

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**Análisis de la radiación no ionizante (RNI) transmitidas por radio bases
de telefonía celular de la ciudad de Daule.**

AUTOR:

Guncay Roldán, Evelyn Virginia

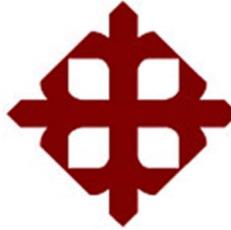
Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERA EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

Zamora Cedeño, Néstor Armando

Guayaquil, Ecuador

18 de Septiembre del 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Srta.
Guncay Roldán, Evelyn Virginia como requerimiento para la obtención del
título de **INGENIERA EN TELECOMUNICACIONES**.

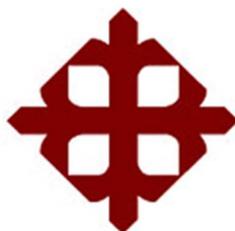
TUTOR

Zamora Cedeño, Néstor Armando

DIRECTOR DE CARRERA

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 18 del mes de Septiembre del año 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Guncay Roldán, Evelyn Virginia**

DECLARO QUE:

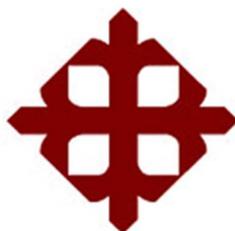
El trabajo de titulación “**Análisis de la radiación no ionizante (RNI) transmitidas por radio bases de telefonía celular de la ciudad de Daule.**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 18 del mes de Septiembre del año 2017

EL AUTOR

GUNCAY ROLDÁN, EVELYN VIRGINIA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **Guncay Roldán, Evelyn Virginia**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “**Análisis de la radiación no ionizante (RNI) transmitidas por radio bases de telefonía celular de la ciudad de Daule.**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 18 del mes de Septiembre del año 2017

EL AUTOR

GUNCAY ROLDÁN, EVELYN VIRGINIA

REPORTE DE URKUND

Informe del Trabajo de Titulación de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, con 4% de coincidencias, perteneciente al estudiante, GUNCAY ROLDÁN EVELYN VIRGINIA.

The screenshot shows the URKUND interface. On the left, document details are listed: 'Documento: TitulacionGuncay.docx (D30157637)', 'Presentado: 2017-08-17 09:53 (-05:00)', 'Presentado por: Néstor Zamora (nestor.zamora@cu.ucsg.edu.ec)', 'Recibido: nestor.zamora.ucsg@analysis.orkund.com', and 'Mensaje: Titulacion Guncay'. A yellow highlight indicates '4% de estas 20 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.' On the right, a 'Lista de fuentes' table is visible with columns for 'Categoria' and 'Enlace/nombre de archivo'. The table lists several sources, including 'TitulacionGuncay.docx', 'Tesis Danny Zambrano completo 2.docx', and 'Evelyn Alcivar: trabajo de titulacion.pdf'. At the bottom of the interface, there are navigation icons and a status bar showing '0 Advertencias' and 'Reiniciar'.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA: Análisis de la radiación
no ionizante (RNI) transmitidas por radio bases de telefonía celular de la ciudad de Daule.

AUTOR: Guncay Roldán, Evelyn Virginia

Trabajo de Titulación previo a
la obtención del grado de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

Atentamente,

Ing. Néstor Zamora Cedeño, M.Sc.
Docente Titular Auxiliar – Tiempo Completo

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación que sirvió para poder culminar mi carrera universitaria, se lo dedico a mis padres Ana Roldán y Holger Guncay por todo el apoyo incondicional que me dieron, gracias a ustedes es este triunfo logrado.

También se lo dedico a mi mami Nila y papi Antonio porque estuvieron pendientes de mí en todo este trayecto y se lo importante que es para ellos que se haya podido cumplir esta meta.

Se lo dedico a Dios porque me dio las fuerzas necesarias en los momentos más difíciles, me ayudo a seguir adelante y no rendirme.

EL AUTOR

GUNCAY ROLDÁN, EVELYN GUNCAY

AGRADECIMIENTO

A lo largo de mi carrera universitaria he tenido el apoyo de muchas personas, por ello, en primer lugar le doy gracias a mis padres por la confianza que depositaron en mí.

