado	E <sub>o</sub> (dB <sub>μV/m</sub> )	Cobertura (km)
1	45	980				Reservado		
2	68	1210	1	-12.820525	-72.686289	En uso	52.5	32.2
3	76	1290				Libre		
4	92	1450				Libre		
5	100	1530	1	-12.869444	-72.700833	En uso	52.5	24

**Tabla 6.2** Calculo de áreas de cobertura Localidad 2

Fuente: Elaboración propia

### 6.2.3. Análisis en la Localidad 3: Sicuani-Espinar-Urcos-Marcapata-Camanti

Se sabe esta Localidad de radiodifusión cuenta 26 canales, de los cuales no existen libres, dos reservados y 24 canales utilizados por radioemisoras autorizadas, el análisis de cobertura para los canales de esta localidad se resume en la tabla 6.3

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Pot. Tx	Latitud	Longitud	Estado	E <sub>o</sub> (dB <sub>μV/m</sub> )	Cobertura (km)
1	16	690	1	-14.208333	-71.429722	En uso	52.5	59.5
2	18	710				Reservado		
3	22	750	1	-14.205278	-71.439722	En uso	52.5	54.8
4	24	770	1	-13.693917	-71.620417	En uso	52.5	51.6
5	31	840	1	-14.534444	-71.296667	En uso	52.5	49.2
6	36	890	1	-14.788889	-71.404722	En uso	52.5	45
7	38	910	1	-14.260306	-71.245417	En uso	52.5	45
8	40	930	1	-14.817917	-71.382583	En uso	52.5	43
9	43	960	1	-14.787778	-71.409167	En uso	52.5	42.8
10	45	980	1.5	-14.239861	-71.233389	En uso	50.6	43.1
11	49	1020	5	-14.874444	-71.312222	En uso	45.5	55.2
12	51	1040	1	-14.777222	-71.440278	En uso	52.5	37.7
13	68	1210	1	-14.446667	-72.083889	En uso	52.5	32
14	71	1240	5	-14.235000	-71.220833	En uso	45.5	45.8
15	75	1280	1	-14.277725	-71.242753	En uso	52.5	30
16	83	1360	4	-14.278083	-71.238833	En uso	46.5	37.1
17	86	1390	3	-14.270000	-71.236156	En uso	47.6	35

18	89	1420	1.5	-14.929444	-71.197778	En uso	50.6	30
19	91	1440	3	-14.788278	-71.394250	En uso	47.6	31.6
20	93	1460	1	-13.470278	-70.900000	En uso	52.5	25.1
21	95	1480	1	-14.783889	-71.403333	En uso	52.5	25.1
22	97	1500	1	-14.261083	-71.247889	En uso	52.5	25.1
23	99	1520	1	-14.799167	-71.414722	En uso	52.5	24
24	102	1550	1	-14.305250	-71.682500	En uso	52.5	24
25	104	1570	1	-14.298083	-71.212917	En uso	52.5	24
26	106	1590				Reservado		

**Tabla 6.3** Calculo de áreas de cobertura Localidad 3

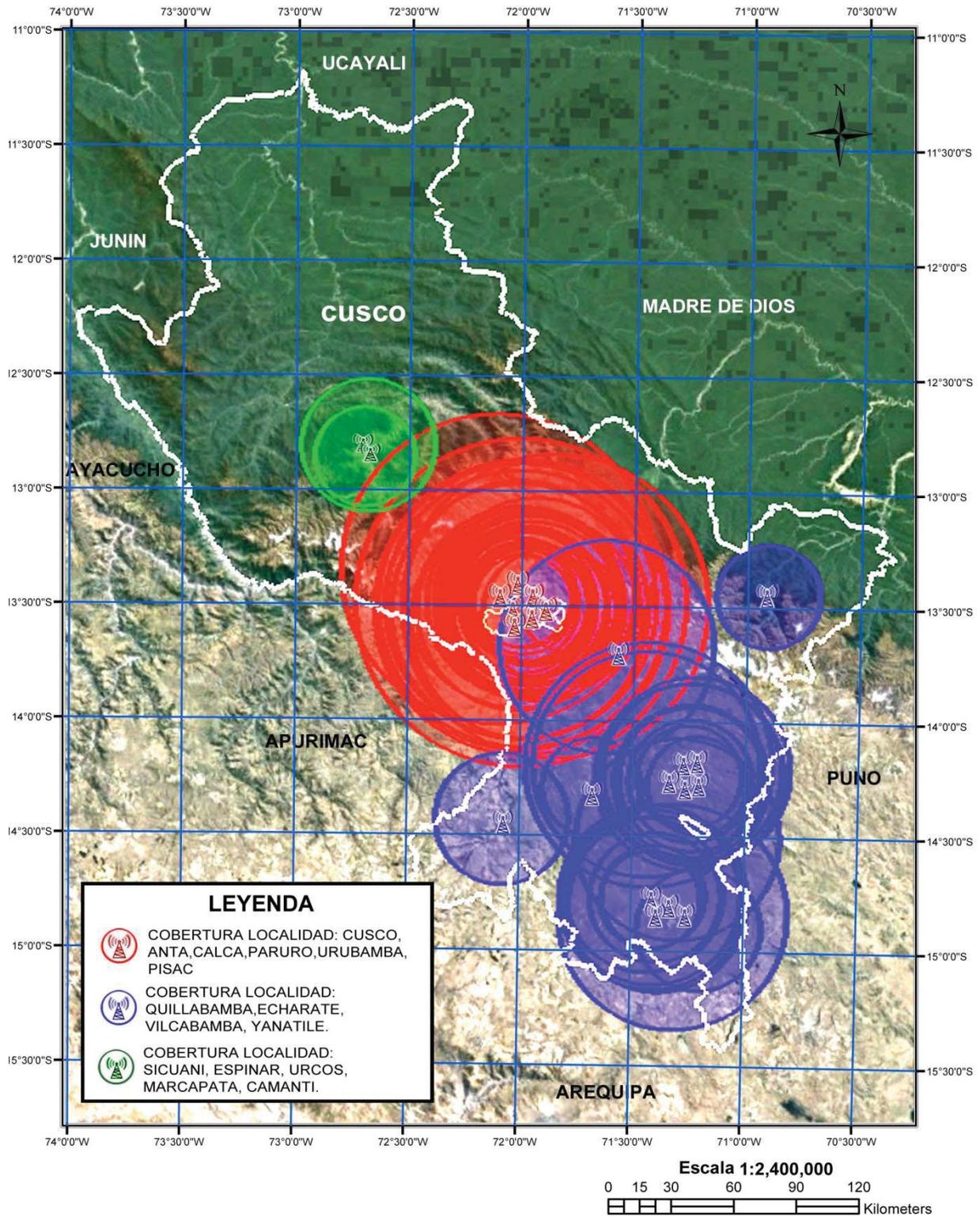
**Fuente:** Elaboración propia

### 6.3. Georreferenciación de las áreas de cobertura de las radioemisoras de las 3 localidades de radiodifusión del departamento del Cusco

Una vez calculados en el software desarrollado de la presente tesis, se prosiguió a generar los archivos kml correspondientes a todos los canales de las 3 localidades, posteriormente se abrieron los archivos en los programas google earth y ArcGis para poder representarlos gráficamente y georreferenciarlos según sus coordenadas geográficas.

También se utilizó una cuadrícula con coordenadas separadas cada 30 minutos, esto con el propósito de poder comparar cada cuadrado de la cuadrícula con su correspondiente carta nacional geográfica, cuyo mapa se vio en el capítulo 3 en la figura 3.7

En el mapa de la figura 6.1 se puede observar que las áreas de color verde representan al área de los canales de la localidad 2, las de color rojo representan al área de cobertura de los canales de la localidad 1, mientras que los de color azul representan a los canales de la localidad 3.



**Figura 6.1:** Mapa de áreas de cobertura en el Cusco  
**Fuente:** Elaboración propia

#### 6.4. Cálculo de cobertura en los departamentos limítrofes

Para el caso de los departamentos limítrofes se tomó en cuenta las localidades de radiodifusión que limitan con el departamento del Cusco, y luego de una investigación respecto a la ubicación de todas las antenas transmisoras de dichas localidades se decidió tomar en cuenta a las plantas transmisoras cuyas áreas de cobertura estuviesen cercanos al espacio geográfico del departamento del Cusco, asimismo los datos que se usaron para estos cálculos se obtuvieron con informes y documentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

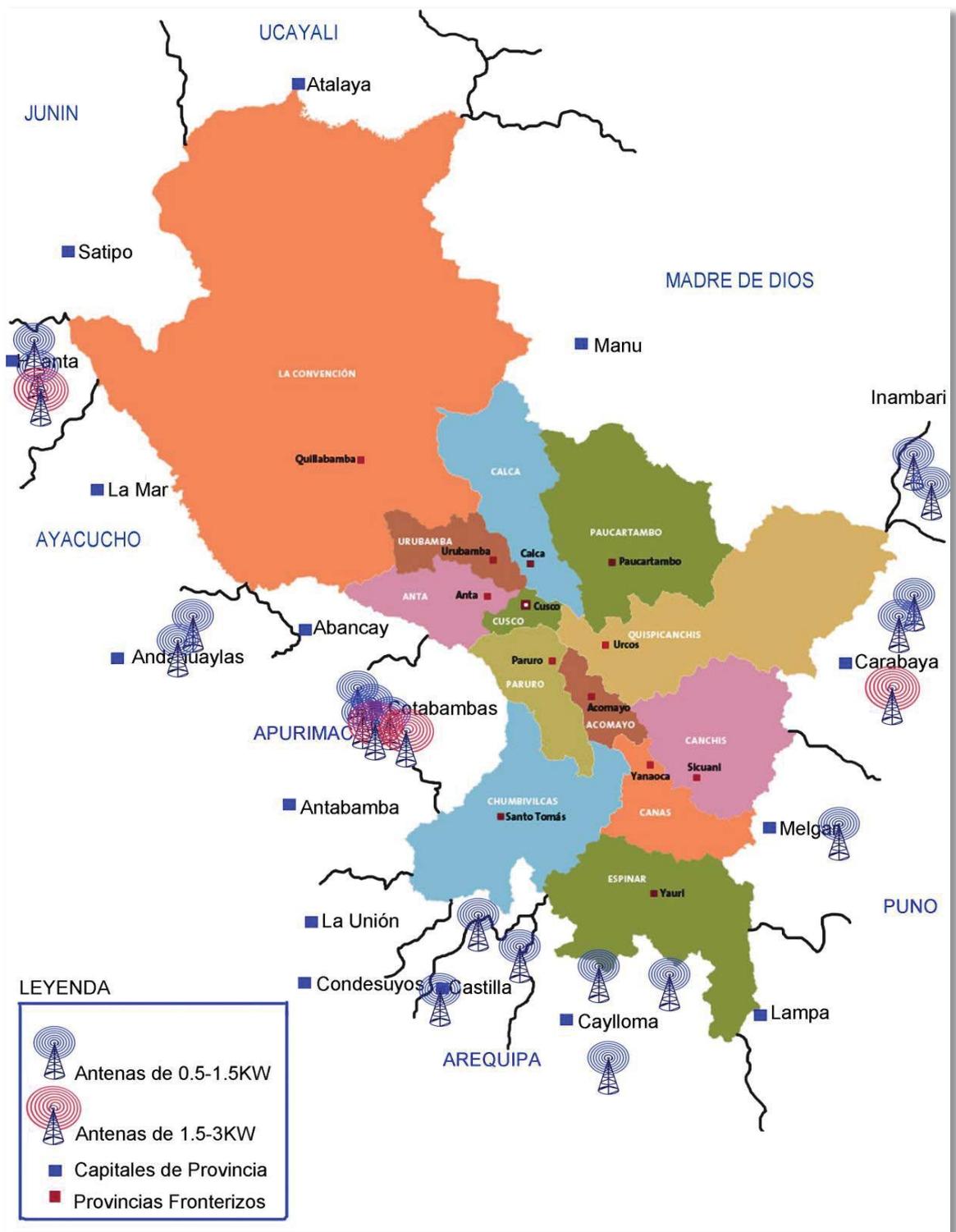
El departamento del Cusco actualmente cuenta con 7 departamentos limítrofes y para el análisis de creación de localidades se identificará a cada provincia, distrito limítrofe con el departamento del Cusco, esto se puede observar en la tabla 6.4

Provincias Fronterizas	Arequipa	Apurímac	Ayacucho	Junín	Madre de Dios	Puno	Ucayali
Espinar	- Caylloma	X	X	X	X	-Melgar -Lampa	X
Chumbivilcas	-Castilla -Condesuyos -La Unión	-Antabamba -Cotabambas	X	X	X	X	X
Paruro	X	-Cotabambas	X	X	X	X	X
Anta	X	-Cotabambas -Abancay	X	X	X	X	X
La Convención	X	X	-La Mar -Huanta	-Satipo	-Manú	X	-Atalaya
Calca	X	X	X	X	-Manú	X	X
Paucartambo	X	X	X	X	-Manú	X	X
Quispicanchi	X	X	X	X	-Manú	-Carabaya	
Canchis	X	X	X	X	X	-Carabaya -Melgar	
Canas	X	X	X	X	X	-Melgar	

**Tabla 6.4** Provincias fronterizas

**Fuente:** Elaboración propia

Habiéndose analizado la situación de cada localidad geográfica limítrofe con el departamento del Cusco se muestra en la figura 6.2 la situación actual de la ubicación de las estaciones transmisoras autorizadas en las zonas limítrofes del departamento del cusco así como también se toma en cuenta la potencia con la que están trabajando.



**Figura 6.2** Mapa de ubicación de estaciones fronterizas

Fuente: Elaboración propia

#### 6.4.1. Análisis para localidades limítrofes entre Arequipa y Cusco

EL departamento del Cusco limita con el departamento de Arequipa con las provincias de Caylloma, Castilla, Condesuyos y La Unión, por lo que se recolectó información sobre las estaciones radiales que operan a una distancia cercana del departamento del Cusco.

Asimismo se recolectó la información correspondiente a las potencias con que estas estaciones radiales trabajan, a continuación se muestra un resumen en la tabla 6.5.

Departamento de Arequipa				
CANAL	FRECUENCIA (KHZ)	POTENCIA (KW)	PROVINCIA LÍMITROFE	LUGAR DE LA ESTACIÓN
48	1010	1	CASTILLA	ORCOPAMPA
84	1370	1	CASTILLA	VIRACO
105	1580	1	CASTILLA	ORCOPAMPA
74	1270	1	CAYLLOMA	CALLALLI
92	1450	1	CAYLLOMA	CHIVAY

**Tabla 6.5** Provincias fronterizas de Arequipa

**Fuente:** Elaboración propia

##### 6.4.1.1. Localidad “Castilla - Condesuyos - La Unión”

En esta localidad también se trabaja con potencias de 1kW.

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Pot. Tx	Latitud	Longitud	Estado	E <sub>o</sub> (dB <sub>μ</sub> V/m)	Coertura (km)
1	48	1010	1	-15.274000	-72.325667	En uso	52.5	39.3
2	84	1370	1	-15.644778	-72.511692	En uso	52.5	27.6
3	105	1580	1	-15.260194	-72.343889	En uso	52.5	24.2
4	41	940				Libre		
5	58	1110				Libre		

**Tabla 6.6** Cálculo de cobertura en localidad 1 de Arequipa

**Fuente:** Elaboración propia

##### 6.4.1.2. Localidad “Caylloma – Chivay”

En esta localidad también se trabaja con potencias de 1kW.

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Pot. Tx	Latitud	Longitud	Estado	E <sub>o</sub> (dB <sub>μ</sub> V/m)	Coertura (km)
1	74	1270	1	-15.509444	-71.452500	En uso	52.5	30
2	92	1450	1	-15.651111	-71.595556	En uso	52.5	25.5
3	100	1530				Libre		
4	107	1600				Reservado		

**Tabla 6.7** Cálculo de cobertura en localidad 2 de Arequipa

**Fuente:** Elaboración propia

#### 6.4.2. Análisis para localidades limítrofes entre Apurímac y Cusco

EL departamento del Cusco limita con el departamento de Apurímac con las provincias de Antabamba, Cotabambas y Abancay, por lo que se recolectó información sobre las estaciones radiales que operan a una distancia cercana del departamento del Cusco.

Asimismo se recolectó la información correspondiente a las potencias con que estas estaciones radiales trabajan, a continuación se muestra un resumen en la tabla 6.8.

Departamento de Apurímac				
CANAL	FRECUENCIA (KHZ)	POTENCIA (KW)	PROVINCIA LÍMITROFE	LUGAR DE LA ESTACIÓN
23	760	1	CHINCHEROS	OCOBAMBA
28	810	3	COTABAMBAS	CHALHUAHUACHO
42	950	1	COTABAMBAS	CHALHUAHUACHO
48	1010	1	COTABAMBAS	TAMBOBAMBA
53	1060	2	ANDAHUAYLAS	ANDAHUAYLAS
79	1320	3	COTABAMBAS	CHALHUAHUACHO
84	1370	3	COTABAMBAS	CHALHUAHUACHO
96	1490	2.5	ANDAHUAYLAS	ANDAHUAYLAS

**Tabla 6.8** Provincias fronterizas de Apurímac

Fuente: Elaboración propia

##### 6.4.2.1. Localidad “Apurímac”

Teniendo en cuenta que el departamento de Apurímac solo cuenta con una localidad fronteriza con el departamento del Cusco, se debe tener en cuenta esta información que es con esta localidad con quien se puedan dar más interferencias, principalmente con la Localidad 1 del Cusco.

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Pot. Tx	Latitud	Longitud	Estado	E <sub>o</sub> (dB <sub>μV/m</sub> )	Cobertura (km)
1	23	760	1	-13.483056	-73.562778	En uso	52.5	55
2	28	810	3	-14.146075	-72.277358	En uso	47.6	66
3	42	950	1	-14.119667	-72.248444	En uso	52.5	43
4	48	1010	1	-13.951083	-72.172222	En uso	52.5	39.5
5	53	1060	2	-13.647694	-73.388111	En uso	49.5	43.5
6	79	1320	3	-14.112742	-72.277358	En uso	47.6	37.4
7	84	1370	3	-14.112733	-72.277291	En uso	47.6	34.8
8	96	1490	2.5	-13.658833	-73.371083	En uso	48.5	31
9	60	1130				Libre		
10	88	1410				Reservado		

**Tabla 6.9** Cálculo de cobertura en localidad 2 de Arequipa

Fuente: Elaboración propia

### 6.4.3. Análisis para localidades limítrofes entre Ayacucho y Cusco

EL departamento del Cusco limita con el departamento de Ayacucho con las provincias de Huanta y La Mar, por lo que se recolectó información sobre las estaciones radiales que operan a una distancia cercana del departamento del Cusco.

Asimismo se recolectó la información correspondiente a las potencias con que estas estaciones radiales trabajan, a continuación se muestra un resumen en la tabla 6.10.

Departamento de Ayacucho				
CANAL	FRECUENCIA (KHZ)	POTENCIA (KW)	PROVINCIA LÍMITROFE	LUGAR DE LA ESTACIÓN
63	1160	1	HUANTA	HUANTA
88	1410	1	HUANTA	HUANTA
99	1520	2	HUANTA	HUANTA

**Tabla 6.10** Provincias fronterizas de Ayacucho

**Fuente:** Elaboración propia

#### 6.4.3.1. Localidad “Ayacucho”

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Pot. Tx	Latitud	Longitud	Estado	E <sub>o</sub> (dB <sub>iV/m</sub> )	Cobertura (km)
1	63	1160	1	-12.891667	-74.248333	En uso	52.5	34.5
2	88	1410	1	-12.933333	-74.246111	En uso	52.5	27.8
3	99	1520	2	-12.949722	-74.238611	En uso	49.5	28
4	8	610				Libre		
5	17	700				Libre		
6	28	810				Libre		
7	31	840				Libre		
8	33	860				Libre		
9	35	880				Libre		
10	42	950				Libre		
11	69	1220				Libre		
12	82	1350				Libre		
13	14	670				Reservado		

**Tabla 6.11** Cálculo de cobertura para la localidad de Ayacucho

**Fuente:** Elaboración propia

### 6.4.4. Análisis para Localidades Limítrofes entre Junín y Cusco

EL departamento del Cusco limita con el departamento de Junín con la provincia de Satipo, por lo que se recolectó información sobre las estaciones radiales que operan a una distancia cercana del departamento del Cusco. Pero no se encontró ninguna estación de servicio autorizada en esta provincia

#### 6.4.4.1. Localidad “Satipo”

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Pot. Tx	Latitud	Longitud	Estado	E <sub>o</sub> (dB <sub>μV/m</sub> )	Coertura (km)
1	16	690				Libre		
2	42	950				Libre		
3	44	970				Libre		
4	28	810				Reservado		

**Tabla 6.12** Calculo de Cobertura para la Localidad de Satipo

**Fuente:** Elaboración propia

#### 6.4.5. Análisis para localidades limítrofes entre Madre de Dios y Cusco

EL departamento del Cusco limita con el departamento de Junín con la provincia de Manú, por lo que se recolecto información sobre las estaciones radiales que operan a una distancia cercana del departamento del Cusco. Pero solo se encontró 1 que no limita exactamente (Inambari) con el departamento del Cusco pero la cobertura de su antena es captada en la zona limítrofe. Esta información se detalla en el cuadro 6.13

Departamento de Madre Dios				
CANAL	FRECUENCIA (KHZ)	POTENCIA (KW)	PROVINCIA LÍMITROFE	LUGAR DE LA ESTACIÓN
23	760	1	TAMBOPATA	INAMBARÍ
100	1530	1	TAMBOPATA	INAMBARÍ

**Tabla 6.13** Provincias fronterizas de Madre Dios

**Fuente:** Elaboración propia

#### 6.4.5.1. Localidad “Madre de Dios”

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Pot. Tx	Latitud	Longitud	Estado	E <sub>o</sub> (dB <sub>μV/m</sub> )	Coertura (km)
1	23	760	1	-13.107528	-70.366417	En uso	52.5	55.5
2	100	1530	1	-13.074275	-70.359006	En uso	52.5	24
3	85	1380				Libre		

**Tabla 6.14** Calculo de cobertura para la localidad de Madre de Dios

**Fuente:** Elaboración propia

#### 6.4.6. Análisis para localidades limítrofes entre Puno y Cusco

EL departamento del Cusco limita con el departamento de Puno con las provincias de Melgar, Lampa y Carabaya, por lo que se recolectó información sobre las estaciones radiales que operan a una distancia cercana del departamento del Cusco.

Asimismo se recolectó la información correspondiente a las potencias con que estas estaciones radiales trabajan, a continuación se muestra un resumen en la tabla 6.15

Departamento de Puno				
CANAL	FRECUENCIA (KHZ)	POTENCIA (KW)	PROVINCIA LIMÍTROFE	LUGAR DE LA ESTACIÓN
55	1080	1	Melgar	Ayaviri
20	730	1	Carabaya	Macusani
24	770	2.5	Carabaya	Macusani
30	830	1	Carabaya	Macusani

**Tabla 6.15** Provincias fronterizas de Puno

**Fuente:** Elaboración propia

#### 6.4.6.1. Localidad “Puno-Juliaca-Huancané-Lampa-Moho-Azángaro-Putina-Ilave-Ayaviri”

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Pot. Tx	Latitud	Longitud	Estado	E <sub>o</sub> (dB <sub>i</sub> v/m)	Cobertura (km)
1	55	1080	1	-14.901999	-70.587458	En uso	52.5	37.5
2	16	690				Libre		
3	62	1150				Libre		
4	99	1520				Libre		
5	102	1550				Libre		

**Tabla 6.16** Calculo de cobertura para la localidad 1 de Puno

**Fuente:** Elaboración propia

#### 6.4.6.2. Localidad “Carabaya”

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Pot. Tx	Latitud	Longitud	Estado	E <sub>o</sub> (dB <sub>i</sub> v/m)	Cobertura (km)
1	20	730	1	-14.074011	-70.437339	En uso (1kw)	52.5	55
2	24	770	2.5	-14.066889	-70.421167	En uso (2kw)	48.5	63.1
3	30	830	1	-14.072925	-70.437219	En uso (2kw)	52.5	49.2
4	7	600				Libre (1kw)		
5	35	880				Libre (2kw)		
6	3	560				Reservado (1kw)		

**Tabla 6.17** Calculo de cobertura para la localidad 2 de Puno

**Fuente:** Elaboración propia

#### 6.4.7. Análisis para localidades limítrofes entre Ucayali y Cusco

En la localidad de Ucayali existen actualmente 5 estaciones autorizadas para prestar servicios de radio difusión en Onda Media, específicamente en la provincia de Coronel Portillo, la cual se encuentra muy alejada del Cusco, Además dichas estaciones cuentan con potencias de entre 0.4 a 3 KW lo cual no se considera suficiente como para llegar al departamento del Cusco. Entonces se podría decir que las localidades de esta zona no influirían con la canalización del departamento del Cusco para servicio de radiodifusión en Onda Media.

##### 6.4.7.1. Localidad “Ucayali”

En esta localidad no se encuentran canales autorizados limítrofes al departamento del Cusco, pero se hace mención de ellos debido a que si se da el caso de que se autorice el uso de frecuencias en esta localidad, habría que tenerlas en cuenta para evitar posibles futuras interferencias.

N°	Canal	Frecuencia (KHz)	Pot. Tx	Latitud	Longitud	Estado	E <sub>o</sub> (dB <sub>μ</sub> V/m)	Coertura (km)
1	21	740				Libre		
2	25	780				Libre		
3	29	820				Libre		
4	37	900				Libre		
5	42	950				Libre		
6	53	1060				Libre		
7	67	1200				Libre		
8	82	1350				Libre		
9	85	1380				Libre		
10	93	1460				Libre		
11	98	1510				Libre		
12	101	1540				Libre		
13	106	1590				Libre		
14	17	700				Reservado		
15	88	1410				Reservado		

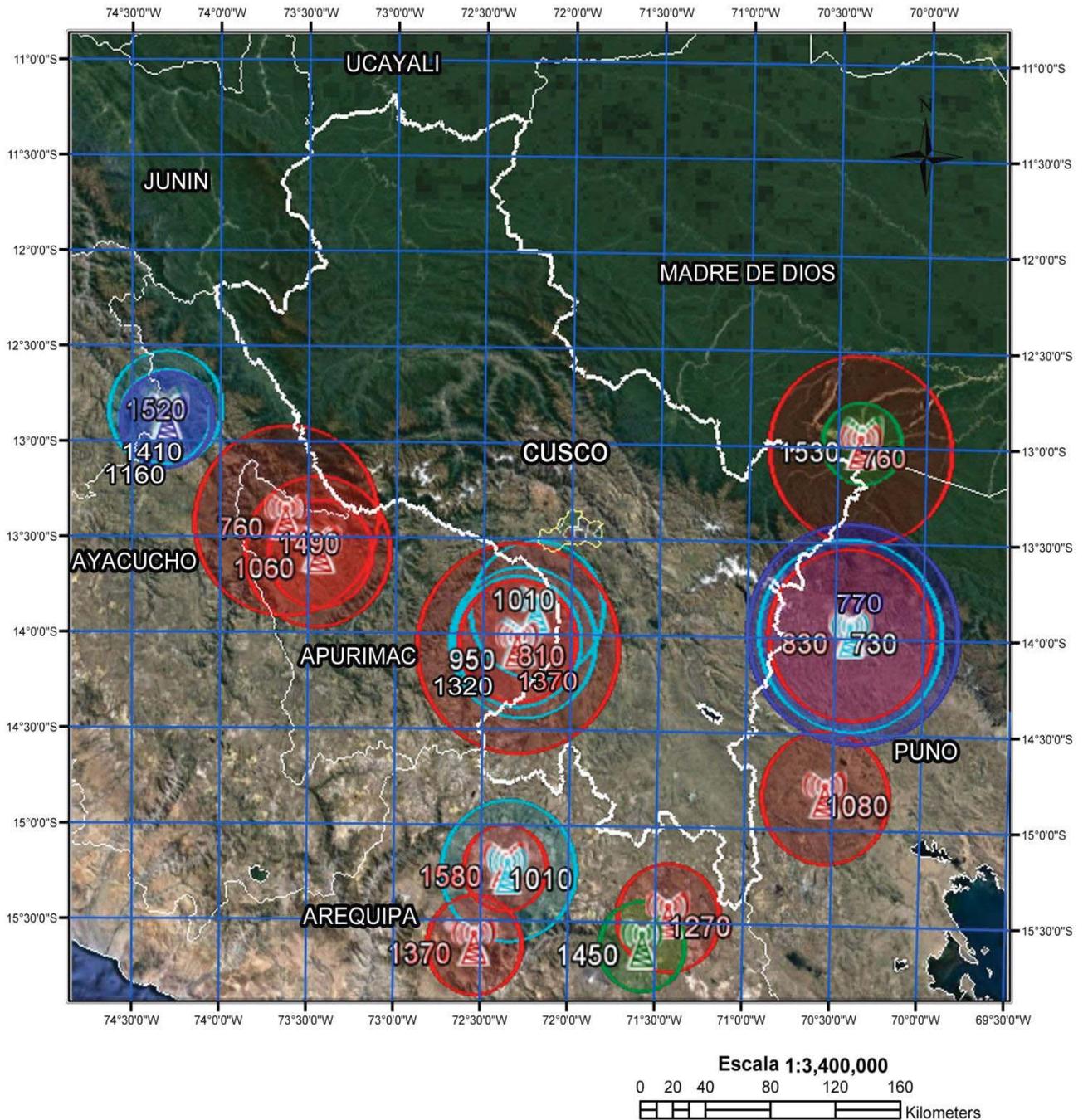
**Tabla 6.18** Cálculo de cobertura para la localidad Ucayali

**Fuente:** Elaboración propia

#### 6.5. Georreferenciación y gráfico de las áreas de cobertura de las radioemisoras de las localidades fronterizas

Una vez que se halló la distancia de cobertura de cada una de las emisoras que funcionan en la actualidad con autorización del MTC, haciendo uso del software para cálculo de cobertura se procedió a graficar el área de cobertura en el mapa, según la georreferencia que se indica en cada uno de los perfiles técnicos correspondientes. A continuación en la figura

6.3 se puede observar todas las radioemisoras con sus respectivas frecuencias y áreas de cobertura situadas cerca al departamento del Cusco:



**Figura 6.3:** Mapa de áreas de cobertura departamentos limítrofes al Cusco  
**Fuente:** Elaboración Propia

En el mapa previo se puede observar que los radios de cobertura tienen diferentes colores los cuales se describen a continuación:

Áreas de color rojo: Vienen a ser las áreas de cobertura de las radioemisoras cuyo valor de frecuencia, son también usados en la Localidad 1 (Cusco, Anta, Calca, Paruro, Urubamba, Pisac).

Áreas de color azul: Vienen a ser las áreas de cobertura de las radioemisoras cuyo valor de frecuencia, son también usados en la Localidad 2 (Quillabamba, Echarate, Vilcabamba, Yanatile)

Áreas de color verde: Vienen a ser las áreas de cobertura de las radioemisoras cuyo valor de frecuencia, son también usados en la Localidad 3 (Sicuani, Espinar, Urubamba, Marcapata, Camanti)

Áreas de color celeste: Vienen a ser las áreas de cobertura de las radioemisoras cuyo valor de frecuencia, no se encuentran en ninguna de las Localidades de radiodifusión del departamento del Cusco.

#### **6.6. Mapa de canalización y georreferenciación de las localidades de radiodifusión del departamento del Cusco y departamentos limítrofes**

Una vez analizado la situación actual de las canalizaciones del departamento del Cusco y los departamentos Limítrofes, se presenta en la figura 6.4 un resumen de todo lo anteriormente explicado, donde se indica en un mapa escalado la ubicación exacta/aproximada de las localidades de radiodifusión, de igual manera la situación y ubicación de los canales de radiodifusión de dichas localidades; tanto del departamento del Cusco como de todos los departamentos limítrofes.

Para un mejor entendimiento del mapa se tomará en cuenta lo siguiente:

- Circulo de color rojo: Es el espacio donde se encuentran las áreas de cobertura de la Localidad 1
- Circulo de color verde: Es el espacio donde se encuentran las áreas de cobertura de la Localidad 2.
- Circulo de color azul: Es el espacio donde se encuentran las áreas de cobertura de la Localidad 3.
- Círculos de contorno negro: Es el espacio donde se encuentran las áreas de cobertura de las localidades pertenecientes a los departamentos limítrofes.
- Números rojos: Corresponden a los canales actualmente autorizados pertenecientes a la Localidad 1, si están subrayados significa que estos aún están libres.



## **CAPÍTULO VII**

# **PROPUESTA DE LAS NUEVAS LOCALIDADES DE RADIODIFUSIÓN EN ONDA MEDIA PARA EL DE- PARTAMENTO DEL CUSCO**

## 7.1. Introducción

En el presente capítulo se dará a conocer una propuesta para la creación de nuevas localidades de radiodifusión en Onda Media con el objetivo de lograr una utilización más eficaz del espectro radioeléctrico

## 7.2. Antecedentes

Se ha tomado en cuenta antecedentes que van referidos a los informes presentados al área de la “Dirección General de Gestión de Telecomunicaciones del MTC”, donde se proponen planes de canalización y asignación de frecuencias para el servicio de radiodifusión sonora en Onda Media, también informes con propuestas de modificación de los planes de asignación de frecuencias, los mencionados informes han sido aprobados mediante expediciones de resoluciones viceministeriales.

Por lo que mediante solicitud ante el MTC se logró conseguir copias originales de los informes antes mencionados, a continuación se detalla al respecto:

### 7.2.1. Informe N° 528-2005-MTC/17.01.ssr.

El mencionado informe fue realizado por la “Dirección de Concesiones y Autorizaciones en Telecomunicaciones del MTC” [24], con el fin de definir un plan de asignación de frecuencias adecuado para las diferentes localidades de radiodifusión sonora de algunos departamentos del Perú, dentro de los cuales está el departamento del Cusco, y para el cual se propuso modificar los siguientes puntos:

- En la localidad de **Cusco-Anta-Calca-Paruro-Urubamba-Pisac**, para respetar la separación mínima de 20 KHz que debe existir entre las frecuencias de estaciones de OM, se están eliminando las frecuencias 620 KHz y 640 KHz, ya que dichas frecuencias se encuentra a sólo 10 KHz de la frecuencia 630 KHz.
- La localidad de **Marcapata-Camanti** se ha integrado a la localidad de **Sicuani-Espinar-Urcos**, ya que el plan de asignación para dicha localidad solo contaba con una frecuencia y debido a su ubicación geográfica ambas localidades deben estar en una sola zona de servicio.

- En la localidad de **Sicuani-Espinar-Urcos-Marcapata-Camanti**, para respetar la separación mínima de 20 KHz que debe existir entre las frecuencias de estaciones de OM, se está eliminando la frecuencia 1530 KHz, ya que dicha frecuencia se encuentra a sólo 10 KHz de la frecuencia 1520 KHz.

Expuestos estos puntos se recomendó expedir una resolución viceministerial en la cual se apruebe los planes de asignación de frecuencias, conforme a lo propuesto. La resolución que finalmente aprobó el informe, fue la resolución viceministerial RVM 233-2005-MTC/03

### **7.2.2. Informe N° 0813-2013 MTC/28**

Este informe fue presentado por la “Dirección General de Autorizaciones en Telecomunicaciones del MTC”, con el fin de proponer la modificación de los planes de canalización y atribución de frecuencias para Onda Media del departamento de Puno [25], la cual fue aprobado por resolución viceministerial N° 235-2005-MTC/03.

El presente Informe fue obtenido gracias a una solicitud al MTC, donde se pedía una copia simple del documento original, que permitiera mostrar el estudio técnico correspondiente para proponer una modificación en la asignación de frecuencias de las localidades de radiodifusión. Una vez obtenida la información solicitada se detalla a continuación en forma general los puntos que se tomaron en cuenta:

- Se considera necesario completar los planes de asignación de frecuencias a nivel nacional del servicio de radiodifusión sonora en Onda Media, para lo cual se debe revisar los planes existentes y proponer planes en aquellas localidades donde existe demanda de solicitudes de autorización y sin embargo no cuentan con planes de asignación aprobados.
- Cumplir con lo establecido en las normas técnicas del MTC para el servicio de radiodifusión sonora en Onda Media.
- Tener en consideración a las localidades vecinas y la distancia entre ellas, para evitar posibles interferencias.
- Para determinar las frecuencias, usar la información del sistema “Elipse” [3] del MTC, uso de programas informáticos “Google earth”, “ArcMap” y planos a escala 1/100 000, para establecer la máxima potencia permitida, las frecuencias de las localidades, respetando contornos de protección.
- Proponer la supresión de la localidad de Macusani-Sandia y la incorporación de los planes de las localidades de Carabaya y Sandia del Servicio de radiodifusión sonora

en Onda Media a los planes de canalización y asignación de frecuencias del servicio de radiodifusión sonora en Onda Media del departamento de Puno.

Expuestos estos puntos en el informe, se recomendó expedir la resolución viceministerial que apruebe los puntos presentados, por lo que finalmente se aprobó con la opinión favorable de la dirección general de autorizaciones en telecomunicaciones mediante la expedición de la resolución viceministerial N° 233-2013-MTC/03.

### **7.3. Factores que influyen en la asignación de frecuencias para localidades de radiodifusión**

Tomando en consideración la información presentada en los informes presentados anteriormente, si el fin es aprovechar de una mejor manera el uso del espectro radioeléctrico se deben asignar las frecuencias en las localidades respetando diversos factores, información que se maneja en las normas técnicas del servicio de radiodifusión del MTC [17] y en las recomendaciones de la UIT específicamente en la recomendación 598 de la CCIR (Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones), por lo que en forma general se toma en cuenta los siguientes puntos:

- Intensidad de campo eléctrico mínimo utilizable
- Relación de protección adecuada
- Separación entre canales adyacentes
- Potencia del transmisor
- Distancia entre transmisores co-canales
- Propagación de señales
- Distribución de los canales radioeléctricos

#### **7.3.1. Intensidad de campo eléctrico mínimo utilizable**

Este parámetro como ya se mencionó en los capítulos anteriores ha sido determinado por el MTC en  $1250\mu\text{V/m}$ , por lo que este valor limita el área de cobertura que es equivalente a la superficie protegida.

#### **7.3.2. Relación de protección**

Según lo estipulado en las normas técnicas de radiodifusión emitida por el MTC, y en los lineamientos de radiaciones no ionizantes [26] Las relaciones de protección, en los límites de las áreas de cobertura son las siguientes:

- Para los transmisores en la misma frecuencia, la relación es de 26 dB, lo cual significa que la señal deseada deberá por lo menos ser como mínimo 20 veces mayor a la señal interferente.
- Para el caso del primer canal adyacente la separación entre canales es de 10KHz y la relación de protección es de 0dB, lo cual significa que la señal deseada será como mínimo igual a la señal no deseada.
- Para el caso del segundo canal adyacente la separación entre canales es de 20KHz y la relación de protección es de -29 dB, lo cual significa que la señal interferente deberá ser mínimo 30 veces mayor que la señal deseada.

### **7.3.3. Distancia entre transmisores**

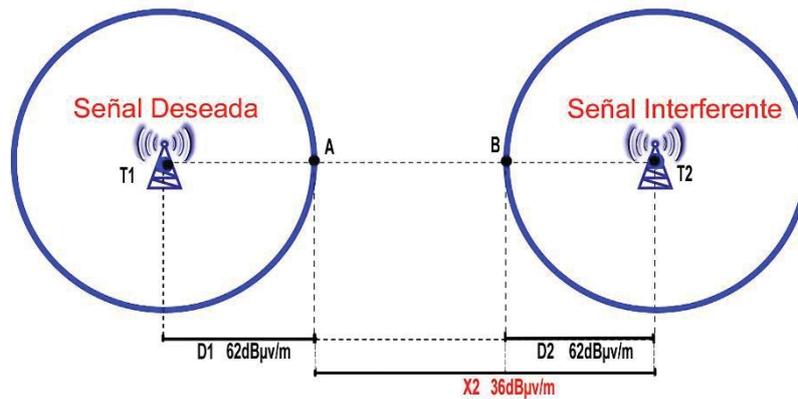
#### **7.3.3.1. Distancia mínima entre co-canales**

Para lograr una separación adecuada entre los transmisores co-canales, se debe tener en cuenta las relaciones de protección adoptadas, es decir asumir el valor de 26 dB [27], la frecuencia de trabajo, la potencia del transmisor y la conductividad del terreno, que en otras palabras se trata del cálculo de área de cobertura.

Para lograr el cálculo adecuado se deben seguir los siguientes pasos:

- Se debe considerar una zona de extensión infinita
- Todos los transmisores funcionan a la misma frecuencia y tienen una potencia P (kw)
- Se considera una distancia D1 en km del transmisor al límite del área de cobertura.
- Se sabe que el campo eléctrico utilizable en el límite del área de cobertura es de  $1250\mu\text{V/m}$  (en decibelios 62dB  $\mu\text{V/m}$ ), luego dividiendo entre la relación de protección (20) para el mismo punto, la intensidad de campo de la señal interferente del otro transmisor que opera en la misma frecuencia será de  $62.5\mu\text{V/m}$  (en decibelios 36dB  $\mu\text{V/m}$ )
- Luego las distancias de cobertura se hallarán con el uso de los nomogramas presentados anteriormente.