De igual manera le agradezco a mi abuelita Julia López, que no dudo ni un segundo en ayudarme para poder terminar mi carrera.

Por otra parte le agradezco a mi enamorado Allan, que estuvo allí en los momentos más difíciles y felices de todos estos años, escuchando y ayudándome en lo que más podía.

Agradezco a mi tutor el Ing. Néstor Zamora por haberme guiado en todo este trayecto y dado la ayuda necesaria para culminar mi tema, a su vez a la Ing. Ruilova por la ayuda brindada.

EL AUTOR

GUNCAY ROLDÁN, EVELYN VIRGINIA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. MIGUEL ARMANDO HERAS SÁNCHEZ, M. Sc.
DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

ING. EDWIN FERNANDO PALACIOS MELÉNDEZ, M. Sc.
COORDINADOR DE ÁREA

f. _____

ING. CELSO BAYARDO BOHÓRQUEZ ESCOBAR, M. Sc.
OPONENTE

Índice General

Índice de Figuras	XIV
Resumen.....	XVI
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Introducción.	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Definición del Problema.....	3
1.4. Justificación del Problema.	3
1.5. Objetivos del Problema de Investigación.	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
1.6. Hipótesis.....	5
1.7. Metodología de Investigación.	5
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.1. Espectro electromagnético.....	6
2.2. Radiación.....	7
2.3. Ionización.....	7
2.4. Tipos de radiación.....	8
2.4.1. Radiación ionizante.	8
2.4.2. Radiación no ionizante.....	8
2.5. Niveles de exposición RNI ambientales.....	9
2.5.1. RNI en espacios públicos.	10
2.5.2. RNI en residenciales.....	10
2.5.3. RNI en ambientes ocupacionales.	11
2.6. SAR – Tasa de absorción específica.....	11
2.7. Regulación internacional.....	12
2.7.1. Indicaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) referente a la RNI.	12
2.7.2. Unidad Internacional de las Telecomunicaciones (UIT) referente a la RNI.	12

2.7.3.	Comisión Internacional para la Protección de Radiaciones No Ionizantes.....	14
2.7.4.	Criterios para el establecimiento de sus límites de exposición.....	14
2.8.	Regulación Nacional.....	15
2.8.1.	Exposición Poblacional.....	15
2.8.2.	Exposición Ocupacional.....	16
2.9.	Tabla de exposición de RNI en Ecuador.....	17
2.10.	Estación de base de telefonía móvil.....	18
2.11.	Estructura para radio telefonía móvil.....	19
2.11.1.	Pozo a tierra.....	20
2.11.2.	Equipos de radio base.....	20
2.11.3.	Equipos de transmisión.....	22
2.11.4.	Torre celular.....	22
2.11.5.	Antena.....	24
2.11.6.	Celdas.....	24
2.12.	Funcionamiento radio base de telefonía móvil.....	25
2.13.	Equipos para manejar la radio comunicación con la telefonía móvil....	26
2.13.1.	Unidad de alimentación (PSU).....	26
2.13.2.	Unidad de conmutación de distribución (DXU).....	27
2.13.3.	Módulo de distribución interna (IDM).....	27
2.13.4.	Unidad de radio doble (DRU).....	27
2.13.5.	Unidad de combinación y distribución (CDU).....	27
2.13.6.	Unidad de conmutador de configuración (CXU).....	28
2.13.7.	Unidad de control del ventilador (FCU).....	28
CAPÍTULO 3: METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS DE MEDICIONES DE RADIACIONES NO IONIZANTES		29
3.1.	Generalidades.....	29
3.2.	Esquemas de regulación.....	29
3.3.	Método de predicción.....	30
3.4.	Método de medición.....	31
3.5.	Equipo utilizado para la medición de RNI.....	31