A continuación, en la figura 7.1 se observa gráficamente lo anterior descrito:



**Figura 7.1: Distancia de transmisores co-canales**  
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en el gráfico que el punto A es el límite de cobertura de la señal deseada, es en este punto donde se debe cumplir las relaciones de contorno para co-canales (para este caso 26dB), es decir cuando la señal deseada tiene un campo de 62dBµV/m y la señal interferente un campo de 36dB µV/m.

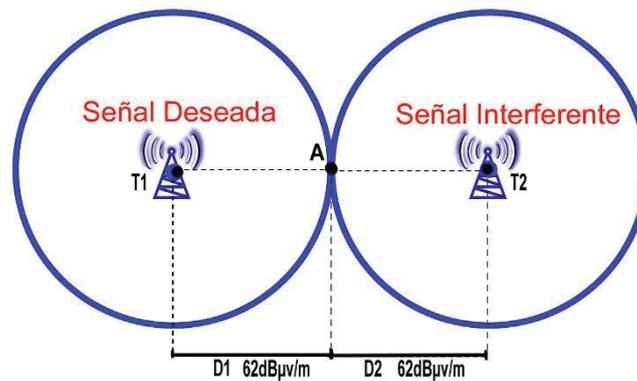
Finalmente, la distancia entre transmisores será la suma de las distancias de cobertura referidas a los campos de 62dB µV/m y 36dB µV/m [28].

$$D_{TOTAL} = D1 + X2 \quad (7.1)$$

### 7.3.3.2. Distancia mínima entre canales adyacentes de separación 10KHz

Teniendo en cuenta que el ancho de banda de las señales emitidas es de 10KHz, entonces para determinar la separación entre frecuencias asignadas en una misma localidad se debe usar un espaciamiento de 20 o 30KHz para evitar posibles casos de sobremodulación que generen interferencias entre canales adyacentes, que harían que no se cumpla con la relación de protección en ciertas áreas.

Por lo que el MTC asigno el valor de 0 db para la relación de contorno del primer adyacente, lo cual como se mencionó anteriormente significa que el valor de la intensidad de campo de la señal deseada debe ser igual al valor de la intensidad de campo en el límite de la cobertura. A continuación, se ve en la figura 7.2 la distancia mínima entre los transmisores.



**Figura 7.2: Distancia con el primer adyacente**  
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el punto A tanto el campo de la señal deseada y la señal interferente tienen la misma magnitud [28], luego la distancia entre transmisores será:

$$D_{TOTAL} = D1 + D2 \quad (7.2)$$

### 7.3.3.3. Distancia mínima entre canales adyacentes de separación 20KHz

Teniendo en cuenta que para optimizar el uso del espectro radioeléctrico el valor de 20KHz es el valor más óptimo para la separación de canales, el MTC establece el valor de -29dB [17] para la relación de contorno del segundo adyacente, lo cual quiere decir que la señal interferente será 28 veces la señal deseada. Y como se sabe el valor de intensidad de campo eléctrico mínimo es de 62 dBµV/m entonces:

$$\text{Si: } -29dB = 20 \log\left(\frac{Ed}{Ei}\right) \quad (7.3)$$

$$-1.45dB = \log\left(\frac{Ed}{Ei}\right)$$

$$10^{-1.45} = \frac{Ed}{Ei}$$

$$0.0354 = \frac{Ed}{Ei}$$

$$\frac{1}{28} = \frac{Ed}{Ei}$$

Dónde:

Ed: Intensidad de campo de señal deseada: 1250µv/m (62 dBµV/m)

Ei: Intensidad de campo de señal interferente:  $28 \times 1250 \mu\text{v}/\text{m} = 35000 \mu\text{v}/\text{m}$  (91dB $\mu\text{V}/\text{m}$ )

#### 7.3.4. Propagación de señales

La propagación de la señal en frecuencias dentro de la Onda Media, depende de la conductividad del terreno y potencia de transmisión. Por lo que, según el mapa de conductividades del Perú elaborado por la UIT, las localidades del departamento del cusco tienen una conductividad de 0 a 10 mS/m. dependiendo del sector como se vio en la Figura 3.3.

Seguidamente como se aclaró en la tabla 4.10. El departamento del Cusco actualmente cuenta con 65 estaciones radiales que transmiten en Onda Media sin contar los canales reservados para el estado la cantidad de canales las cuales funcionan en diferentes localidades geográficas como se muestra a continuación en la tabla 7.1, también se muestra la población en las provincias correspondientes.

PROVINCIA	Estaciones Radiales	Población al 2015
ACOMAYO	0	27693
ANTA	0	56302
CALCA	0	74195
CANAS	3	39293
CANCHIS	8	102151
CHUMBIVILCAS	2	82411
CUSCO	36	450095
ESPINAR	10	69146
LA CONVENCION	2	179845
PARURO	0	30501
PAUCARTAMBO	0	51060
QUISPICANCHI	2	89517
URUBAMBA	2	64520

**Tabla 7.1** Número de estaciones en las provincias y población  
**Fuente:** MTC e INEI censo de población y viviendas

Se tendrá en cuenta fundamentalmente los canales no utilizados en las actuales 3 localidades de radiodifusión asignados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y; como segunda opción, la reutilización de los canales asignados en las nuevas localidades de radiodifusión a proponerse, verificándose previamente que no haya interferencia según las distancias de cobertura con las actuales canalizaciones. Del mismo modo también se realiza el análisis de las localidades fronterizas.

#### 7.4. Estudio de las localidades geográficas del departamento del Cusco no servidas en las actuales localidades de radiodifusión

Teniendo en cuenta lo mostrado en la figura 6.4 del capítulo 6, se observa que los radios de cobertura son calculados en base los informes técnicos presentados ante el MTC y que se debe tomar en cuenta que en la realidad no se cumple al 100% dichos resultados debido a factores como la geografía de la zona puesto que existen demasiados cerros y montañas que dificultan la propagación de las emisiones radioeléctricas.

Por lo que se procedió a realizar un recojo de información en campo, para lo cual se realizó viajes al interior del departamento por las diferentes provincias y centros poblados, tanto de zonas de servicio registradas en el MTC como por zonas donde supuestamente no debiese haber recepción de señales de amplitud modulada, se hizo uso de un equipo de recepción de señales de Onda Media, el cual mostraba las frecuencias captadas en una pantalla led, para tener mayor precisión.

Finalmente se recogió la siguiente información la cual corresponde a emisoras que transmiten sin autorización del Ministerio de Transportes, así mismo en los lugares más lejanos donde supuestamente no se cuenta con servicios de radiodifusión en Onda Media, se averiguo que solo se captan señales pobres de emisoras lejanas, las cuales se recepcionaban mejor conforme caía la noche.

En la tabla 7.2 se da un resumen de la información recolectada.

Provincias	N° de Canales usados	Emisoras no Autorizadas KHz
Paucartambo	0	990
Paruro	0	1530
Chumbivilcas	2	1400 1230 990 650
Anta	0	x
Urubamba	1	x
Calca	0	x
Camanti (Quince mil)	0	1450
Quispicanchi (Urcos)	1	x

**Tabla 7.2** Información recogida en campo

**Fuente:** Elaboración propia

#### 7.5. Propuesta de las localidades de radiodifusión sonora en Onda Media

Como se observó en la figura 6.2 del capítulo 6, se observa que en las localidades geográficas de Chumbivilcas, Marcapata, Camanti, Paucartambo, casi no se encuentran áreas de

cobertura de estaciones radiales autorizadas, y por lo que se indago esto se debe probablemente a que no existen frecuencias autorizadas en estas localidades geográficas.

Por lo cual habiéndose realizado el análisis de cobertura para todas las estaciones radiales autorizadas en el departamento del Cusco, se procederá a proponer la creación de localidades de radiodifusión que permitan el funcionamiento de estaciones radiales en estas zonas.

Para lo cual se tomará la información que se mostró en la tabla 4.27 donde se muestran los canales que aún no se usan en las localidades actuales del departamento del Cusco, así mismo se eligieron frecuencias y potencias de operación que cumplan con las restricciones de protección de canal adyacente y cocanal.

### 7.5.1. Propuesta para la creación de la localidad de Chumbivilcas

La provincia de Chumbivilcas, cuya capital es Santo Tomás, ubicada al sur de la provincia de Paruro y al noroeste de la provincia de Espinar, con un área territorial de 5371.08 km<sup>2</sup>, y una población de 82411 habitantes. [12]

Así mismo de acuerdo al mapa de conductividad del Perú elaborado por la UIT, mostrado en la figura 3.3 del Capítulo 3, la provincia de Chumbivilcas tiene una conductividad de 0 a 10 mS/m, por lo cual como se observó en los perfiles técnicos presentados al MTC se trabajará con el valor de conductividad de 5mS/m.

Para cubrir a la provincia de Chumbivilcas con intensidad de campo de 62 dBuV/m y una conductividad de 5mS/m, se eligieron las frecuencias y las potencias de operación que cumplan con los requisitos anteriormente expuestos, el detalle se muestra en la tabla 7.3:

Canal	Frecuencia (KHz)	Potencia (KW)	Distancia Cobertura (Km)
2	550	1	75
4	570	1	72
12	650	1	64
57	1100	1	38
63	1160	1	34
65	1180	1	32
68	1210	1	32
81	1340	1	28
102	1550	1	24

**Tabla 7.3** Canales de localidad Chumbivilcas

**Fuente:** Elaboración propia

Los canales 68 y 102 resaltados están actualmente en la localidad 3; pero se propone que pase a formar parte de la nueva localidad Chumbivilcas, por razones geográficas.

### 7.5.2. Propuesta para la creación de la localidad de Paucartambo

La provincia de Paucartambo, cuya capital es Paucartambo, ubicada al este de la provincia de Cusco y al noroeste de la provincia de Quispicanchi, con un área territorial de 7.565 km<sup>2</sup>, y una población de 51060 habitantes [12].

Así mismo de acuerdo al mapa de conductividad del Perú elaborado por la UIT, mostrado en la figura 3.3 del Capítulo 3, la provincia de Paucartambo tiene una conductividad de 0 a 3 mS/m.

Para cubrir a la provincia de Chumbivilcas con intensidad de campo de 62 dBuV/m y una conductividad de 3 mS/m, se eligieron las frecuencias y las potencias de operación que cumplan con los requisitos anteriormente expuestos, el detalle se muestra en la tabla 7.4:

Ca- nal	Frecuencia	Poten- cia (KW)	Distancia Cober- tura (Km)
1	540	1	58
3	560	1	58
5	580	1	55
79	1320	1	23
85	1380	1	21
88	1410	1	21

**Tabla 7.4 Canales de localidad Paucartambo**

Fuente: Elaboración propia

### 7.5.3. Propuesta para la creación de la localidad de Marcapata - Camanti

Los distritos de Marcapata y Camanti, con capitales Marcapata y Quincemil respectivamente están ubicadas en la parte noreste de la provincia de Quispicanchi y al sureste de la provincia de Paucartambo, con un área territorial de 1687.91 km<sup>2</sup> para Marcapata y de 3174.93 km<sup>2</sup> para Camanti, y una población de habitantes 4514 habitantes en Marcapata y 2094 habitantes en Camanti [12].

Así mismo de acuerdo al mapa de conductividad del Perú elaborado por la UIT, mostrado en la figura 3.2 del Capítulo 3, los distritos de Marcapata y Camanti tienen una conductividad de 0 a 3 mS/m.

Para cubrir los distritos de Marcapata y Camanti con intensidad de campo de 62 dBuV/m y una conductividad de 3mS/m, se eligieron las frecuencias y las potencias de operación que cumplan con los requisitos anteriormente expuestos, el detalle se muestra en la tabla 7.5:

Canal	Frecuencia (KHz)	Potencia (KW)	Distancia Cobertura (Km)
35	880	1	34
42	950	1	32
46	990	1	30
48	1010	1	30
56	1090	1	28
67	1200	1	24
93	1460	1	20

**Tabla 7.5** Canales de localidad Marcapata-Camanti

**Fuente:** Elaboración propia

El canal 93 resaltado está actualmente en la Localidad 3; pero se propone que pase a formar parte de la nueva localidad, por razones geográficas.

## 7.6. Readequación de las antiguas localidades de radiodifusión

### 7.6.1. Localidad de Cusco-Anta-Calca-Paruro-Urubamba-Pisac

Se recomienda no modificar aún esta localidad debido a que el número de antenas concentradas se encuentran muy cercanas entre ellos, en la misma zona geográfica, y el área de cobertura abarca casi todas las provincias de la localidad en especial las capitales de provincia que es donde se concentra más gente

En la tabla 7.6 se observa los 42 canales para esta canalización:

CUSCO-ANTA-CALCA-PARURO-URUBAMBA-PISAC					
Canal	Frecuencia (KHz)	Canal	Frecuencia (KHz)	Canal	Frecuencia (KHz)
7	600	39	920	74	1,270
10	630	41	940	77	1,300
13	660	44	970	80	1,330
15	680	47	1,000	82	1,350
17	700	50	1,030	84	1,370
19	720	53	1,060	87	1,400
21	740	55	1,080	90	1,430
23	760	58	1,110	94	1,470
26	790	60	1,130	96	1,490
28	810	62	1,150	98	1,510
30	830	64	1,170	101	1,540
32	850	66	1,190	103	1,560
34	870	69	1,220	105	1,580
37	900	72	1,250	107	1,600

**Tabla 7.6** Propuesta de nueva localidad de radiodifusión 1

**Fuente:** Elaboración propia

### 7.6.2. Localidad de Quillabamba-Echarate-Vilcabamba-Yanatile

En esta localidad se propone incorporar nuevos canales de radiodifusión teniendo en cuenta que estos no pertenecen aún a ninguna localidad de radiodifusión.

En la tabla 7.7 se observa los 11 canales para esta canalización:

QUILLABAMBA-ECHARATE-VILCABAMBA-YANATILE	
Canal	Frecuencia (KHz)
9	620
14	670
20	730
27	800
29	820
45	980
68	1210
76	1290
92	1450
100	1530

**Tabla 7.7** Propuesta de nueva localidad de radiodifusión 2

**Fuente:** Elaboración propia

Los canales resaltados vienen a ser los nuevos canales que se añadieron a la Localidad 2, “Localidad de Quillabamba-Echarate-Vilcabamba-Yanatile”

### 7.6.3. Localidad de Sicuani-Espinar-Urcos

En esta localidad se propone incorporar 6 nuevos canales de radiodifusión, los cuales no pertenecen aún a ninguna localidad de radiodifusión. Además se propone retirar 3 canales de radiodifusión los cuales se incorporarían a las nuevas localidades de radiodifusión esto por razones geográficas.

En la tabla 7.8 se observa los 29 canales para esta canalización:

SICUANI-ESPINAR-URCOS					
Ca-nal	Frecuencia (KHz)	Canal	Frecuencia (KHz)	Canal	Frecuencia (KHz)
16	690	45	980	83	1360
18	710	49	1020	86	1390
22	750	51	1040	89	1420
24	770	54	1070	91	1440
31	840	59	1120	95	1480
33	860	61	1140	97	1500
36	890	71	1240	99	1520
38	910	73	1260	104	1570
40	930	75	1280	106	1590
43	960	78	1310		

**Tabla 7.8** Propuesta de nueva localidad de radiodifusión 3

**Fuente:** Elaboración propia

Los canales resaltados vienen a ser los nuevos canales que se añadieron a la Localidad 3, “Sicuani-Espinar-Urcos”, mientras que el canal 68 y 102 se trasladaron a la nueva localidad de “Chumbivilcas”, también el canal 93 que se trasladó a la nueva localidad Marcapata-Camanti.

### **7.7. Mapa de canalización y georreferenciación con las nuevas localidades de radiodifusión propuestas**

En el mapa que se presenta en la Figura 7.3 se observa el área aproximada que abarcaría las nuevas localidades de radiodifusión, también se puede observar la asignación de canales en cada localidad para así poder comprobar que se ha realizado correctamente la canalización y que es muy poco probable el cruce de interferencias entre los campos irradiados por las plantas transmisoras.

Para un mejor entendimiento del mapa se tomará en cuenta lo siguiente:

- Circulo de color rojo: Es el espacio donde se encuentran las áreas de cobertura de la Localidad 1
- Circulo de color verde: Es el espacio donde se encuentran las áreas de cobertura de la Localidad 2.
- Circulo de color azul: Es el espacio donde se encuentran las áreas de cobertura de la Localidad 3.
- Circulo de color amarillo: Es el espacio donde se encuentran las áreas de cobertura de la Nueva Localidad “Chumbivilcas”
- Circulo de color café: Es el espacio donde se encuentran las áreas de cobertura de la Nueva Localidad “Paucartambo”
- Circulo de color fucsia: Es el espacio donde se encuentran las áreas de cobertura de la Nueva Localidad Marcapata-Camanti.
- Círculos de contorno negro: Es el espacio donde se encuentran las áreas de cobertura de las Localidades pertenecientes a los Departamentos Limítrofes.
- Números rojos: Corresponden a los canales actualmente autorizados pertenecientes a la Localidad 1, si están subrayados significa que estos aún están libres.
- Números verdes: Corresponden a los canales actualmente autorizados pertenecientes a la Localidad 2, si están subrayados significa que estos aún están libres.

- Números azules: Corresponden a los canales actualmente autorizados pertenecientes a la Localidad 3, si están subrayados significa que estos aún están libres.
- Números amarillos: Corresponden a los canales actualmente autorizados pertenecientes a la nueva localidad "Chumbivilcas", si están subrayados significa que estos aún están libres.
- Números cafés: Corresponden a los canales actualmente autorizados pertenecientes a la nueva localidad "Paucartambo", si están subrayados significa que estos aún están libres.
- Números fucsias: Corresponden a los canales actualmente autorizados pertenecientes a la localidad Marcapata-Camanti, si están subrayados significa que estos aún están libres.
- Números negros: Corresponden a los canales reservados para el uso del estado

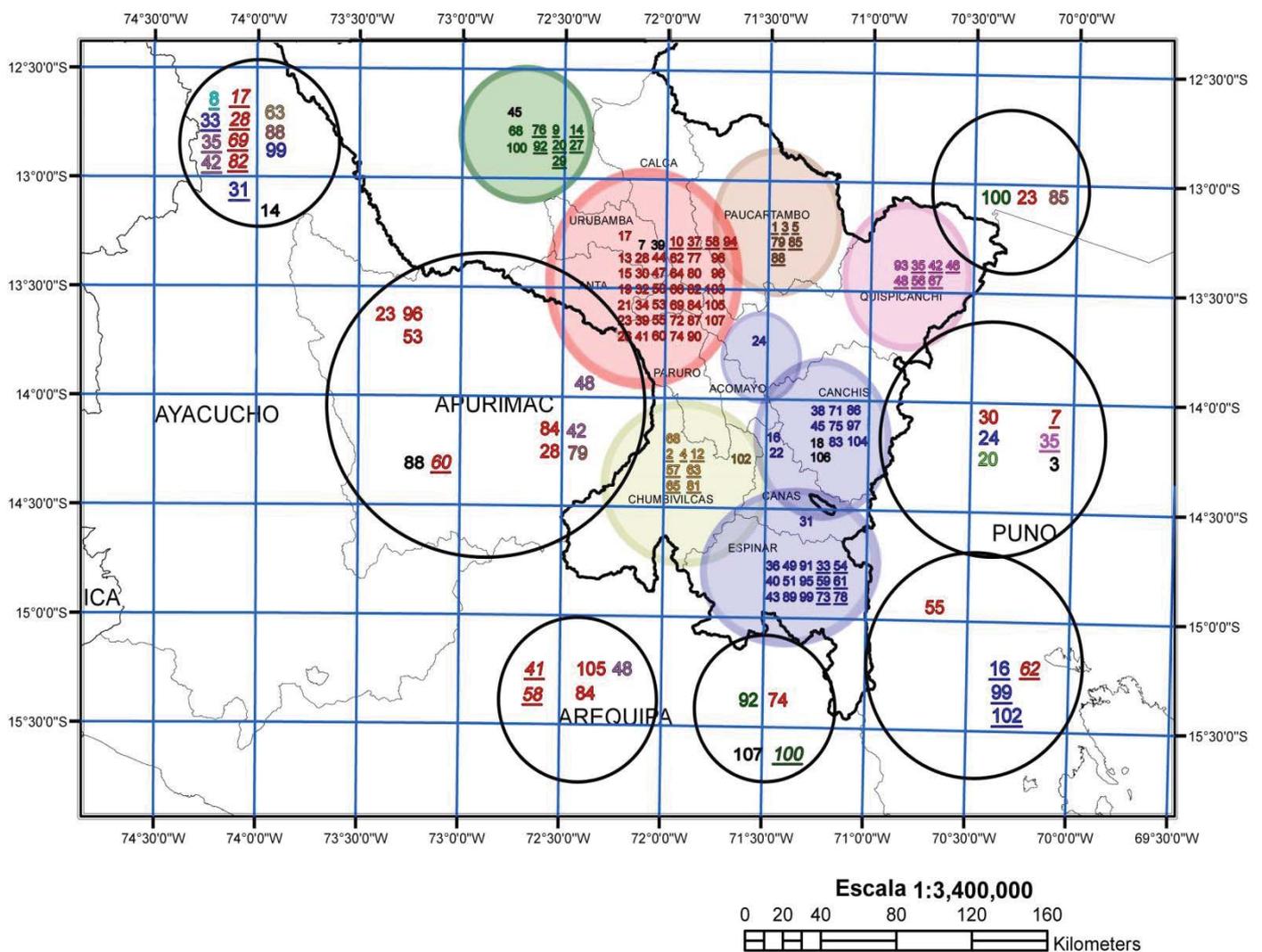


Figura 7.3: Mapa con nuevas localidades

Fuente: Elaboración propia

### 7.8. Análisis de condiciones de contorno para co-canales y canales adyacentes

Para el cálculo de primer adyacente se procedió a realizar el cálculo de distancia de cobertura de las dos frecuencias adyacentes y como ambas trabajan referida a la intensidad de campo de  $62\text{dB}\mu\text{v/m}$ , se ha de suponer que la distancia entre ambas estaciones radiantes debiese ser mayor o igual a la suma de las dos distancias de cobertura.

Respecto al cálculo de los co-canales, se presenta el caso para los canales 45 y 68, por lo que se procedió a realizar el análisis de condición de contorno según la ecuación 7.1, a continuación se tiene el desarrollo de dicha ecuación.

Si se tiene la ecuación:

$$D_{\text{TOTAL}} = D1 + X2$$

Entonces sí:

D1: Distancia de cobertura de una estación con Intensidad de campo de  $62\text{dB}\mu\text{v/m}$

X2: Distancia de cobertura de una estación con Intensidad de Campo de  $36\text{dB}\mu\text{v/m}$

Utilizando el software desarrollado se tiene para el co-canal 45

$$D1_{(45)} = 43 \text{ Km}$$

$$X2_{(45)} = 124 \text{ Km}$$

Luego se Tiene:

$$D_{\text{TOTAL (45)}} = 167 \text{ Km} < D_{\text{ESTACIONES}} = 220 \text{ Km}$$

Utilizando el software desarrollado se tiene para el co-canal 68

$$D1_{(68)} = 32 \text{ Km}$$

$$X2_{(68)} = 96 \text{ Km}$$

Luego se Tiene:

$$D_{\text{TOTAL (68)}} = 128 \text{ Km} < D_{\text{ESTACIONES}} = 162 \text{ Km}$$

Se puede observar que las distancias entre las estaciones son mayores que la distancia de contorno mínima exigida por el MTC, con lo que se asegura no haya interferencias.

De la figura 7.3 se tiene a continuación la Tabla 7.9 donde se puede observar la distribución de los canales por localidades y sus respectivas distancias de cobertura, así como también

se puede observar de una forma más clara lo referido a los canales adyacentes y los cocanales, para lo cual como se mencionó anteriormente se usaron las ecuaciones 7.1 y 7.2 para realizar el análisis de condiciones de contorno.

Nº	Localidad1 (Cus-Ant-Cal-Par-Uru-Pis)		Localidad2 (Sic-Esp-Urc)		Localidad 3 (Qui-Echa-Vil-Yan)		Chumbivilcas		Paucartambo		Marcapata-Ca- manti	
	canal	Km	canal	Km	canal	Km	canal	Km	canal	Km	canal	Km
1									1	58		
2							2	75				
3									3	58		
4							4	72				
5									5	55		
6												
7	7	74										
8												
9			9	71								
10	10	71										
11												
12							12	64				
13	13	78										
14			14	66								
15	15	62										
16					16	60						
17	17	75										
18					18	60						
19	19	70										
20			20	59								
21	21	55										
22					22	55						
23	23	65										
24					24	52						
25												
26	26	49										
27			27	57								
28	28	74										
29			29	72								
30	30	70										
31					31	49						
32	32	70										
33					33	47						
34	34	45										
35											35	34
36					36	45						
37	37	45										
38					38	45						
39	39	43										
40					40	43						
41	41	43										
42											42	32
43					43	43						
44	44	56										
45			45	43	45	43						
46											46	30
47	47	46										
48											48	30
49					49	55						
50	50	39										
51					51	38						
52												
53	53	37										
54					54	37						

Nº	Localidad1 (Cus-Ant-Cal- Par-Uru-Pis)		Localidad2 (Sic-Esp-Urc)		Localidad 3 (Qui-Echa-Vil- Yan)		Chumbivilcas		Paucartambo		Marcapata-Ca- manti	
	canal	canal	canal	canal	Km	canal	canal	Km	canal	Km	canal	Km
54					54	46						
55	55	46										
56											56	28
57							57	38				
58	58	38										
59					59	49						
60	60	49										
61					61	46						
62	62	42										
63							63	34				
64	64	34										
65							65	32				
66	66	38										
67											67	24
68			68	32			68	32				
69	69	33										
70												
71					71	46						
72	72	37										
73					73	36						
74	74	35										
75					75	30						
76			76	30								
77	77	43										
78					78	34						
79									79	23		
80	80	30										
81							81	28				
82	82	28										
83					83	37						
84	84	36										
85									85	21		
86					86	35						
87	87	27										
88									88	21		
89					89	30						
90	90	25										
91					91	32						
92			92	26								
93											93	20
94	94	L										
95					95	25						
96	96	36										
97					97	25						
98	98	25										
99					99	25						
100			100	24								
101	101	R										
102							102	24				
103	103	24										
104					104	24						
105	105	24										
106					106	30						
107	107	30										

Tabla 7.9 Canales adyacentes y co-canales

Fuente: Elaboración propia

Donde las celdas sombreadas en color celeste indican que dichos canales no se tomaron en cuenta para ninguna localidad, esto con el propósito de evitar interferencias. Mientras que las celdas en color naranja vienen a ser los co-canales.

## CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de la presente investigación, y en su finalización, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Haciendo uso del software de automatización de cálculo de cobertura se realizó el estudio en el departamento del Cusco por lo que se ha podido proponer la creación de 3 nuevas localidades de radiodifusión en Onda Media, así como la habilitación de nuevas frecuencias libres en las localidades nuevas y antiguas.
- En el capítulo IV se realizó el análisis referido a los planes de canalización en el departamento del Cusco y en las localidades de radiodifusión limítrofes, cuya información está basada principalmente en las normas y documentos emitidos por el Ministerio de Transportes
- Se desarrolló un software para cálculo de cobertura en Onda Media, que una vez validado sus resultados con informes técnicos y documentos oficiales del MTC, se procedió a calcular el área de cobertura de todos los canales autorizados, tanto en las localidades del departamento del Cusco como en sus departamentos limítrofes.
- El cálculo de las Áreas de cobertura y georreferenciación de las estaciones radiales del departamento del Cusco y de localidades fronterizas se dio a conocer en el capítulo VI de la presente tesis, habiéndose revisado informes y recomendaciones de la UIT se observó que el MTC exige y hace uso de las mismas ecuaciones de la UIT para sustentar cálculos matemáticos referidos al espectro radioeléctrico, cobertura, propagación, etc.
- Se han creado a las 3 localidades de radiodifusión existentes, 3 localidades más, las cuales han permitido que se utilice al máximo el espectro radioeléctrico relacionado con la banda de radiodifusión en Onda Media para el departamento del Cusco, de igual forma se tuvo en cuenta las relaciones de protección emitidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tanto para co-canales, primer canal adyacente, y segundo canal adyacente.

- Se realizó un estudio de las localidades que actualmente no cuentan con servicios de Radiodifusión en Onda Media en el Capítulo 4 y 5, se incluyó algunas de las localidades geográficas dentro de la propuesta de creación de nuevas localidades, lo cual se da en el capítulo 6.
- Las normas que rigen el uso adecuado del espectro radioeléctrico se dieron a conocer en el capítulo 1, mientras que en el capítulo 7, 7.2, se dio a conocer antecedentes de anteriores propuestas de creación de localidades de radiodifusión, como por ejemplo el que le correspondió al departamento de Puno, por lo que se concluye que la creación de nuevas localidades es factible en el departamento del Cusco

## RECOMENDACIONES

Al final de la presente investigación, se llegaron a las siguientes recomendaciones

- Se recomienda a la sede del Ministerio de Transportes y comunicaciones del departamento del Cusco que una vez se tome la decisión de crear nuevas localidades en el Cusco, según la información presentada en esta tesis, se expida la Resolución Viceministerial que apruebe la incorporación de los planes de las tres localidades propuestas, a los planes de canalización y asignación de frecuencias del servicio de radiodifusión sonora en onda media (OM) del departamento del Cusco.
- Se recomienda que el MTC, evalúe también la propuesta de incorporar nuevas frecuencias para las localidades de radiodifusión actuales del departamento del Cusco.
- Se recomienda al MTC puedan dar más información para la realización de perfiles técnicos que se presentan al MTC cuando se solicita autorización para transmitir en Onda Media, ya que al momento solo se cuenta con información básica para realizar perfiles técnicos referidos a la FM.
- Se recomienda al MTC el desarrollo de un mapa de conductividades actualizado ya que actualmente no se cuenta con uno adecuado, por lo que muchas veces solo toma en cuenta las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, en su recomendación de “Atlas de las Conductividades a nivel Mundial”.
- Se recomienda que siempre se usen documentos o normativas oficiales que se estipulan en el MTC como manuales, listas del PNAF, entre otros.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones , "Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF)," *Resolución Ministerial N° 187-2005-MTC/03 y modificatorias*. Perú, p. 3.
- [2] Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones , "Disposiciones de Radiocanales (Canalizaciones) para los servicios de Telecomunicaciones," *Resolución Viceministerial N°268-2005-MTC/03 y modificatorias*. Perú, p. 5.
- [3] Johnny Jorge Pizarro Santos , "*Modernización del sistema nacional de gestión y comprobación técnica del espectro e implementación de nuevas estaciones a nivel nacional*". Lima, Perú, 2014.
- [4] Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) , *Lista de Recomendaciones e Informes del UIT-R*. Ginebra, Suiza, 2007.
- [5] Unión Internacional de Telecomunicaciones , "*Manual de Gestión Nacional sobre el Espectro Radioeléctrico*". Ginebra, Suiza, 2015.
- [6] Jimmy García Camargo,"*El mundo de la Radio*". Ecuador: QUIPUS, 1998, pp. 30-40.
- [7] Oscar M. Santa Cruz, "*Electronica Aplicada III*", Depto. de Electronica, Ed. Argentina: Universidad Tecnológica Nacional, 2010.
- [8] Marcial Lopez Tafur , "*Antenas para Onda Media*". Lima, Perú, 2009.
- [9] Carlos Crespo Cadenas , "*Radiocomunicación*". Madrid, España: Pearson Educacion S.A., 2008.
- [10] Unión Internacional de Telecomunicaciones , "Espectros y anchuras de banda de las emisiones," *Recomendación UIT-R SM 328-11*. Ginebra, Suiza, 2006.
- [11] J.L. Besada Sanmartín, M. Sierra Castañer , "Propagación de Ondas en Medio Natural," in *Escuela de Telecomunicaciones, Universidad Politécnica de Madrid*. España, 2007.
- [12] Armando García dominguez , *Antenas Verticales para bajas frecuencias (MF HF)*. España: marcombo, 2012.
- [13] Instituto Nacional de Estadística e Informática , *Compendio Estadístico del Peru*. Perú, 2013.
- [14] Union Internacional de Telecomunicaciones (UIT) , "Manual sobre Propagación por Onda de Superficie," *Recomendación UIT-R P.368*. suiza, 2014.
- [15] Union Internacional de Telecomunicaciones (UIT) , "Atlas Mundial de la Conductividad del Suelo," *Recomendación UIT-R P.832-2*. Suiza, 1999.
- [16] Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) , "Características Eléctricas de la Superficie de la Tierra," *Recomendación UIT-R P.527-3*. Suiza, 1992.
- [17] Antonio Cayetano Lozano García , *Sistemas de propagación y diseño de antenas enfocado al análisis de enlaces de comunicación*. México, 2002.
- [18] Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones , "Normas Técnicas del Servicio de Radiodifusión," *Resolución Ministerial N° 358-2003-MTC-03*. Perú, 2003.
- [19] Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), "Curvas de Propagación por Onda de Superficie para Frecuencias Hectométricas," *Recomendación R P.368-9*. Suiza, 2010.
- [20] Unión Internacional De Telecomunicaciones , *Actas Finales de la conferencia administrativa regional de radiodifusión por ondas hectométricas*. Brasil, 1982.

- [21] Félix Elard Castillo Herrera , *Metodología en el Diseño de Áreas De Cobertura de Estaciones de Radio y Televisión*. Perú, 2011.
- [22] Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones , *Estaciones Autorizadas de Radiodifusión Sonora a Nivel Nacional*. Perú, 2018.
- [23] Angel Cardama Aznar , *Antenas*. España: Ediciones UPC, 2002.
- [24] Jose Antonio Mallma León , *Desarrollo de una herramienta informática en MATLAB para la estandarización de la toma de datos en estudios de vida pública*. Perú, 2016.
- [25] Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones , "Informe del Plan de canalización y Asignación de Frecuencias del Servicio de Radiodifusión del Departamento del Cusco," *Informe N° 528-2005-MTC/17-01-ssr*. Perú, 2005.
- [26] Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones , "Informe para la Propuesta de Modificación de Planes de Canalización en el Departamento de Puno," *Informe N° 0813-2013-MTC/28*. Perú, 2013.
- [27] Ministerio de Transportes y Comunicaciones , "Norma Técnica Lineamientos para el Desarrollo de los Estudios Teóricos de Radiaciones No Ionizantes," *Resolución Ministerial N° 612-2004-MTC-03*. Perú, 2004.
- [28] Ministerio de Transportes y Comunicaciones , "Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes en Telecomunicaciones," *Decreto Supremo N° 038-2003-MTC*. Perú, 2003.
- [29] Hugo Ramon Davila Garzon, *Propuesta de Reordenamiento de Asignaciones de las Frecuencias de Radiodifusión en la Banda de Onda Media para la Provincia de Pichincha*. Ecuador, 1992.



## ANEXO 2

**Canalizaciones en la banda de radiodifusión sonora en Onda Media que el MTC ha otorgado a todos los departamentos del país.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>RESOLUCIÓN DE CANALIZACIÓN</b>	<b>RESOLUCIÓN MODIFICATORIA</b>
Ucayali	<a href="#"><u>RVM 038-2005-MTC/03</u></a>	
Tacna	<a href="#"><u>RVM 039-2005-MTC/03</u></a>	
San Martín	<a href="#"><u>RVM 040-2005-MTC/03</u></a>	
Moquegua	<a href="#"><u>RVM 041-2005-MTC/03</u></a>	<a href="#"><u>RVM 509-2006-MTC/03</u></a>
Loreto	<a href="#"><u>RVM 042-2005-MTC/03</u></a>	
Madre de Dios	<a href="#"><u>RVM 043-2005-MTC/03</u></a>	
Piura	<a href="#"><u>RVM 044-2005-MTC/03</u></a>	<a href="#"><u>RVM 509-2006-MTC/03</u></a>
Lima	<a href="#"><u>RVM 028-2005-MTC/03</u></a>	<a href="#"><u>RVM 265-2006-MTC/03</u></a>
Ica	<a href="#"><u>RVM 029-2005-MTC/03</u></a>	
Ancash	<a href="#"><u>RVM 030-2005-MTC/03</u></a>	
Ayacucho	<a href="#"><u>RVM 031-2005-MTC/03</u></a>	
Arequipa	<a href="#"><u>RVM 032-2005-MTC/03</u></a>	<a href="#"><u>RVM 221-2006-MTC/03</u></a>
Apurímac	<a href="#"><u>RVM 033-2005-MTC/03</u></a>	
Amazonas	<a href="#"><u>RVM 034-2005-MTC/03</u></a>	
Huancavelica	<a href="#"><u>RVM 035-2005-MTC/03</u></a>	
Huánuco	<a href="#"><u>RVM 036-2005-MTC/03</u></a>	
Pasco	<a href="#"><u>RVM 231-2005-MTC/03</u></a>	
Cajamarca	<a href="#"><u>RVM 232-2005-MTC/03</u></a>	
Cusco	<a href="#"><u>RVM 233-2005-MTC/03</u></a>	
Tumbes	<a href="#"><u>RVM 234-2005-MTC/03</u></a>	
Puno	<a href="#"><u>RVM 235-2005-MTC/03</u></a>	<a href="#"><u>RVM 233-2013-MTC/03</u></a>
La Libertad	<a href="#"><u>RVM 236-2005-MTC/03</u></a>	
Junín	<a href="#"><u>RVM 412-2005-MTC/03</u></a>	
Lambayeque	<a href="#"><u>RVM 413-2005-MTC/03</u></a>	

ANEXO 3

Resolución de Canalización en el Departamento del Cusco

Pág. 292540

**El Peruano** **NORMAS LEGALES**

Lima, sábado 14 de mayo de 2005

cas correspondientes y los acuerdos y tratados internacionales vigentes;

Que, por Decreto Supremo N° 005-2005-MTC, se aprobó el Reglamento de la Ley de Radio y Televisión, estableciéndose en su artículo 7° que el Plan Nacional de Asignación de Frecuencias, comprende los Planes de Canalización y Asignación de Frecuencias correspondientes a cada localidad y banda de frecuencias atribuida al servicio de radiodifusión, los cuales serán aprobados por Resolución Viceministerial;

Que, la Dirección de Concesiones y Autorizaciones de Telecomunicaciones mediante Informe N° 528-2005-MTC/17.01.ssr, propone la aprobación de los Planes de Asignación de Frecuencias en base a los cuales se otorgarán las autorizaciones para la prestación del servicio de radiodifusión sonora en la banda de Onda Media, en las localidades de Cusco-Anta-Calca-Paruro-Urubamba-Pisac, Quillabamba-Echarate-Vilcabamba-Yanatile y Sicuani-Espinar-Urcos-Marcapata-Camanti, en el departamento de Cusco;

Que, asimismo, la Dirección de Concesiones y Autorizaciones de Telecomunicaciones señala en su informe que en la elaboración de los Planes de Asignación de Frecuencias del Servicio de Radiodifusión que propone, ha observado lo dispuesto en las Normas Técnicas del Servicio de Radiodifusión aprobadas por Resolución Ministerial N° 358-2003-MTC/03;

De conformidad con la Ley de Radio y Televisión aprobada por Ley N° 28278, su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 005-2005-MTC, las Normas Técnicas del Servicio de Radiodifusión aprobadas por Resolución Ministerial N° 358-2003-MTC/03; y,

Con la opinión favorable del Director General de Gestión de Telecomunicaciones;

SE RESUELVE:

**Artículo 1°.-** Aprobar los Planes de Asignación de Frecuencias para la banda de Onda Media, en las localidades de Cusco-Anta-Calca-Paruro-Urubamba-Pisac, Quillabamba-Echarate-Vilcabamba-Yanatile y Sicuani-Espinar-Urcos-Marcapata-Camanti, en el departamento de Cusco, de acuerdo al siguiente detalle:

Localidad: CUSCO-ANTA-CALCA-PARURO-URUBAMBA-PISAC

Plan de Asignación de Frecuencias

Canales	Frecuencia (KHz)
7	600
10	630
13	660
15	680
17	700
19	720
21	740
23	760
26	790
28	810
30	830
32	850
34	870
37	900
39	920
41	940
44	970
47	1000
50	1030
53	1060
55	1080
58	1110
60	1130
62	1150
64	1170
66	1190
69	1220
72	1250
74	1270
77	1300
80	1330
82	1350
84	1370
87	1400
90	1430
94	1470
96	1490
98	1510
101	1540
103	1560

Canales	Frecuencia (KHz)
105	1580
107	1600

Total de canales : 42

Localidad: QUILLABAMBA-ECHARATE-VILCABAMBA-YANATILE

Plan de Asignación de Frecuencias

Canales	Frecuencia (KHz)
45	980
68	1210
76	1290
92	1450
100	1530

Total de canales : 5

Localidad: SICUANI-ESPINAR-URCOS-MARCAPATA-CAMANTI

Plan de Asignación de Frecuencias

Canales	Frecuencia (KHz)
16	690
18	710
22	750
24	770
31	840
36	890
38	910
40	930
43	960
45	980
49	1020
51	1040
68	1210
71	1240
75	1280
83	1360
86	1390
89	1420
91	1440
93	1460
95	1480
97	1500
99	1520
102	1550
104	1570
106	1590