3.6.	Narda NBM 550.....	32
3.6.1.	Descripción.....	32
3.6.2.	Características.....	32
3.6.3.	Aplicaciones.....	34
3.7.	Sonda isotrópica NBM E-Field-Probe 0391.....	35
3.7.1.	Descripción.....	35
3.7.2.	Características.....	35
3.7.3.	Aplicaciones.....	35
3.7.4.	Propiedades.....	36
3.7.5.	Calibración.....	36
CAPÍTULO 4: ANALISIS DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES EN LA CIUDAD DE DAULE.....		36
4.1.	Información sobre los puntos de medición.....	37
4.1.1.	Distribución de los puntos de medición.....	37
4.1.2.	Radio bases de la ciudad de Daule para realizar mediciones de RNI.....	37
4.2.	Radio base Matices.....	38
4.2.1.	Datos del sitio.....	38
4.2.2.	Ubicación mediante GPS de la radio base.....	39
4.2.3.	Ubicación de los puntos de medición de las RNI.....	39
4.2.4.	Valores máximos de los puntos de medición.....	40
4.2.5.	Foto del sitio.....	41
4.3.	Radio base Limonal.....	41
4.3.1.	Datos del sitio.....	42
4.3.2.	Ubicación mediante GPS de la radio base.....	42
4.3.3.	Ubicación de los puntos de medición de las RNI.....	42
4.3.4.	Valores máximos de los puntos de medición.....	43
4.3.5.	Foto del sitio.....	44
4.4.	Radio base Alameda Real.....	45
4.4.1.	Datos del sitio.....	45
4.4.2.	Ubicación mediante GPS de la radio base.....	45

4.4.3.	Ubicación de los puntos de medición de las RNI.....	46
4.4.4.	Valores máximos de los puntos de medición.....	46
4.4.5.	Foto del sitio.	47
4.5.	Radio base Daule Norte.	48
4.5.1.	Datos del sitio.	48
4.5.2.	Ubicación mediante GPS de la radio base.....	48
4.5.3.	Ubicación de los puntos de medición de las RNI.....	49
4.5.4.	Valores máximos de los puntos de medición.....	49
4.5.5.	Foto del sitio.	50
4.6.	Radio base La Joya Gye.	51
4.6.1.	Datos del sitio.	51
4.6.2.	Ubicación mediante GPS de la radio base.....	51
4.6.3.	Ubicación de los puntos de medición de las RNI.....	52
4.6.4.	Valores máximos de los puntos de medición.....	52
4.6.5.	Foto del sitio.	53
4.7.	Radio base La Joya 2 Gy.	54
4.7.1.	Datos del sitio.	54
4.7.2.	Ubicación mediante GPS de la radio base.....	54
4.7.3.	Puntos de medición RNI.....	55
4.7.4.	Valores máximos de los puntos de medición.....	55
4.7.5.	Foto del sitio.	56
4.8.	Radio base La Aurora CNT.	57
4.8.1.	Datos del sitio.....	57
4.8.2.	Ubicación mediante GPS de la radio base.....	57
4.8.3.	Puntos de medición RNI.....	58
4.8.4.	Valores máximos de los puntos de medición.....	58
4.8.5.	Foto del sitio.	59
4.9.	Radio Base Villa_Club.....	60
4.9.1.	Datos del sitio.	60
4.9.2.	Ubicación mediante GPS de la radio base.....	60

4.9.3.	Ubicación de los puntos de medición de las RNI.....	61
4.9.4.	Valores máximos de los puntos de medición.....	61
4.9.5.	Foto del sitio.	62
4.10.	Radio base Villa_Club_Norte.....	63
4.10.1.	Datos del sitio.	63
4.10.2.	Ubicación mediante GPS de la radio base.....	63
4.10.3.	Puntos de medición RNI.....	64
4.10.4.	Valores máximos de los puntos de medición.....	64
4.10.5.	Foto del sitio.	65
4.11.	Radio base Capeira	66
4.11.1.	Datos del sitio.	66
4.11.2.	Ubicación mediante GPS de la radio base.....	66
4.11.3.	Ubicación de los puntos de medición de las RNI.....	67
4.11.4.	Valores máximos de los puntos de medición.....	67
4.11.5.	Foto del sitio.	68
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		69
5.1.	Conclusiones.....	69
5.2.	Recomendaciones.....	70
Bibliografía		71

Índice de Figuras

Capítulo 2

Figura 2. 1: Escala de las longitudes de onda del espectro electromagnético.....	6
Figura 2. 2: Escala de las longitudes de onda del espectro electromagnético.....	7
Figura 2. 3: Ionización de la materia.	8
Figura 2. 4: Tablero de energía de una RB.	20
Figura 2. 5: RBS Ericsson 2106 Macro - Outdoor.	21
Figura 2. 6: RBS Ericsson 2206 Macro - Indoor.	22
Figura 2. 7: Torre Mono-poste.	23
Figura 2. 8: Torre Entramada.....	23
Figura 2. 9: Torre Arriostrada.....	23
Figura 2. 10: Red de celdas.....	25
Figura 2. 11: Células Hexagonales.....	26