Total de canales : 26

**Artículo 2°.-** A fin de optimizar el uso del espectro radioeléctrico atribuido al servicio de radiodifusión y procurar una oferta plural de estos servicios que cumpla con los parámetros técnicos previstos en las Normas Técnicas del Servicio de Radiodifusión, los Planes de Asignación de Frecuencias aprobados en el artículo primero, podrán ser modificados de oficio procurando la menor afectación de los derechos adquiridos.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JUAN ANTONIO PACHECO ROMANI  
Viceministro de Comunicaciones

09078

**RESOLUCIÓN VICEMINISTERIAL**  
**N° 234-2005-MTC/03**

Lima, 10 de mayo de 2005

CONSIDERANDO:

Que, mediante Ley N° 28278, se aprobó la Ley de Radio y Televisión, disponiéndose en su artículo 12°, que los servicios de radiodifusión se prestan de acuerdo con el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF), el Plan Nacional de Asignación de Frecuencias, las normas técnicas correspondientes y los acuerdos y tratados internacionales vigentes;

Que, por Decreto Supremo N° 005-2005-MTC, se aprobó el Reglamento de la Ley de Radio y Televisión, estableciéndose

17.01.ssr, propone la aprobación de los Planes de Asignación de Frecuencias en base a los cuales se otorgarán las autorizaciones para la prestación del servicio de radiodifusión sonora en la banda de Onda Media, en las localidades de Cajamarca-Celendín-Contumazá-San Pablo, Cutervo-Chota-Santa Cruz-Bambamarca-San Miguel, Jaén-San Ignacio y San Marcos-Cajabamba, en el departamento de Cajamarca;

Que, asimismo, la Dirección de Concesiones y Autorizaciones de Telecomunicaciones señala en su informe que en la elaboración de los Planes de Asignación de Frecuencias del Servicio de Radiodifusión que propone, ha observado lo dispuesto en las Normas Técnicas del Servicio de Radiodifusión aprobadas por Resolución Ministerial N° 358-2003-MTC/03;

De conformidad con la Ley de Radio y Televisión aprobada por Ley N° 28278, su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 005-2005-MTC, las Normas Técnicas del Servicio de Radiodifusión aprobadas por Resolución Ministerial N° 358-2003-MTC/03; y,

Con la opinión favorable del Director General de Gestión de Telecomunicaciones;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1º.-** Aprobar los Planes de Asignación de Frecuencias para la banda de Onda Media, en las localidades de Cajamarca-Celendín-Contumazá-San Pablo, Cutervo-Chota-Santa Cruz-Bambamarca-San Miguel, Jaén-San Ignacio y San Marcos-Cajabamba, en el departamento de Cajamarca; de acuerdo al siguiente detalle:

**Localidad: CAJAMARCA-CELENDÍN-CONTUMAZA-SAN PABLO**

**Plan de Asignación de Frecuencias**

Canales	Frecuencia (KHz)
6	590
10	630
18	710
20	730
23	760
27	800
29	820
33	860
36	890
38	910
40	930
44	970
46	990
48	1010
50	1030
52	1050
55	1080
60	1130
64	1170
67	1200
70	1230
73	1260
75	1280
81	1340
85	1380
87	1400
89	1420
91	1440
97	1500
101	1540
104	1570
107	1600

Total de canales : 32

**Localidad: CUTERVO-CHOTA-SANTA CRUZ-BAMBAMARCA-SAN MIGUEL**

**Plan de Asignación de Frecuencias**

Canales	Frecuencia (KHz)
8	610
12	650
19	720
21	740
25	780
30	830
39	920
42	950
45	980

Canales	Frecuencia (KHz)
49	1020
53	1060
59	1120
61	1140
63	1160
68	1210
72	1250
76	1290
78	1310
80	1330
83	1360
86	1390
89	1420
92	1450
95	1480
100	1530
102	1550

Total de canales : 26

**Localidad: JAÉN-SAN IGNACIO**

**Plan de Asignación de Frecuencias**

Canales	Frecuencia (KHz)
5	580
15	680
22	750
28	810
31	840
35	880
37	900
51	1040
58	1110
65	1180
90	1430
93	1460
100	1530
105	1580

Total de canales : 14

**Localidad: SAN MARCOS-CAJABAMBA**

**Plan de Asignación de Frecuencias**

Canales	Frecuencia (KHz)
56	1090
62	1150
77	1300
88	1410
94	1470
103	1560
106	1590

Total de canales : 7

**Artículo 2º.-** A fin de optimizar el uso del espectro radioeléctrico atribuido al servicio de radiodifusión y procurar una oferta plural de estos servicios que cumpla con los parámetros técnicos previstos en las Normas Técnicas del Servicio de Radiodifusión, los Planes de Asignación de Frecuencias aprobados en el artículo primero, podrán ser modificados de oficio procurando la menor afectación de los derechos adquiridos.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JUAN ANTONIO PACHECO ROMANÍ  
Viceministro de Comunicaciones

09077

**RESOLUCIÓN VICEMINISTERIAL  
N° 233-2005-MTC/03**

Lima, 10 de mayo del 2005

**CONSIDERANDO:**

Que, mediante Ley N° 28278, se aprobó la Ley de Radio y Televisión, disponiéndose en su artículo 12º, que los servicios de radiodifusión se prestan de acuerdo con el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF), el Plan Nacional de Asignación de Frecuencias, las normas técni-

ANEXO 4

Perfil del Proyecto Técnico del Servicio de Radiodifusión presentado ante el MTC para solicitar una autorización

DIRECCION GENERAL DE GESTION DE TELECOMUNICACIONES

PERFIL DEL PROYECTO TÉCNICO  
SERVICIO DE RADIODIFUSION

MTC  
Coord. Serv. Regulación y Supervisión  
C.A.  
Folio: 04  
Letras: Cuatro

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

Miguel Angel BRAVO MIRANDA

II. SOLICITA AUTORIZACION PARA ESTACION DE RADIODIFUSION EN:

SONORA ONDA MEDIA (OM)

UBICACION DE LA ESTACION

La planta deberá ubicarse fuera del perímetro urbano, teniendo en cuenta la definición de perímetro urbano aprobado por RM N° 411-2005-MTC/03 y de las zonas de restricción indicadas en el artículo 84° del Reglamento de la Ley de Radio y Televisión (D.S. 005-2005-MTC).

ESTUDIOS

PLANTA

DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
San Sebastian	Cusco	Cusco

DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
Cusco	Cusco	Cusco

DIRECCION  
Prolongación Av. De la Cultura N° 1505

DIRECCION  
Cima del cerro Picchu

Coordenadas Geográficas en WGS84:  
L.O.: 71° 56' 01" L.S.: 13° 31' 45"

Coordenadas Geográficas en WGS84:  
L.O.: 72° 00' 00" L.S.: 13° 30' 39.24"

RADIODIFUSION SONORA EN ONDA MEDIA:

Adjuntar cálculo de propagación de la onda terrestre para intensidades de campo mínimas utilizables de 500 uV/m y 1,250 µV/m respectivamente.

Enlace Estudio – Planta: Radioeléctrico

TIPO DEL SISTEMA IRRADIANTE PROYECTADO:

El sistema irradiante será del tipo MONOPOLO VERTICAL aislado de su base, compuesta por tramos de torre metálica triangular equilátera de 40 cm de lado y sujeta por vientos de cable de acero de 3/8" de diámetro unidos a dos grupos de tres anclajes cada uno. El primero de los anclajes situados a 25 m de la base con separación entre si de 120°; mientras que el segundo grupo a 40 m de la base. Los vientos serán seccionados 1/3 de su longitud con aisladores tipo nuez para evitar acoplamiento de la RF. El sistema de plano de tierra empleará 60 radiales de una longitud de 0.15 λ colocados cada 6°. Se utilizará un balizaje tipo continuo que se fijará en la punta de la torre mientras que en la parte más baja de la misma se utilizarán chisperos tipo bola como pararrayos.

ALTURA DE LA ANTENA

- 1/2 de longitud de onda
- 1/4 de longitud de onda
- 1/8 de longitud de onda

RESULTADOS

E (µV/m) 1,250 E (dBu) 62  
DISTANCIA EN Km

42

Parámetros:

Potencia del transmisor 5 KW Frecuencia 1,130 KHz Conductividad 10 ms/m

## ANEXO 5

### Información Oficial proporcionada por el MTC, Informe de Plan Nacional de Canalización para el departamento del Cusco y Propuesta de Modificación de Canalización en el Departamento de Puno



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Comunicaciones

Dirección General de Autorizaciones en Telecomunicaciones

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

MEMORANDO N° 4690 -2018-MTC/28

A : David Samuel Bastidas Villanes  
Director de la Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental

ASUNTO : Ley de Acceso a la Información Pública

REFERENCIA : a) Hoja de ruta N° T-198862-2018 (25.07.2018)  
b) Hoja de ruta N° T-198863-2018 (25.07.2018)  
c) Hoja de ruta N° T-198864-2018 (25.07.2018)

FECHA : Lima, 03 AGO. 2018



Tengo el agrado de dirigirme a usted, en atención a las solicitudes de la referencia mediante las cuales, el señor **GEORGE WILLINGTON SEGUNDO ORTIZ COLLANTES**, solicita: (i) copia del Informe N° 528-2005-MTC/17.01.ssr, que la Dirección de Concesiones y Autorizaciones en Telecomunicaciones propuso la aprobación de los Planes de Asignación de Frecuencias (Resolución Viceministerial N° 233-2005-MTC/03), para radiodifusión en Onda Media del Departamento de Cusco. Asimismo, una copia del estudio correspondiente para sustentar dicho informe; (ii) copia del Informe N° 0813-2013-MTC/28 de la Dirección General de Autorizaciones en Telecomunicaciones para la modificación de los planes de canalización (Resolución Viceministerial N° 235-2005-MTC/03) para Onda Media del departamento de Puno. Asimismo, una copia del estudio correspondiente para sustentar dicho informe; (iii) copia del informe técnico o teórico (Radiaciones No Ionizantes) presentados por la Asociación Religiosa Radio Santa Cruz, Cindy Rosario Olivares Mendoza y Alberta Soto Fernandez, así como archivos digitales, software o imágenes en alta nitidez de las curvas de intensidad de campo para propagación por ondas de superficie que se encuentran en las Normas Técnicas del Servicio de Radiodifusión.

Al respecto, debemos señalar que en lo referente a los archivos digitales, software o imágenes en alta nitidez de las curvas de intensidad de campo para propagación por ondas de superficie que se encuentran en las Normas Técnicas del Servicio de Radiodifusión, esta Dirección General no cuenta con dichos archivos digitales de lo indicado, siendo que lo único que tenemos se encuentra publicado en la página web de este Ministerio.

Sin perjuicio de ello, se remite la documentación con la que cuenta esta Dirección General, en formato CD, para los fines correspondientes, de conformidad con lo dispuesto en el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM.

Atentamente,

Mariella Rosa Carrasco Alva  
Directora General de Autorizaciones en Telecomunicaciones

MCA/GGC/DIbañezF

Jirón Zorritos 1203 – Lima - Perú  
T. (511) 615-7800  
www.mtc.gob.pe

EL PERÚ PRIMERO

## ANEXO 6

### Información Oficial proporcionada por el MTC, Informes Técnicos con autorización de Funcionamiento



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Comunicaciones

Dirección General de Autorizaciones en Telecomunicaciones

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

MEMORANDO N° 5154 -2018-MTC/28



A : David Samuel Bastidas Villanes  
Director de la Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental

ASUNTO : Ley de Acceso a la Información Pública

REFERENCIA : Hoja de ruta N° T-223489-2018 (16.08.2018)

FECHA : Lima, 24 AGO. 2018

Tengo el agrado de dirigirme a usted, en atención a las solicitudes de la referencia mediante las cuales, el señor GEORGE WILLINGTON SEGUNDO ORTIZ COLLANTES, solicita copia del informe técnico o teórico (Radiaciones No Ionizantes) presentado por las empresas de radiodifusión en Onda Media autorizadas con las siguientes resoluciones: 1) Resolución Viceministerial N° 1437-2016-MTC/03 (OM) 700KHz, Asociación Educativa Radial y Televisiva La Salle; 2) Resolución Viceministerial N° 1108-2016-MTC/03 (OM) 1210 KHz, Centro de los Medios de Comunicación Social de Quillabamba – Perú; 3) Resolución Viceministerial N° 201-2011-MTC/03 (OM) 1220 KHz, Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco; 4) Resolución Directoral N° 2725-2017-MTC/28 (OM) 1400 KHz, Radio La Hora S.R.L.



Respecto a los puntos 1) y 4), se debe informar que de la búsqueda realizada en los expedientes administrativos correspondiente a la Asociación Educativa Radial y Televisiva La Salle y la empresa Radio La Hora S.R.L., no se han encontrado informes de Radiaciones No Ionizantes.

Sin perjuicio de ello, se remite la documentación solicitada para los fines correspondientes, en formato CD, de conformidad con lo dispuesto en el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM.

Atentamente,

Mariella Rosa Carrasco Alva  
Directora General de Autorizaciones en Telecomunicaciones

MCA/GGC/DIbañezF

Jirón Zorritos 1203 – Lima - Perú  
T. (511) 615-7800  
www.mtc.gob.pe

EL PERÚ PRIMERO



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Comunicaciones

Dirección General de Autorizaciones en Telecomunicaciones

13 SET. 2018

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

MEMORANDO N° 5567 -2018-MTC/28

A : David Samuel Bastidas Villanes  
Director de la Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental

ASUNTO : Ley de Acceso a la Información Pública

REFERENCIA : Hoja de ruta N° T-237645-2018 (03.09.2018)

FECHA : Lima, **12 SEP. 2018**

Tengo el agrado de dirigirme a usted, en atención al documento de la referencia mediante el cual, el señor **GEORGE WILLINGTON SEGUNDO ORTIZ COLLANTES**, solicitó una copia del perfil del proyecto técnico presentada por la empresas de radiodifusión en Onda Media para solicitar autorización de funcionamiento al MTC: (i) Resolución Viceministerial N° 103-2011-MTC/03 (OM) 1130 KHz Miguel Angel Bravo Miranda; (ii) Resolución Viceministerial N° 1437-2016-MTC/03 (OM) 700 KHz Asociación Educativa Radial y Televisiva La Salle; (iii) Resolución Viceministerial N° 1108-2016-MTC/03 (OM) 1210 KHz Centros de los Medios de Comunicación Social de Quillabamba – Perú; (iv) Resolución Viceministerial N° 201-2011-MTC/03 (OM) 1220 KHz Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco; y (v) Resolución Directoral N° 2725-2017-MTC/28 (OM) 1400 KHz Radio La Hora S.R.L.

Al respecto, se remite la documentación solicitada en los puntos (i) al (iv), en formato CD, para los fines correspondientes, de conformidad con lo dispuesto en el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM.



Sin embargo, con relación a lo solicitado en el punto (v), debemos informar que el perfil del proyecto técnico de Radio La Hora S.R.L. mediante el cual se otorgó la respectiva autorización, no obra en el expediente administrativo, siendo que solo obra documentación a partir de la Resolución Ministerial N° 114-86-TC/TEL del 19 de agosto de 1986.

Atentamente,



**Mariella Rosa Carrasco Aiva**  
Directora General de Autorizaciones en Telecomunicaciones

MCA/GGC/DIbañezF

Jirón Zorritos 1203 – Lima - Perú  
T. (511) 615-7800  
www.mtc.gob.pe

**EL PERÚ PRIMERO**

## ANEXO 7

### Información Oficial proporcionada por el MTC, Coordenadas geográficas de las antenas o plantas de transmisión

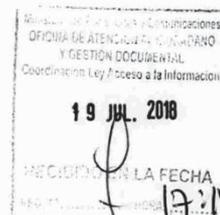


PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Comunicaciones

Dirección General de Autorizaciones en Telecomunicaciones



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

MEMORANDO N° 4388 -2018-MTC/28

A : David Samuel Bastidas Villanes  
Director de la Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental

ASUNTO : Ley de Acceso a la Información Pública

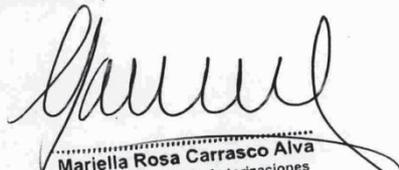
REFERENCIA : Hoja de ruta N° T-190498-2018 (13.07.2018)

FECHA : Lima, **19 JUL. 2018**

Tengo el agrado de dirigirme a usted, en atención a la solicitud de la referencia mediante la cual, el señor **GEORGE WILLINGTON SEGUNDO ORTIZ COLLANTES**, solicita información respecto a las coordenadas geográficas (Lat. y Long.) de las plantas transmisoras usadas para la radiodifusión en Onda Media, específicamente del departamento de Cusco, información que se encuentra también en las autorizaciones emitidas por el MTC a las estaciones radiales de Onda Media.

Al respecto, se remite la información correspondiente, en formato CD, de conformidad con lo dispuesto en el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM.

Atentamente,

  
Mariella Rosa Carrasco Alva  
Directora General de Autorizaciones en Telecomunicaciones

MCA/GGC/DIbañezF

Jirón Zorritos 1203 – Lima - Perú  
T. (511) 615-7800  
www.mtc.gob.pe

EL PERÚ PRIMERO



Ministerio de Transportes y Comunicaciones  
 OFICINA DE ATENCIÓN AL CIUDADANO  
 Y GESTIÓN DOCUMENTAL  
 Coordinación Ley de Acceso a la Información  
**23 AGO. 2018**  
 RECIBIDO EN LA FECHA  
 REG. N° ..... HORA: .....

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
 "Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

MEMORANDO N° **5065** -2018-MTC/28

A : David Samuel Bastidas Villanes  
 Director de la Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental

ASUNTO : Ley de Acceso a la Información Pública

REFERENCIA : Hoja de ruta N° T-223490-2018 (17.08.2018)

FECHA : Lima, **22 AGO. 2018**

Tengo el agrado de dirigirme a usted, en atención a las solicitudes de la referencia mediante las cuales, el señor **GEORGE WILLINGTON SEGUNDO ORTIZ COLLANTES**, solicita las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de las plantas autorizadas para prestar el servicio de radiodifusión en Onda Media (OM) de las empresas que trabajaban en las siguientes frecuencias: Arequipa (1010 – 1370 – 1580 – 1270 – 1450 – 1320), Ayacucho (1160 – 1410 – 1520), Abancay (760-810 – 950 – 1010 – 1060 – 1320 – 1490), Madre de Dios (760 – 1530) y Puno (730 – 770 – 830).

Al respecto, se remite la información solicitada para los fines correspondientes, de conformidad con lo dispuesto en el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM.



Atentamente,

.....  
**Mariella Rosa Carrasco-Alva**  
 Directora General de Autorizaciones en Telecomunicaciones

MCA/GGC/DIbañezF

## ANEXO 8

Información Oficial proporcionada por el MTC, Modelos de Transmisores más utilizados por las Estaciones Autorizadas.

# TXAM-502

## AM 5/6 KW BROADCAST TRANSMITTER

### FEATURES

- **100% SOLID STATE.**
- Connectable modules "PLUG-IN".
- **Apt for DIGITAL IBOC and DRM.**
- Modulation type: Two-phase pulse width (PWM)
- Modulation capability: 140% positive peaks with 5/6 kW carrier
- Overall efficiency: better than 80%.
- **REDUCE THE ENERGY CONSUMPTION MORE THAN 50%** (Referred to a similar valve).
- Adjustable power output from 0 to 120%.
- Typical distortion: 0,5% on a flat response of 0,5 dB between 30 Hz and 10 Khz. It makes the quality of sound an issue of the processor.
- **DIGITAL Technology Control** with LCD for direct reading working parameters
- Double synthesized oscillators, high stability crystals
- Simple signal of functions and failure
- Easy access to all its parts for a quick maintenance
- Remote operation availability
- Atmospheric discharge protections.