Capítulo 3

Figura 3. 1: Campo radiado por una antena.....	30
Figura 3. 2: Equipo Narda NBM 550 con sonda de campo isotrópica rango de 100KHz – 3GHz.....	31

Índice de Tablas

Capítulo 2

Tabla 2. 1: Radiación no ionizante según espectro.....	9
Tabla 2. 2: Límites de exposición.....	15
Tabla 2. 3: Límites de exposición ocupacional y población de las RNI.....	16
Tabla 2. 4: Límites de exposición RNI en Ecuador.....	18

Capítulo 4

Tabla 4. 1: Ubicación del sitio.....	38
Tabla 4. 2: Datos de medición.....	40
Tabla 4. 3: Coordenadas de puntos de medición.....	40
Tabla 4. 4: Ubicación del sitio.....	42
Tabla 4. 5: Datos de medición.....	43
Tabla 4. 6: Coordenadas de puntos de medición.....	43
Tabla 4. 7: Ubicación del sitio.....	45
Tabla 4. 8: Datos de medición.....	46
Tabla 4. 9: Coordenadas de puntos de medición.....	47
Tabla 4. 10: Ubicación del sitio.....	48
Tabla 4. 11: Datos de medición.....	49
Tabla 4. 12: Coordenadas de los puntos de medición.....	50
Tabla 4. 13: Ubicación del sitio.....	51
Tabla 4. 14: Datos de medición.....	52
Tabla 4. 15: Coordenadas de las mediciones.....	52
Tabla 4. 16: Ubicación del sitio.....	54
Tabla 4. 17: Datos de medición.....	55
Tabla 4. 18: Coordenadas de las mediciones.....	56
Tabla 4. 19: Ubicación del sitio.....	57
Tabla 4. 20: Datos de medición.....	58
Tabla 4. 21: Coordenadas de las mediciones.....	59
Tabla 4. 22: Ubicación del sitio.....	60
Tabla 4. 23: Datos de medición.....	61
Tabla 4. 24: Coordenadas de las mediciones.....	62
Tabla 4. 25: Ubicación del sitio.....	63
Tabla 4. 26: Datos de medición.....	64
Tabla 4. 27: Coordenadas de las mediciones.....	65
Tabla 4. 28: Ubicación del sitio.....	66
Tabla 4. 29: Datos de medición.....	67
Tabla 4. 30: Coordenadas de las mediciones.....	68

Resumen

Se han realizado varios estudios sobre las radiaciones no ionizantes en lugares específicos de la ciudad de Cuenca, Guayaquil, Quito, dándonos información de ciertas radio bases sobre sus límites de exposición o efectos sobre la salud en los puntos escogidos, como nos da a conocer los siguientes autores: Cesar Miranda, Daniel Andrade y Carlos Contreras, Danny Zambrano, Víctor Fernández, entre otros.

Este trabajo de investigación se realizará en toda la ciudad de Daule lo cual nos dará a conocer información indispensable para los seres humanos.

Se analiza la radiaciones no ionizantes transmitidas por las radio bases de telefonía celular, se presentan tablas de los límites de exposición dadas por las normas y recomendaciones internacionales, se harán respectivas mediciones de todas las radio bases de la operadora CNT de la ciudad de Daule, y de esta manera la ciudadanía conozca el nivel de radiación que tienen las antenas y así evitar preocupaciones futuras sobre su salud.

Palabras claves: RADIACION NO IONIZANTE, LIMITES DE EXPOSICION, NIVELES DE RADIACION, RADIO BASES, TELEFONIA CELULAR, NORMAS INTERNACIONALES.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción.

Una de las maneras de transmitir energía es la que se produce de la radiación de ondas electromagnéticas, determinado por la presencia de campos eléctricos y magnéticos perpendiculares en dirección a la propagación de la onda y perpendiculares entre sí. La energía está vinculada con la frecuencia, de forma que cuanto más frecuencia de una onda electromagnética, mayor es su energía. Es decir que las radiaciones no ionizantes, no tienen la suficiente energía para poder ionizar la materia y así tiene el potencial indispensable para interactuar con los sistemas biológicos.