### TECHNICAL SPECIFICATIONS

**SERVICE:** AM broadcast transmitter with modulation, in the Hectometrical Waves band.

**FREQUENCY RANGE:** 535 to 1700 KHz.

**EMISSION TYPE:** 10K00 A3EGN; others optional.

**POWER OUTPUT WITHOUT MODULATION:** 5/6 kW carrier.

**POWER OUTPUT AT 100% MODULATION:** 7,5/9 kW.

**AF INPUT IMPEDANCE:** 600 ohms, balanced.

**OUTPUT IMPEDANCE:** 50 ohms, asymmetric.

**MODULATION CAPABILITY POSITIVE PEAK:** 140%.

**CARRIER FREQUENCY STABILITY:**  $\pm 5$  ppm

**NO ESSENTIAL EMISSION:** better than -65 dB referred the principal, and meets FCC rules.

**HARMONICS DISTORTION:** less than 0,7% for 95% ML between 30Hz and 10KHz. (typical: 0,5 %)

**AMPLITUDE/FREQUENCY RESPONSE:**  $\pm 0,5$  dB between 30 and 10.000Hz.

**AMPLITUDE/AMPLITUDE RESPONSE:**  $\pm 0,5$  dB referred ML +4 dB.

**NOISE LEVEL:** better than -70 dB; referred the output level with ML 100% to 1KHz, and meets FCC rules.

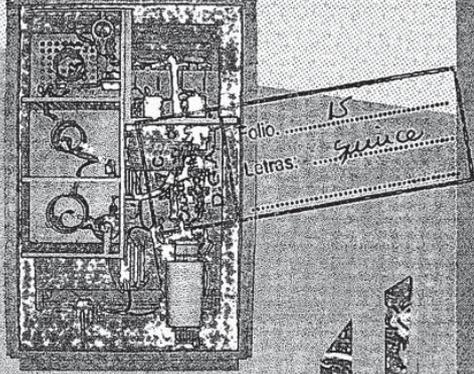
**LINE REGULATION:** Acceptable  $\pm 10\%$ .

**POWER REQUIREMENT:** 3x380 - 3x220 Vac / 50-60 Hz.

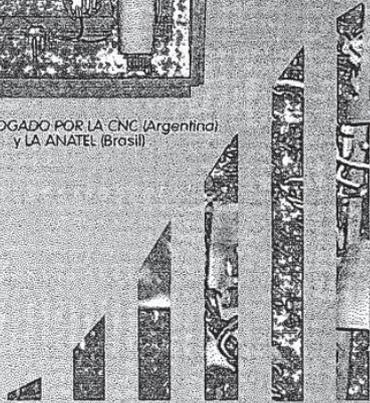
**OVERALL EFFICIENCY:** Better than 80%.

**POWER FACTOR:** Better than 0,95.

**SIZE:** High: 1,35m  
Wide: 0,85m  
Deep: 0,70m



HOMOLOGADO POR LA CNC (Argentina) y LA ANATEL (Brasil)



### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

**SERVIÇO:** radiodifusão sonora com modulação de amplitude na faixa de Ondas Hectométricas.

**FREQUÊNCIA DE OPERAÇÃO:** 535 a 1700 KHz

**TIPO DE EMISSÃO:** 10K00A3EGN, outros opcionais.

**MÁXIMA POTENCIA DE SAÍDA:** 5/6 Kw (sem modulação).

**MÁXIMA POTENCIA DE SAÍDA:** 7,5/9 Kw (com modulação de 100% a 400 Hz).

**IMPEDÂNCIA DE ENTRADA DE ÁUDIO:** 600 ohms balanceada.

**IMPEDÂNCIA DE SAÍDA:** 50 ohms, assimétrica.

**140% DE MODULAÇÃO DE PICOS POSITIVOS, A MÁXIMA POTENCIA.**

**ESTABILIDADE DE FREQUÊNCIA DA PORTADORA:**  $\pm 5$  ppm

**EMISSÕES ESPÚRIAS:** melhor que -65 dB em relação a portadora

Atendendo normas FCC.

**DISTORÇÃO HARMÔNICA:** menor que 0,7%, para 95 % de Modulação, entre 30 Hz e 10 KHz. (típico 0,5 %)

**RESPOSTA DE FREQUÊNCIA DE ÁUDIO:**  $\pm 0,5$  dB entre 30 e 10 KHz.

**RESPOSTA AMPLITUDE/AMPLITUDE:**  $\pm 0,5$  dB relativo a +4,0 dB de Nm.

**NÍVEL DE RUÍDO:** menor que -70 dB; relativo ao nível de saída, com 100 % de modulação a 1 KHz, atendendo normas FCC.

**REGULAÇÃO DE LINHA:**  $\pm 10$  %

**ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA:** 3 x 380 Vac ou 3 x 220Vac. 50 / 60 Hz

**RENDIMENTO:** melhor que 80 %.

**FATOR DE POTENCIA:** melhor que 0,95

**DIMENSÕES:** Altura: 1,35m  
Largura: 0,85m  
Profundidade: 0,70m.



Ing. CIP. Limberg Walter Utrilla Mego  
INGENIERO ELECTRONICO  
Reg. Del Colegio de Ingenieros Nº 71651

BELGRANO 2890 - (B1611DVU) - DON TORCUATO  
BUENOS AIRES - ARGENTINA  
TELFAX: (54-11) 4741-2620/4727-0250/0287/0320  
www.adema.com.ar  
Email: info@adema.com.ar

MTC  
 Sub-Dirección de  
 Serv. de Radiodif.  
 D.G.C.T.

P: .....  
 200016  
 Folio: .....  
 Treinta



# OMNITRONIX INC

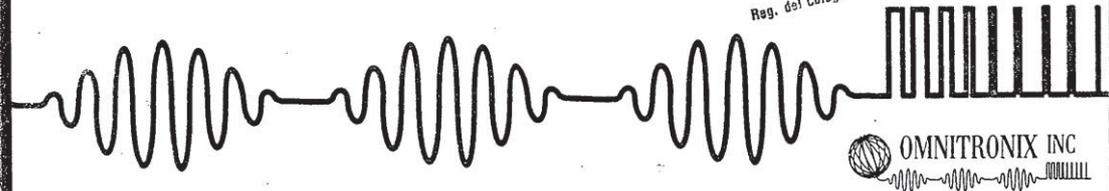
Fresh Ideas, Smart Design.

## THE OMNI LOW POWER LINE

500 Watt to 5,000 Watt  
 DIGITAL SOLID STATE AM TRANSMITTERS

*Small Wonders.*

*Federico J. Gallegos*  
 FEDERICO JOSE GALLEGOS TINCOPA  
 Ing. Mecánico y Electricista  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 17422



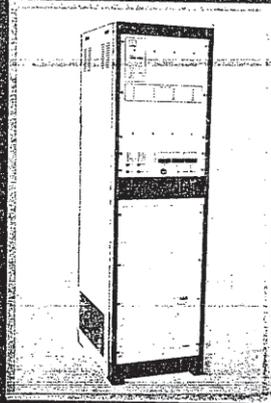
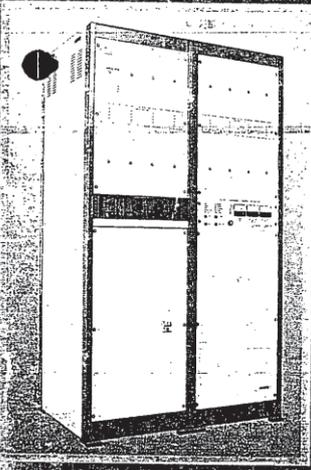
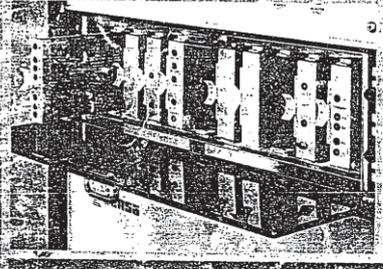
# AMS

Sub-Dirección de  
Servicio de Radiodifusión  
C. G. G.

Folio: 51

*Turkey*

## TRANSMISORES DE RADIODIFUSION AM EN ESTADO SOLIDO SERIE AMS

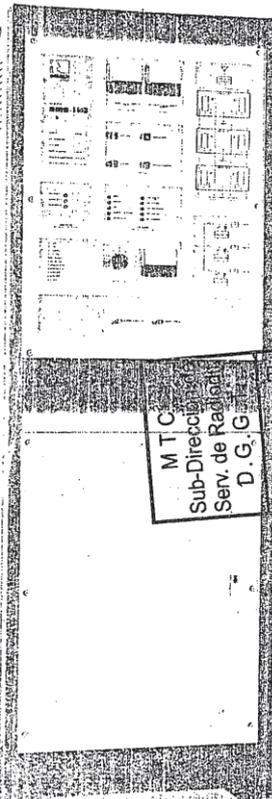


INGENIERIA EN BROADCASTING  
EQUIPOS AM/FM/TV  
PROYECTOS/INSTALACIONES

CEMOS RADIO GUILLASAMBA

ALPASA

TRANSMISOR DE RADIODIFUSION AM  
EN ESTADO SOLIDO MODELO AMS-1K3



MTC  
Sub-Dirección del  
Serv. de Radiodif.  
D. G. G.  
EXP:.....  
Folio:.....



## ANEXO 9

### Información Oficial proporcionada por el MTC, Certificado de Homologación para equipos usados para Onda Media.



**MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**  
**DIRECCION GENERAL DE CONTROL Y SUPERVISION**  
**DE COMUNICACIONES**  
**CERTIFICADO DE HOMOLOGACION**

<b>Código: ANRA26648</b>	<b>Emisión: 13/07/2012</b>
--------------------------	----------------------------

**SE CERTIFICA QUE:** Visto el INFORME N° 2498-2012-MTC/29.01 del 13/07/2012, en el cual se indica que cumple con las disposiciones de la Ley y su Reglamento General, el Reglamento Especifico de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones (Decreto Supremo N° 001-2006-MTC publicado el 21/01/2006) y Normas Técnicas Vigentes, por lo que se permite su uso en el territorio nacional bajo las siguientes condiciones:

**El presente certificado no constituye título habilitante para la prestación de servicios de telecomunicaciones, ni autoriza el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico.**

La expedición del presente certificado no exime a la Dirección General de Control y Supervisión de Comunicaciones de realizar las mediciones y comprobaciones técnicas destinadas a verificar el cumplimiento de las condiciones en que se otorgó la homologación.

En caso de incumplirse las disposiciones establecidas en el Reglamento Especifico de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones o verificarse alguna modificación de las especificaciones técnicas consignadas en el certificado de homologación el órgano competente procederá a cancelar el certificado otorgado.

Las infracciones relativas a la homologación de equipos y aparatos de telecomunicaciones se encuentran tipificadas en la Ley y su Reglamento General y en el ámbito del servicio de radiodifusión por la ley de Radio y Televisión y su Reglamento.

**FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA**

Nombre	: DANNY NIETO PALOMINO		
Dirección	: Jr. Policarpo Caballero Q-10 (Paralela Av. PUPUTI) Distrito, Provincia y Departamento de CUSCO	País	: PERÚ

**DATOS TECNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO**

Descripción	: ANTENA		
Función	: Antena para radiodifusión sonora en OM		
Marca	: CONSTRUCCIÓN NACIONAL	Modelo	: ASOCIACIÓN VOZ CRISTIANA-CUSCO
Norma Técnica Aplicada : PNAF-R.M. N° 187-2005-MTC/03, pub. el 03/04/2005.			

**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO**

Rango de frecuencias	: 920 kHz
Ganancia	: 0.4dB
Potencia (máxima de entrada)	: 1000 W
Polarización	: Vertical
Tipo	: Monopolo plegado
Impedancia	: 67 + 72 j
Patron de radiación	: Omnidireccional
Nota	: La antena operará en la estación del servicio de radiodifusión sonora educativa en OM, en el distrito, provincia y departamento de Cusco en la frecuencia 920 kHz.



  
**Carlos Rafael Valdez Valdesquen Lopez**  
 Director General de Control y Supervisión de Comunicaciones



## **REGLAMENTO ESPECÍFICO DE HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS Y APARATOS DE TELECOMUNICACIONES**

**(Decreto Supremo N° 001-2006-MTC, publicado el 21/01/2006)**

### **Artículo 3°.- Finalidad**

La homologación de equipos o aparatos de telecomunicaciones tiene por finalidad:

- 3.1 Prevenir daños a las redes públicas a las que se conecten.
- 3.2 Garantizar la seguridad del usuario, operadores y terceros.
- 3.3 Garantizar el correcto uso del espectro radioeléctrico.
- 3.4 Evitar las interferencias electromagnéticas y asegurar la compatibilidad electromagnética con otros usos del espectro.

### **Artículo 4°.- Aplicación**

El presente Reglamento es de obligatorio cumplimiento en territorio nacional y se aplica a toda persona natural o jurídica que importe o fabrique, construya, comercialice u opere equipos y/o aparatos de telecomunicaciones, que se conecten a una red pública de telecomunicaciones para prestar cualquier tipo de servicio de telecomunicaciones y/o se utilice para realizar emisiones radioeléctricas.

### **Artículo 14°.- Del certificado**

- 14.1 El certificado de homologación es el documento mediante el cual el Ministerio certifica, que los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones examinados cumplen con las disposiciones de la Ley, su Reglamento General, el presente Reglamento y normas técnicas vigentes. Su plazo de vigencia es indefinido.
- 14.2 El certificado de homologación no constituye título habilitante para la prestación de servicios de telecomunicaciones, ni autoriza al uso de frecuencias del espectro radioeléctrico.
- 14.3 Los equipos transmisores o transceptores de construcción nacional obtendrán un certificado de homologación único cuyas mediciones son válidas solamente para el equipo homologado. Para un equipo o aparato similar deberá realizarse un nuevo trámite de homologación.

### **Artículo 16°.- Acciones de Supervisión y Control**

La expedición del certificado de homologación no exime a la Dirección de realizar las mediciones y comprobaciones técnicas destinadas a verificar el cumplimiento de las condiciones en que se otorgó la homologación, debiéndose levantar en cada caso, el acta de verificación correspondiente.

En caso de incumplirse las disposiciones establecidas en este Reglamento o verificarse alguna modificación de las especificaciones técnicas consignadas en el certificado de homologación, el órgano competente podrá cancelar el certificado otorgado.

## **TEXTO ÚNICO ORDENADO DE LA LEY DE TELECOMUNICACIONES**

**(Decreto Supremo N° 013-93-TCC)**

### **Artículo 88°.- Constituye infracciones graves:**

1. La instalación de terminales o equipos que no disponen del correspondiente certificado de homologación.
2. La importación, fabricación, distribución y venta de equipos terminales o aparatos que no disponen de certificados de homologación.
3. La alteración o manipulación de las características técnicas marcas etiquetas o signos de identificación de los equipos o aparatos.

Se deja a salvo las operaciones propias de radioaficionados en cuanto a las características de los equipos destinados específicamente a este servicio.

**Artículo 91°.-** Las infracciones consideradas como graves serán sancionadas con multas entre cincuenta y uno (51) y ciento cincuenta (150) Unidades Impositivas Tributarias (UIT).

En el caso de alteración de las características de los equipos la sanción podrá extenderse al decomiso de los mismos (Mod. Por Ley 27336 del 05.08.00).

## ANEXO 10: CÓDIGO DEL PROGRAMA

### INTERFAZ Gui\_Inicial

```
function varargout = Gui_Inicial(varargin)
% Inicializacion del interfaz Gui_Inicial, a continuación, se muestra la co-
dificación por defecto del programa
    gui_Singleton = 1;
    gui_State = struct('gui_Name',           mfilename, ...
                       'gui_Singleton',    gui_Singleton, ...
                       'gui_OpeningFcn',   @Gui_Inicial_OpeningFcn, ...
                       'gui_OutputFcn',    @Gui_Inicial_OutputFcn, ...
                       'gui_LayoutFcn',    [], ...
                       'gui_Callback',     []);
    if nargin && ischar(varargin{1})
        gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
    end

    if nargout
        [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
    else
        gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
    end
% End del código de Inicializacion

% --- Executes just before Gui_Inicial is made visible.
function Gui_Inicial_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% El programa carga una imagen de fondo.
    fondoentrada=imread('portadaprograma.jpg');
    image(fondoentrada)
    axis off
% Inicialmente se inhabilita cuatro botones del menu de inicio
    set(handles.put_teoría,'visible','off')
    set(handles.put_manualusuario,'visible','off')
    set(handles.put_PrimerMetodo,'visible','off')
    set(handles.put_SegundoMetodo,'visible','off')
% Choose default command line output for Gui_Inicial
    handles.output = hObject;
% Update handles structure
    guidata(hObject, handles);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = Gui_Inicial_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% Get default command line output from handles structure
    varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on button press in edit_comenzar.
function edit_comenzar_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```

% --- Executes on button press in but_comenzar.
function but_comenzar_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Se habilita el menú de inicio
handles.but_comenzar
set(handles.but_comenzar, 'visible', 'off')
set(handles.put_teoría, 'visible', 'on')
set(handles.put_manualusuario, 'visible', 'on')
set(handles.put_PrimerMetodo, 'visible', 'on')
set(handles.put_SegundoMetodo, 'visible', 'on')

% --- Executes on button press in put_manualusuario.
function put_manualusuario_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Abre el archivo de Manual de usuario en pdf
winopen('ManualUsuario.pdf');

% --- Executes on button press in put_teoría.
function put_teoría_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Abre el archivo de Información Teórica en pdf
winopen('InformacionTeorica.pdf');

% --- Executes on button press in put_PrimerMetodo.
function put_PrimerMetodo_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Cierra el interfaz guiinicial y permite ir a la interfaz PrimerMetodo
close(guiinicial)
gui_PrimerMetodo

% --- Executes on button press in put_SegundoMetodo.
function put_SegundoMetodo_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Cierra el interfaz guiinicial y permite ir a la interfaz SegundoMetodo
close(guiinicial)
gui_SegundoMetodo

```

## INTERFAZ Gui\_PrimerMetodo

```

function varargout = gui_PrimerMetodo(varargin)
% Inicializacion del interfaz gui_PrimerMetodo, a continuación, se muestra la
codificación por defecto del programa
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @Gui_PrimerMetodo_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @Gui_PrimerMetodo_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',   [], ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn (gui_State, varargin{:});
end
% End del código de Inicializacion

% --- Executes just before Gui_PrimerMetodo is made visible.

```

```

function Gui_PrimerMetodo_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% Abre el archivo en formato jpg para fondo de pantalla
    fondoentrada=imread('fondoGUI2.jpg');
    image(fondoentrada)
    axis off
% Choose default command line output for Gui_PrimerMetodo
    handles.output = hObject;
% Update handles structure
    guidata(hObject, handles);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = Gui_PrimerMetodo_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% Get default command line output from handles structure
    varargout{1} = handles.output;

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_calcularE_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit_calcularE (see GCBO)

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_calcularE_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

% --- Executes on button press in put_calcularE.
function put_calcularE_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Se declaran variables globales
global a frec
% Se convierten los valores de los campos editables a números
frec=str2double(get(handles.edit_frecuencia,'string'));
Er=str2double(get(handles.edit_ER,'string'));
Fc=str2double(get(handles.static_FactorCorreccion,'string'))
% Se calcula El campo magnético que ira al nomograma
CalcularE= Er-Fc
% se pone el valor del Campo Magnético en el campo de texto estático
if isreal(CalcularE)==0 || CalcularE>121 || CalcularE<-61
    return
else
    set(handles.static_CalcularE,'string',CalcularE)
end
%La variable a tomará el valor numérico del campo estático "Calcular E"
a=str2double(get(handles.static_CalcularE,'string'));

% --- Executes on button press in put_calcularD.
function put_calcularD_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Se analiza si se ha llenado el valor de la frecuencia de ser así se abrirá
el interfaz Gui_Tercero
global a frec;
if isreal(a)==0 || a>120 || a<-61 || frec<540 || frec>1610 ||
mod(frec,10)~=0

    set(handles.edit_frecuencia,'string','')
return

```

```

else
    Gui_Tercero
End

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_frecuencia_Callback(hObject, eventdata, handles)
% str2double(get(hObject,'String')) retorna contenidos de edit_frecuencia
como numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_frecuencia_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
trolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit_PT_Callback(hObject, eventdata, handles)
% str2double(get(hObject,'String')) retorna contenidos de edit_PT como numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_PT_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
%See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
trolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit_GdB_Callback(hObject, eventdata, handles)
% str2double(get(hObject,'String')) retorna contenidos de edit_GdB como numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_GdB_CreateFcn (hObject, eventdata, handles)
%See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
trolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit_Er_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Datos: get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_Er como texto
% str2double(get(hObject,'String')) retorna contenidos de edit_Er a numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_Er_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
%See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
trolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit_LonLinTx_Callback (hObject, eventdata, handles)

```

```

%Datos: get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_LonLintx como texto
%str2double(get(hObject,'String'))retorna contenidos de edit_LonLintx anúmero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_LonLinTx_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
        trolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit_AtenLinTx_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Datos: get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_AtenLinTx como texto
% str2double(get(hObject,'String')) retorna contenidos de edit_AtenLinTx a número

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_AtenLinTx_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
        trolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit_Conductividad_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Datos:get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_Conductividad como texto
%str2double(get(hObject,String))retorna contenidos de edit_Conductividad a número

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_Conductividad_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
        trolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit_AtenTotal_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Datos:get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_AtenTotal como texto
%str2double(get(hObject, String))retorna contenidos de edit_AtenTotal a número

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function static_AtenTotal_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
%See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
        trolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit_FactorAten_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Datos:get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_FactorAten como texto
%str2double(get(hObject,String))retorna contenidos de edit_FactorAten a número

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function static_FactorAten_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit_PA_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Datos:get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_PA como texto
%str2double(get(hObject,String))retorna contenidos de edit_PA a numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function static_Pa_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit_PER_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Datos:get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_PER como texto
%str2double(get(hObject,String))retorna contenidos de edit_PER a numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function static_PER_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
%See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit_FactorCorreccion_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Datos:get(hObject,String)retorna contenidos de edit_FactorCorreccion como texto
%str2double(get(hObject,String))retorna contenidos de edit_FactorCorreccion a numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function static_FactorCorreccion_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
%See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit16_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Datos: get(hObject,String)retorna contenidos de edit16 como texto
%str2double(get(hObject, String)) retorna contenidos de edit16 a numero

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit16_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
%See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit17_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Datos: get(hObject,String) retorna contenidos de edit17 como texto
%str2double(get(hObject, String)) retorna contenidos de edit17 a numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit17_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

% --- Executes on button press in put_Resultados.
function put_Resultados_Callback(hObject, eventdata, handles)
    % Se asigna la variable frec y se convierte a numero
    global frec
    frec=str2double(get(handles.edit_frecuencia,'string'));

%-----Se llama a la función CalculoParametros.m
function CalculoParámetros
%Potencia del Transmisor
    Pt=1000*str2double(get(handles.edit_PT,'string'));
%Ganancia de Antena Lamda/4
    GdB=str2double(get(handles.edit_GdB,'string'));
%Intensidad de Campo Resultante
    Er=str2double(get(handles.edit_Er,'string'));
%Longitud de Linea Tx
    L=str2double(get(handles.edit_LonLinTx,'string'));
%Atenuacion de Linea Tx
    Alt=str2double(get(handles.edit_AtenLinTx,'string'));
%Longitud de Linea Tx
    Conductividad=str2double(get(handles.edit_Conductividad,'string'));
%Se validan los valores de las variables ingresadas
    if frec<540 || frec>1610 || mod(frec,10)~=0 || isreal(frec)==0 ||... is-
        nan(frec)==1
        set(handles.edit_frecuencia,'string','')
        return
    elseif Pt<0 || isreal(Pt)==0 || isnan(Pt)==1
        set(handles.edit_PT,'string','')
        return
    elseif Er<0 || isreal(Er)==0 || isnan(Er)==1
        set(handles.edit_Er,'string','')
        return
    elseif L<0 || isreal(L)==0 || isnan(L)==1
        set(handles.edit_LonLinTx,'string','')
        return
    elseif Alt<0 || isreal(Alt)==0 || isnan(Alt)==1
        set(handles.edit_AtenLinTx,'string','')
        return
    elseif Conductividad<0 || Conductividad>5000 || isreal(Conduc-
        tividad)==0 || isnan(Conductividad)==1

```

```

        set(handles.edit_Conductividad,'string','')
        return
    else

%% Parametros de Salida
    %Se calcula el valor de la Atenuación Total
    At=L*Alt/100
    set(handles.static_AtenTotal,'string',At)

    % Se calcula el valor de Factor de Atenuación
    Fat=10^(-At/10)
    set(handles.static_FactorAten,'string',Fat)

    % Se calcula el valor de Potencia de la antena
    Pa=Pt*Fat
    set(handles.static_Pa,'string',Pa)

    % Se calcula el valor de Potencia Efectiva Radiada
    PER=Pa*10^(GdB/10)
    set(handles.static_PER,'string',PER)

    % Se calcula el valor de Factor de Corrección
    Fc=10*log10(PER/1000)
    set(handles.static_FactorCorreccion,'string',Fc)

end
end

% --- Executes on button press in put_Reset.
function put_Reset_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Se ponen a cero los valores de las variables de entrada excepto el valor
del campo eléctrico resultante (MTC)
    set(handles.edit_frecuencia,'string','')
    set(handles.edit_PT,'string','')
    set(handles.edit_GdB,'string','')
    set(handles.edit_Er,'string','62')
    set(handles.edit_LonLinTx,'string','')
    set(handles.edit_AtenLinTx,'string','')
    set(handles.edit_Conductividad,'string','')
    set(handles.static_AtenTotal,'string','')
    set(handles.static_FactorAten,'string','')
    set(handles.static_Pa,'string','')
    set(handles.static_PER,'string','')
    set(handles.static_FactorCorreccion,'string','')
    set(handles.static_CalcularE,'string','')

```

## INTERFAZ Gui\_SegundoMetodo

```

function varargout = gui_SegundoMetodo(varargin)
% Inicializacion del interfaz Gui_SegundoMetodo, a continuación, se muestra
la codificación por defecto del programa
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
    'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
    'gui_OpeningFcn', @gui_SegundoMetodo_OpeningFcn, ...
    'gui_OutputFcn',  @gui_SegundoMetodo_OutputFcn, ...
    'gui_LayoutFcn',  [], ...

```

```

        'gui_Callback', []);
    if nargin && ischar(varargin{1})
        gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
    end

    if nargin
        [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
    else
        gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
    end
% End del código de Inicializacion

% --- Executes just before gui_SegundoMetodo is made visible.
function gui_SegundoMetodo_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% Se carga imagen para fondo de pantalla
fondoentrada=imread('fondoogui2cco.jpg');
image(fondoentrada)
axis off
% se da variable al campo static_CalcularEc para actualizar su valor en
% guicampocaracteristico
global handlesEc
handlesEc=handles.static_CalcularEc;

% Choose default command line output for gui_SegundoMetodo
handles.output = hObject;
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
% UIWAIT makes gui_SegundoMetodo wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = gui_SegundoMetodo_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

function edit_PT_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Datos: get(hObject,String)retorna contenidos de edit_PT como texto
%str2double(get(hObject, String)) retorna contenidos de edit_PT a numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_PT_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit_Lonantcco_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Datos: get(hObject,String)retorna contenidos de edit_Lonantcco como texto
%str2double(get(hObject, String)) retorna contenidos de edit_Lonantcco a numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_Lonantcco_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

```

```

% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit_Ercco_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Datos: get(hObject,String)retorna contenidos de edit_Ercco como texto
%str2double(get(hObject, String)) retorna contenidos de edit_Ercco a numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_Ercco_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit_Conductividad_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Datos: get(hObject,String)retorna contenidos de edit_Conductividad como texto
%str2double(get(hObject, String)) retorna contenidos de edit_Conductividad a numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_Conductividad_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit_frecuencia_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Datos: get(hObject,String)retorna contenidos de edit_frecuencia como texto
%str2double(get(hObject, String)) retorna contenidos de edit_frecuencia a numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_frecuencia_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in put_CalcularE.
function put_CalcularE_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Se crean las ecuaciones para hallar el Campo resultante "a"
global Ecampocaco a frec

if Ecampocaco==0
    set(handles.static_CalcularEc,'string','')
    return
else
    frec=str2double(get(handles.edit_frecuencia,'string'))

```

```

PT=str2double(get(handles.edit_PT,'string'))
EcampocacodB=20*log10(Ecampocaco*1000)
PTdB=(10*log10(PT))

Ercco=str2double(get(handles.edit_Ercco,'string'))
a=Ercco-EcampocacodB+100-PTdB

set(handles.static_CalcularE,'string',a)
end

% --- Executes on button press in put_CalcularD.
function put_CalcularD_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Se restringen valores de frecuencia y campo a
global a frec;
if isreal(a)==0 || a>120 || a<-61 || frec<540 || frec>1610 ||
    mod(frec,10)~=0

    set(handles.edit_frecuencia,'string','')
    return
else
    quitercero
end

% --- Executes on button press in put_Resetcco.
function put_Resetcco_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Se pone en blanco todos los campos editable y no editables
set(handles.edit_frecuencia,'string','')
set(handles.edit_PT,'string','')
set(handles.edit_Lonantcco,'string','0.25')
set(handles.edit_Ercco,'string','62')
set(handles.edit_Conductividad,'string','')
set(handles.static_CalcularEc,'string','')
set(handles.static_CalcularE,'string','')

% --- Executes on button press in put_CalcularEc.
function put_CalcularEc_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Se definen variables de Long de Antena y frecuencia como globales
global Lonant frec
% Se definen variables para filtrar los parámetros de entrada ante posibles
errores
Lonant =str2double(get(handles.edit_Lonantcco, 'string'))
Frec =str2double(get(handles.edit_frecuencia,'string'))
PT =str2double(get(handles.edit_PT,'string'))
condu = str2double(get(handles.edit_Conductividad,'string'))

if isreal(Lonant)==0

elseif Lonant<0 || Lonant>0.7 || isnan(Lonant)==1 || isnan(frec)==1
    set(handles.edit_Lonantcco,'string','0.25')
    return
elseif frec<540 || frec>1600 || mod(frec,10)~=0 || isnan(frec)==1
    set(handles.edit_frecuencia,'string','')
    return
elseif PT<0 || isnan(PT)==1
    set(handles.edit_PT,'string','')

```

```

        return
elseif condu<0||isnan(condu)==1
    set(handles.edit_Conductividad,'string','')
    return
else
    gui_CampoCaracteristico
end

```

## INTERFAZ Gui\_CampoCaracteristico

```

function varargout = gui_CampoCaracteristico(varargin)
% Inicializacion del interfaz Gui_CampoCaracteristico, a continuación, se
muestra la codificación por defecto del programa
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
    'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
    'gui_OpeningFcn', @gui_CampoCaracteristico_OpeningFcn, ...
    'gui_OutputFcn',  @gui_CampoCaracteristico_OutputFcn, ...
    'gui_LayoutFcn',  [], ...
    'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End del código de Inicializacion

% --- Executes just before gui_CampoCaracteristico is made visible.
function gui_CampoCaracteristico_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, va-
rargin)
% Se asigna una variable que permita usarse en otra interfaz
global handlescomentario2
handlescomentario2=handles.static_comentario2

%---- Se llama a la función Nomograma Ec
function nomogramaEc
% Se asignan variables globales
global Lonant p
% Se asignan medidas para la imagen importada graficocampo
foto=('graficocampo.jpg')
min_x = -0.000; max_x = 0.7240 ;min_y = 210 ;max_y = 450 ;
img = imread (foto);
% Hacer datos para trazar, solo una línea.
x=[Lonant,210];
y=[Lonant,450];
% Se evita la deformación de la imagen
imagesc(img);
xlabel('Raster Column');
ylabel('Raster Row');
colormap(gray);
% Cambiara de posicion la imagen
imagesc([min_x max_x], [min_y max_y], flipud(img),'CDataMapping','scaled');

```

```

% Se dan propiedades a los ejes
set(gca, 'TickDirMode', 'manual', 'TickDir', 'out')
set(gca, 'XTick', [0,0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7])
set(gca, 'XTickLabel', [0,0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7])
set(gca, 'YTick', [210,250,300,350,400,450])
set(gca, 'YTickLabel', [210,250,300,350,400,450])
set(gca, 'XminorTick', 'off')
set(gca, 'box', 'off', 'fontsize',10)
% Mantiene la imagen visible
hold on;
% plotea la linea roja inicial
p=plot([x(1) y(1)], [x(2) y(2)]);
set(p, 'Color', 'red')
set(p, 'linewidth',1.2)
set(p, 'linestyle', '--')
% cambia o invierte el eje Y
set(gca, 'ydir', 'normal');
xlabel('Altura de la Antena(Lambda)');
ylabel('Intensidad de Campo Caracteristico mV/m');
%% se crea el zoom para acercamiento
set(handles.static_comentario2, 'string', 'Seleccione área de zoom')
zoom on
waitforbuttonpress
set(handles.static_comentario2, 'string', '1 clic para Desactivar Zoom')
waitforbuttonpress
set(handles.static_comentario2, 'string', '1 clic para Seleccionar Punto')
end

%-----Se llama a la función cursorEc
function cursorEc
%abre la figura a editar y evita que se deforme
global Lonant Ecampocaco p handlescomentario2;

% entra a las opciones del cursor
dcm_obj2=datacursormode(fig);
% cambia las opciones del cursor
set(dcm_obj2, 'DisplayStyle', 'Datatip', ...
    'SnapToDataVertex', 'off', 'Enable', 'on')
%-----Llama a la funcion updateFcn
set(dcm_obj2, 'UpdateFcn', @myupdatefcn)
waitforbuttonpress
c_info = getCursorInfo(dcm_obj2);
c_info.Position;
Ecampocaco= c_info.Position(1,2);
%Asigna nombres de las etiquetas
fprintf('Ec: %6.3f\n', Ecampocaco);
Longant= c_info.Position(1,1);
fprintf('Long.Ant: %6.3f\n', Longant);
%lineas rojas para imprimir
x2=[Lonant,210];
y2=[Lonant,c_info.Position(1,2)];
z=[0,c_info.Position(1,2)];
plot([x2(1) y2(1)], [x2(2) y2(2)], 'linewidth',2, 'color', 'r')
plot([z(1) y2(1)], [z(2) y2(2)], 'linewidth',2, 'color', 'r')
% activando y desactivando el zoom
zoom on
set(handlescomentario2, 'string', 'Doble clic para Desactivar Zoom')
%Cuados de texto de guía al usuario
waitforbuttonpress
waitforbuttonpress
set(handlescomentario2, 'string', '1 clic para continuar')
waitforbuttonpress
zoom off

```

```

set(handlescomentario2,'string','1 clic para Quitar 1er cuadro')

waitforbuttonpress

%desaparece el cursor
set(dcm_obj2,'DisplayStyle','Window')
set(handlescomentario2,'string','1 clic para Quitar 2do cuadro')

waitforbuttonpress
set(dcm_obj2,'Enable','off')
set(p,'visible','off')
set(handlescomentario2,'visible','off')

end

% Choose default command line output for gui_CampoCaracteristico
handles.output = hObject;
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = gui_CampoCaracteristico_OutputFcn(hObject, eventdata,
handles)
% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% -----
function put_Regresar_ClickedCallback(hObject, eventdata, handles)
% Se hace uso de las variables globales
global Ecampocaco handlesEc
% Permite regresar a la interfaz gui_SegundoMetodo
gui_SegundoMetodo
% Se hace la conversión en decibelios
EcampocacodB=20*log10(Ecampocaco*1000)

set(handlesEc,'string',EcampocacodB)

% -----
function guardapdf_ClickedCallback(hObject, eventdata, handles)
% Se abre la ventana de dialogo guardar en formato pdf
fig.PaperUnits = 'inches';
fig.PaperPosition = [0 1.1 8.37 9.13];    %/abajo//alto
fig.PaperPositionMode = 'manual';
[file path] = uiputfile('*.pdf');
print([path file], '-dpdf');

```

## INTERFAZ Gui\_Tercero

```

function varargout = Gui_Tercero(varargin)
% Inicializacion del interfaz Gui_Tercero, a continuación, se muestra la co-
dificación por defecto del programa

```

```

gui_Singleton = 1;
gui_State = struct ('gui_Name',      mfilename, ...
                   'gui_Singleton', gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @guitercero_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn', @guitercero_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn', [], ...
                   'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

% End del código de Inicializacion

% --- Executes just before Gui_Tercero is made visible.
function Gui_Tercero_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% se llama a la aplicación Nomograma.m para que se seleccione y se edite el
nomograma respectivo de acuerdo a los valores de Campo Eléctrico y de fre-
cuencia
function Nomograma

global a frec

if isreal(a)==0 || a>120 || a<-61 || frec<540 || frec>1610

    return
else
    % La imagen se ampliará según los valores de max y min
    % Se establece el rango de los ejes

if frec==540 || frec==550 ||frec==560
    foto=('fotosbn2.jpg')
    min_x = 18.2; max_x = 33500 ;min_y = -60.5 ;max_y = 120 ;
elseif frec==570 || frec==580 ||frec==590
    foto=('foto570590.jpg')
    min_x = 15; max_x = 19500 ;min_y = -60.5 ;max_y = 123.7 ;
elseif frec==600 || frec==610 ||frec==620
    foto=('foto600620.jpg')
    min_x = 15.43; max_x = 20600 ;min_y = -60.5 ;max_y = 120 ;
elseif frec==630 || frec==640 ||frec==650
    foto=('foto630650.jpg')
    min_x = 15.2; max_x = 20000 ;min_y = -60.5 ;max_y = 120 ;
elseif frec==660 || frec==670 ||frec==680
    foto=('foto660680.jpg')
    min_x = 15.4; max_x = 20500 ;min_y = -60 ;max_y = 120.5 ;
elseif frec==690 || frec==700 ||frec==710
    foto=('foto690710.jpg')
    min_x = 15.1; max_x = 19850 ;min_y = -60 ;max_y = 120.6 ;
elseif frec==720 || frec==730 ||frec==740 ||frec==750 || frec==760
    foto=('foto720760.jpg')
    min_x = 15.45; max_x = 20900 ;min_y = -60.5 ;max_y = 120 ;
elseif frec==770 || frec==780 ||frec==790 ||frec==800 || frec==810
    foto=('foto770810.jpg')
    min_x = 15.33; max_x = 20700 ;min_y = -60 ;max_y = 120.5 ;
elseif frec==820 || frec==830 ||frec==840 || frec==850 || frec==860
    foto=('foto820860.jpg')

```

```

        min_x = 15.5; max_x = 20900 ;min_y = -60 ;max_y = 120.6 ;
elseif frec==870 || frec==880 ||frec==890 || frec==900 || frec==910
    foto=('foto870910.jpg')
    min_x = 15.7; max_x = 21400 ;min_y = -60 ;max_y = 120.3;
elseif frec==920 ||frec==930 || frec==940 ||frec==950 ||frec==960
    foto=('foto920960.jpg')
    min_x = 15.4; max_x = 20600 ;min_y = -60 ;max_y = 120.2 ;
elseif frec==970 || frec==980 ||frec==990 ||frec==1000 ||frec==1010...
    ||frec==1020 ||frec==1030
    foto=('foto9701030.jpg')
    min_x = 15.25; max_x = 20000 ;min_y = -60 ;max_y = 120.4 ;
elseif frec==1040 || frec==1050 ||frec==1060 ||frec==1070 ||frec==1080...
    ||frec==1090 ||frec==1100
    foto=('foto10401100.jpg')
    min_x = 15.6; max_x = 21500 ;min_y = -60 ;max_y = 120.25 ;
elseif frec==1110 || frec==1120 ||frec==1130 ||frec==1140 ||frec==1150...
    ||frec==1160 ||frec==1170
    foto=('foto11101170.jpg')
    min_x =15.15; max_x = 20400 ;min_y = -60 ;max_y = 120.2 ;
elseif frec==1180 || frec==1190 ||frec==1200 ||frec==1210 ||frec==1220...
    ||frec==1230 ||frec==1240
    foto=('foto11801240.jpg')
    min_x = 15.5; max_x = 20600 ;min_y = -60 ;max_y = 120 ;
elseif frec==1250 || frec==1260 ||frec==1270 ||frec==1280 ||frec==1290...
    ||frec==1300 ||frec==1310 ||frec==1320 ||frec==1330
    foto=('foto12501330.jpg')
    min_x = 15.14; max_x = 20080 ;min_y = -60 ;max_y = 120 ;
elseif frec==1340 || frec==1350 ||frec==1360 ||frec==1370 ||frec==1380...
    ||frec==1390 ||frec==1400 ||frec==1410 ||frec==1420
    foto=('foto13401420.jpg')
    min_x = 15.15; max_x = 19600 ;min_y = -60.5 ;max_y = 120;
elseif frec==1430 || frec==1440 ||frec==1450 ||frec==1460 ||frec==1470...
    ||frec==1480 ||frec==1490 ||frec==1500 ||frec==1510
    foto=('foto14301510.jpg')
    min_x = 15.35; max_x = 20600 ;min_y = -60.2 ;max_y = 120.5;
elseif frec==1520 || frec==1530 ||frec==1540 ||frec==1550 ||frec==1560...
    ||frec==1570 ||frec==1580 ||frec==1590 ||frec==1600 ||frec==1610
    foto=('foto15201610.jpg')
    min_x = 15.3; max_x = 20200 ;min_y = -60.3 ;max_y = 120.4

else
    disp ('')
end

end

%Se carga el nomograma
img = imread (foto);

%% hacer datos para trazar, solo una línea.
x=[10,a];
y=[10000,a];
%% muestra la imagen
imagesc(img);
xlabel ('Raster Column');
ylabel ('Raster Row');
colormap(gray);
%% Cambiara de posición la imagen
imagesc([min_x max_x], [min_y max_y], flipud(img),'CDataMapping','scaled');
%% Se dan propiedades en los ejes para escalar correctamente el nomograma
set(gca,'XScale','log')
set(gca,'TickDirMode','manual','TickDir','out')

```

```

set(gca, 'xTick', [10,100,1000,10000])
set(gca, 'xTickLabel', [10,100,1000,10000])
set(gca, 'XminorTick', 'off')
set(gca, 'box', 'off', 'fontsize',10)

hold on;

%% %plotea la línea roja inicial
p=plot([x(1) y(1)], [x(2) y(2)]);

set(p, 'Color', 'red')
set(p, 'linewidth',0.00015)
%% cambia o invierte el eje Y
set(gca, 'ydir', 'normal');
xlabel('Distancia de la antena(Km)');
ylabel('dB sobre 1 µV/m');
%% se alinean las etiquetas eje x
xt=[20:10:90,200:100:900,2000:1000:9000]
yt=linspace(-62.5,-62.5,24)
text(xt,yt, ['2';'3';'4';'5';'6';'7';'8';'9';'2';'3';'4';'5';...
            '6';'7';'8';'9';'2';'3';'4';'5';'6';'7';'8';'9'], 'HorizontalA-
lignment', 'center');
%% se crea el zoom para acercamiento
zoom on
%% S espera por que se de clic en el nomograma
waitforbuttonpress
waitforbuttonpress
end

%---Esta función permite obtener la información (actualizar)del cursor
cuando se hace clic en el nomograma
function txt = myupdatefcn(empty,event_obj)
% Customizes text of data tips
% '%3.0f\n' es para número de decimales
pos = get(event_obj, 'Position');
txt = {['E Cpo.: ', num2str(pos(2), '%6.3f\n'), ' dBµV/m'], ...
      ['Distancia: ', num2str(pos(1), '%6.3f\n'), ' Km']};

%Se llama a la aplicación Cursor.m para permitir el intercambio de informa-
ción mediante el cursor entre el usuario y el programa
function Cursor
%Se abre la figura a editar y se toman los puntos del Campo Eléctrico "a"
para generar rectas
global a Ecampo Distancia;

x=[10,a];
y=[10000,a];
fig = gcf;

%entra a las opciones del cursor
dcm_obj=datacursormode(fig);

% %cambia las opciones del cursor
set(dcm_obj, 'DisplayStyle', 'Datatip', ...
      'SnapToDataVertex', 'off', 'Enable', 'on')

%llama a la funcion updateFcn
set(dcm_obj, 'UpdateFcn', @myupdatefcn)

```

```

waitforbuttonpress

c_info = getCursorInfo(dcm_obj);
c_info.Position;
Ecampo= c_info.Position(1,2);
fprintf('Ecampo: %6.3f\n',Ecampo);
Distancia= c_info.Position(1,1);
fprintf('Distancia: %6.3f\n',Distancia);

%línea negra (invisible)
p=plot([x(1) y(1)], [x(2) y(2)]);
set(p, 'Color', 'black')
set(p, 'linewidth', 0.00015)

%lineas rojas para imprimir
x2=[c_info.Position(1,1), -60.5];
y2=[c_info.Position(1,1), a];
z=[10, a];
plot([x2(1) y2(1)], [x2(2) y2(2)], 'linewidth', 2, 'color', 'r')
plot([z(1) y2(1)], [z(2) y2(2)], 'linewidth', 2, 'color', 'r')

% activando y desactivando el zoom
zoom on
waitforbuttonpress
waitforbuttonpress
waitforbuttonpress
zoom off
waitforbuttonpress

%desaparece el cursor
set(dcm_obj, 'DisplayStyle', 'Window')
waitforbuttonpress
set(dcm_obj, 'Enable', 'off')

end %Final de la función cursor

% Choose default command line output for Gui_Tercero
handles.output = hObject;
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = Gui_Tercero_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% -----
function guardaPdf_ClickedCallback(hObject, eventdata, handles)
%selecciona donde guardar el pdf
fig.PaperUnits = 'inches';
fig.PaperPosition = [0 1.1 8.37 9.13];    %/abajo//alto
fig.PaperPositionMode = 'manual';
[file path] = uiputfile('*.pdf');
print([path file], '-dpdf');

```

```

% -----
function siguiente_cuarto_ClickedCallback(hObject, eventdata, handles)
%Abre la interfaz Gui_Cuarto
    Gui_Cuarto

```

## INTERFAZ Gui\_Cuarto

```

function varargout = Gui_Cuarto(varargin)
% Inicializacion del interfaz Gui_Cuarto, a continuación, se muestra la codi-
ficación por defecto del programa
    gui_Singleton = 1;
    gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                       'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                       'gui_OpeningFcn', @Gui_Cuarto_OpeningFcn, ...
                       'gui_OutputFcn',  @Gui_Cuarto_OutputFcn, ...
                       'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                       'gui_Callback',   []);
    if nargin && ischar(varargin{1})
        gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
    end

    if nargout
        [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
    else
        gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
    end
% End del código de Inicializacion

% --- Executes just before Gui_Cuarto is made visible.
function Gui_Cuarto_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% Se abrirá la imagen de fondo
    fondoentrada=imread('fondoogui4.jpg');
    axes(handles.axes1)
    image(fondoentrada)
    axis off
%Se llaman a las variables globales
%Se dan las condiciones iniciales para que se ingrese los valores de Longitud
y Latitud
    global Ecampo Distancia frec

    set(handles.edit_LatDec,'enable','off')
    set(handles.edit_LonDec,'enable','off')
    set(handles.edit_LatGra,'enable','on')
    set(handles.edit_LonGra,'enable','on')
    set(handles.edit_LatMin,'enable','on')
    set(handles.edit_LonMin,'enable','on')
    set(handles.edit_LatSeg,'enable','on')
    set(handles.edit_LonSeg,'enable','on')

    set(handles.static4Ecampo,'string',Ecampo)
    set(handles.static4Distancia,'string',Distancia)

%-----Se llama a la función Mostrar_Mapa
%Se selecciona la localidad de radiodifusión en el mapa según el valor de la
frecuencia

```

```

Function Mostrar_Mapa
if frec==600 || frec==630 ||frec==660||...
    frec==680 || frec==700 ||frec==720||...
    frec==740 || frec==760 ||frec==790||...
    frec==810 || frec==830 ||frec==850|| ...
    frec==870 || frec==900 ||frec==920||...
    frec==940 || frec==970 ||frec==1000||...
    frec==1030 || frec==1060 ||frec==1080 ||frec==1110 || frec==1130||...
    frec==1150 || frec==1170 ||frec==1190 ||frec==1220 || frec==1250||...
    frec==1270 || frec==1300 ||frec==1330 || frec==1350 || frec==1370||...
    frec==1400 || frec==1430 ||frec==1470 || frec==1490 || frec==1510||...
    frec==1540 ||frec==1560 || frec==1580 ||frec==1600
    mapalocalidad1=imread('mapalocalidad1.jpg');
    axes(handles.axes2)
    image(mapalocalidad1)
    axis off
    set(handles.static_mapa, 'string',frec)

elseif frec==1290 ||frec==1450 ||frec==1530
    mapalocalidad2=imread('mapalocalidad2.jpg');
    axes(handles.axes2)
    image(mapalocalidad2)
    axis off
    set(handles.static_mapa, 'string',frec)

elseif frec==690 ||frec==710 ||frec==750 ||frec==770||frec==840||...
    frec==910 ||frec==930 || frec==960 || frec==1020 || frec==1460 ||...
    frec==1240 ||frec==1280 ||frec==1360 ||frec==1390 ||frec==1420 ||...
    ||frec==1500||frec==1520||frec==1550||frec==1570 || frec==1590 ||...
    ||frec==1480 ||frec==890 ||frec==1040||frec==1440 ||...
    mapalocalidad3=imread('mapalocalidad3.jpg');
    axes(handles.axes2)
    image(mapalocalidad3)
    axis off
    set(handles.static_mapa, 'string',frec)

elseif frec==980 || frec==1210
    mapalocalidad23=imread('mapalocalidad23.jpg');
    axes(handles.axes2)
    image(mapalocalidad23)
    axis off
    set(handles.static_mapa, 'string',frec)

elseif frec==540 || frec==550 || frec==560|| frec==800||...
    frec==570||frec==580||frec==590|| frec==780|| frec==610||...
    frec==620|| frec==640||frec==650|| frec==670|| frec==730||...
    frec==820|| frec==860|| frec==880|| frec==950|| frec==990||...
    frec==1010|| frec==1070|| frec==1090|| frec==1100|| frec==1120||...
    frec==1140|| frec==1160|| frec==1180|| frec==1320|| frec==1340||...
    frec==1200|| frec==1230|| frec==1260|| frec==1270|| frec==1310||...
    frec==1380|| frec==1410
    mapalocalidad0=imread('mapalocalidad0.jpg');
    axes(handles.axes2)
    image(mapalocalidad0)
    axis off
    set(handles.static_mapa, 'string',frec)

else
    disp('')
end
end % Fin de la función Mostrar_Mapa

```

```

% Choose default command line output for Gui_Cuarto
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = Gui_Cuarto_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes when selected object is changed in uibuttongroup2.
function uibuttongroup2_SelectionChangedFcn(hObject, eventdata, handles)
%Se declara variable global H del RadioButton para poder escoger el modo de
ingreso de los datos entre Decimales o Grados Minutos Segundos
global H

H=get(hObject, 'string');

switch H

    case 'GradosMinSeg'
        set(handles.edit_LatGra, 'enable', 'on')
        set(handles.edit_LonGra, 'enable', 'on')
        set(handles.edit_LatMin, 'enable', 'on')
        set(handles.edit_LonMin, 'enable', 'on')
        set(handles.edit_LatSeg, 'enable', 'on')
        set(handles.edit_LonSeg, 'enable', 'on')
        set(handles.edit_LatDec, 'string', '', 'enable', 'off')
        set(handles.edit_LonDec, 'string', '', 'enable', 'off')
    case 'Decimales'
        set(handles.edit_LatDec, 'enable', 'on')
        set(handles.edit_LonDec, 'enable', 'on')
        set(handles.edit_LatGra, 'string', '', 'enable', 'off')
        set(handles.edit_LonGra, 'string', '', 'enable', 'off')
        set(handles.edit_LatMin, 'string', '', 'enable', 'off')
        set(handles.edit_LonMin, 'string', '', 'enable', 'off')
        set(handles.edit_LatSeg, 'string', '', 'enable', 'off')
        set(handles.edit_LonSeg, 'string', '', 'enable', 'off')
end

function edit_NombreEmisora_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Datos: get(hObject, 'String') retorna contenidos de edit_NombreEmisora como
texto
% str2double(get(hObject, 'String')) reorna contenidos de edit_NombreEmisora
como un numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_NombreEmisora_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'), get(0, 'defaultUicon-
trolBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end

```

```

function edit_LatDec_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Datos: get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_LatDec como texto
% str2double(get(hObject,'String')) reorna contenidos de edit_LatDec como un
numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_LatDec_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
trolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit_LatGra_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Datos: get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_LatGra como texto
% str2double(get(hObject,'String')) reorna contenidos de edit_LatGra como un
numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_LatGra_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
trolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit_LonDec_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Datos: get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_LonDec como texto
% str2double(get(hObject,'String')) reorna contenidos de edit_LonDec como un
numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_LonDec_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
trolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end

function edit_LonGra_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Datos: get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_LonGra como texto
% str2double(get(hObject,'String')) reorna contenidos de edit_LonGra como un
numero

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit_LonGra_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
trolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
    end
end

```

```
function edit_LatMin_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Datos: get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_LatMin como texto
% str2double(get(hObject,'String')) reorna contenidos de edit_LatMin onGra
como un numero
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
```

```
function edit_LatMin_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
trolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

```
function edit_LatSeg_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Datos: get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_LatSeg como texto
% str2double(get(hObject,'String')) reorna contenidos de edit_LatSeg onGra
como un numero
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
```

```
function edit_LatSeg_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
trolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

```
function edit_LonMin_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Datos: get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_LonMin como texto
% str2double(get(hObject,'String')) reorna contenidos de edit_LonMin onGra
como un numero
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
```

```
function edit_LonMin_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
trolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

```
function edit_LonSeg_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Datos: get(hObject,'String') retorna contenidos de edit_LonSeg como texto
% str2double(get(hObject,'String')) reorna contenidos de edit_LonSeg onGra
como un numero
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
```

```
function edit_LonSeg_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicon-
trolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

```

% --- Executes on button press in put_guardar.
function put_guardar_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Se seleccionará la carpeta donde se guardarán los archivos KML
    selected_dir = uigetdir ();
    set (handles.static_Guardar, 'String', selected_dir)

% --- Executes on button press in put_genkml.
function put_genkml_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Se solicita el nombre de la radioemisora que a la vez será el nombre de los
archivos
nombreradio= get(handles.edit_NombreEmisora, 'string')

% ----Se llama a la función AreaCobertura.m, y generar el área de cobertura
function AreaCobertura
%Declaración de variables globales
    global frec Distancia H
    frecuencia= num2str(frec);
%Variables de entrada cuando es Grados Minutos y Segundos

    dLa=str2double(get(handles.edit_LatGra, 'string'));
    mLa=str2double(get(handles.edit_LatMin, 'string'));
    sLa=str2double(get(handles.edit_LatSeg, 'string'));
    dLo=str2double(get(handles.edit_LonGra, 'string'));
    mLo=str2double(get(handles.edit_LonMin, 'string'));
    sLo=str2double(get(handles.edit_LonSeg, 'string'));

%Restricciones para las variables
if any ((sLa<0 & mLa<0) | (sLa<0 & dLa<0) | (mLa<0 & dLa<0) ...
        | (sLo<0 & mLo<0) | (sLo<0 & dLo<0) | (mLo<0 & dLo<0))
end
    negvec = (dLa<0) | (mLa<0) | (sLa<0) | (dLo<0) | (mLo<0) | (sLo<0);
    signvec = ~negvec - negvec;

%Conversión de Grados Minutos y Segundos a grados
    degLa = signvec.*( abs(dLa) + abs(mLa)/60 + abs(sLa)/3600 );%Lat Sur
    degLo = signvec.*( abs(dLo) + abs(mLo)/60 + abs(sLo)/3600 );%Long Oeste

%Variables de entrada cuando es Grados con Decimales

    if get(handles.radiobutton6, 'value')==1

        X= -1*degLa; %Lat Sur
        Y= -1*degLo; %Long Oeste
    else
        X = -1*str2double(get(handles.edit_LatDec, 'string')); %lat S
        Y = -1*str2double(get(handles.edit_LonDec, 'string')); %long W o O
    end
%Distancia en km
    R = Distancia*1000;

%especificando las frecuencias según la localidad de radiodifusión
if (frec==980 && X>-13.20) || (frec==1210 && X>-13.20) || frec==1290 || ...
    frec==1450 || frec==1530

    colorcirculo = '4F00970d';%verde
    colorcontorno='FF00970d';
    %se da el formato para que aparezca en la etiqueta de la antena html

```

```

description = sprintf('%s<br>%s</b><br>%s</b>', ...
'Antenas de Onda Media', 'Localidad 2: Quillabamba, Echarate, Vilcabamba
y Yanatile', 'Frecuencia=', frecuencia);
iconFilename = ...
'C:\Users\usuario\Desktop\ejemplos de Matlab\programa2\circulo color1\an
tenaverde.gif';

elseif   frec==690  ||frec==710  ||frec==750  ||frec==770  ||frec==840...
        ||frec==890  ||frec==910  ||frec==930  ||frec==960  ||frec==980...
        ||frec==1020 ||frec==1040 ||frec==1210 ||frec==1240 ||frec==1280...
        ||frec==1360 ||frec==1390 ||frec==1420 ||frec==1440 ||frec==1460...
        ||frec==1500 ||frec==1520 ||frec==1550 ||frec==1570 ||frec==1590...
        ||frec==1480

colorcirculo = '4F1500FF';%azul
colorcontorno='FF1500FF';
%se da el formato para que aparezca en la etiqueta de la antenna html
description = sprintf('%s<br>%s</b><br>%s</b>', ...
'Antenas de Onda Media', 'Localidad 3: Sicuani, Espinar, Urcos, Marcapata
y Camanti ', 'Frecuencia=', frecuencia);
iconFilename = ...
'C:\Users\usuario\Desktop\ejemplos de matlab\programa2\circulo color1\an
tenaazul.gif';

elseif   frec==720||frec==600||frec==630||frec==660||frec==680||frec==700||...
        frec==1110||frec==740||frec==760||frec==790||frec==810||frec==830||...
        frec==850  ||frec==870||frec==900||frec==920||frec==940||frec==970||...
        frec==1000||frec==1030||frec==1060||frec==1080||frec==1130||...
        frec==1150||frec==1170||frec==1190||frec==1220||frec==1250||...
        frec==1270||frec==1300||frec==1330||frec==1350||frec==1370||...
        frec==1400||frec==1430||frec==1470||frec==1490||frec==1510||...
        ||frec==1540  ||frec==1560  ||frec==1580  ||frec==1600

colorcirculo = '4FE60000';%rojo
colorcontorno='FFE60000';
%se da el formato para que aparezca en la etiqueta de la antenna html
description = sprintf('%s<br>%s</b><br>%s</b>', ...
'Antenas de Onda Media', 'Localidad1: Cusco, Anta, Calca, Paruro, Uru-
bamba y Pisac', 'Frecuencia=', frecuencia);
iconFilename = 'C:\Users\usuario\Desktop\ejemplos de matlab\pro-
grama2\circulo color1\antenaazul.gif';

elseif   frec==540||frec==550||frec==560||frec==570||frec==580||...
        frec==590||frec==610||frec==620||frec==640||frec==650||...
        frec==670||frec==730||frec==780||frec==800||frec==820||...
        frec==860||frec==880||frec==950||frec==990||frec==1010||...
        frec==1070||frec==1090||frec==1100||frec==1120||frec==1140||...
        frec==1160||frec==1180||frec==1200||frec==1230||frec==1260||...
        frec==1270||frec==1310||frec==1320||frec==1340||frec==1380||...
        frec==1410

colorcirculo = '4F0DC0D9';%celeste
colorcontorno='FF0DC0D9';
%se da el formato para que aparezca en la etiqueta de la antenna html
description = sprintf('%s<br>%s</b><br>%s</b>', ...
'Antenas de Onda Media', 'Localidad: No Definida',...
'Frecuencia=', frecuencia);
iconFilename = ...
'C:\Users\usuario\Desktop\ejemplos de matlab\programa2\circulo color1\an
tenaceleste.gif';

```

```

end

%Generando la posición en coordenadas de la antena hacia el formato kml
%Carga el icono de la antena
iconScale = 1.3;
%Introducir las variables en la función kmlwrite para el nombre de la radio-
emisora coincide con el nombre de los archivos KML
    name = nombreradio;
    filename = nombreradio;

    kmlwrite(filename, X, Y, ...
'Description', description, 'Name', name, ...
'Icon', iconFilename, 'IconScale', iconScale);

%Generando el Área de cobertura

%Se llamará a la función GE_CIRCLE de la caja de herramientas de GoogleEarth
para representar el área de cobertura geo espacialmente
%atributos para graficar el área de cobertura
    kmlStr= [];
    kmlStr = [kmlStr,ge_circle(Y,X,R,'lineWidth',2.5,'lineColor',colorcon-
torno,'polyColor',colorcirculo)];

%nombre de salida concatenada para el nombre de la radioemisora coincide con
el nombre de los archivos KML
    kmlFileName = strcat (nombreradio,' Cobertura. Kml');
    kmlTargetDir = [''];

%Se llamará a la función GE_OUTPUT de la caja de herramientas de GoogleEarth
para ubicar la antena geo espacialmente

%atributos para graficar el área de cobertura
    ge_output([kmlTargetDir,kmlFileName], [kmlStr],'name',kmlFileName)

%Se crea la variable destino1 para que los formatos kml se muevan a la car-
peta donde selecciono el usuario
    destino1=get(handles.static_Guardar,'string')
    nombreradiokml=strcat(nombreradio,'.kml')
%Los dos archivos KML se moverán
    movefile(nombreradiokml,destino1)
    movefile(kmlFileName,destino1)

End %de la function AreaCobertura

% --- Executes on button press in put_Finalizar.
function put_Finalizar_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Se cierran todas las ventanas
    close all force

% --- Executes on button press in put_volverinicio.
function put_volverinicio_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Se cierran todas las ventanas pero abre de nuevo la interfaz Gui_Inicial
    close all force
    Gui_Inicial

```