En los últimos años hay un incremento de los sistemas de comunicación, que representa un reto para la disciplina que estudia las radiaciones no ionizantes (RNI).

Vivimos en un medio que está sumergido en campos electromagnéticos (CEM), imperceptible a la vista humana, ya sea por el campo magnético terrestre o la acción del hombre.

Los sistemas de telefonía celular se relacionan con otros sistemas que radian CEM, como son los: sistemas de transmisión de radiodifusión por modulación de amplitud (AM), por modulación de frecuencia (FM) y los sistemas de transmisión de televisión. Estas señales deben tomarse en cuenta, ya que las personas que residen o trabajan bajo estas condiciones están expuestas a todas las CEM actuales.

1.2. Antecedentes.

Cuando se inició la comunicación mediante telefonía celular esto trajo consigo la preocupación de los personas que habitan cerca de donde se ubican las radio bases, con el pasar del tiempo han aumentado el número de las radio bases para dar una mejor cobertura y a su vez la preocupación de la personas ha sido mayor, por posibles riesgos que estas radiaciones sean dañinas para la salud por la desinformación que existe sobre este tema.

1.3. Definición del Problema.

La telefonía celular constituye uno de los principales medios de comunicación, por esta razón se ha incrementado el número de las radio bases provocando una expansión de los campos electromagnéticos y esto preocupa a los residentes de la ciudad de Daule que están expuestos a la radiación no ionizante que emiten las antenas, ocasionando que tengan la inseguridad que este tipo de radiación afecte su salud, ya que se desconoce que existen normas y recomendaciones internacionales que tratan sobre los límites de exposición permitidos para la población.

1.4. Justificación del Problema.

Los seres humanos estamos expuestos a todo tipo de radiación ya sea natural o de forma artificial, por este motivo organizaciones han desarrollado estudios evaluando en que afecta la salud al estar rodeados de campos electromagnéticos, como nos da a conocer:

- El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – IEEE
- Organización Mundial de la Salud – OMS
- Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante – ICNIRP

Por esta razón con el análisis adquirido de los niveles de radiación no ionizante (RNI) producidas por las radio bases de telefonía celular de la ciudad de Daule, se dará a conocer la información indispensable a los ciudadanos mediante tablas gráficas que contienen los niveles de referencia correspondientes a su frecuencia y así eludir malos entendidos de los altos riesgos que la radiación electromagnética pudiese provocar en la salud humana.

1.5. Objetivos del Problema de Investigación.

1.5.1. Objetivo General.

Desarrollar un estudio de la radiación no ionizante transmitidas por radio bases de telefonía celular en la ciudad de Daule.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Investigar las consecuencias biológicas demostradas o supuestas a la salud humana.
- Obtener mediciones de las radiaciones no ionizantes producidas por las radio bases de telefonía celular en la ciudad de Daule.
- Comparar los datos adquiridos de las radiaciones no ionizantes con los estándares técnicos internacionales respectivos.

1.6. Hipótesis.

Los valores obtenidos de radiación cumplen con los niveles de referencias pertinentes a la frecuencia, y así la exposición de radiación no ionizante a la que se encuentran expuestos los ciudadanos de Daule, no afectaría a su salud.

1.7. Metodología de Investigación.

En este proyecto se utiliza los siguientes métodos: el método de investigación inductivo donde se estudia un hecho y con los resultados obtenidos se elabora una conclusión; método exploratorio ya que se investigó un problema existente; método explicativo detallando conceptos y fundamentos teóricos y así efectuar una medición en campo.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Espectro electromagnético.

El espectro electromagnético está conformado por radiaciones en forma de ondas y fotones, donde se incluye el espectro de luz visible, las radiaciones ultravioleta, rayos infrarrojos, rayos X y rayos gama.

La frecuencia se mide en ciclos por segundo, o Hertz. La longitud de onda se mide en metros. La energía se mide en voltios electrónicos. Cada una de estas tres cantidades para describir la radiación está relacionada entre sí de una manera matemática precisa.

Las radiaciones de baja longitud de onda donde se encuentran los rayos x y rayos gamma, pasan por los rayos infrarrojos y la luz ultravioleta llegando hasta las radiaciones de alta longitud de onda. Ver Figura. 2.1

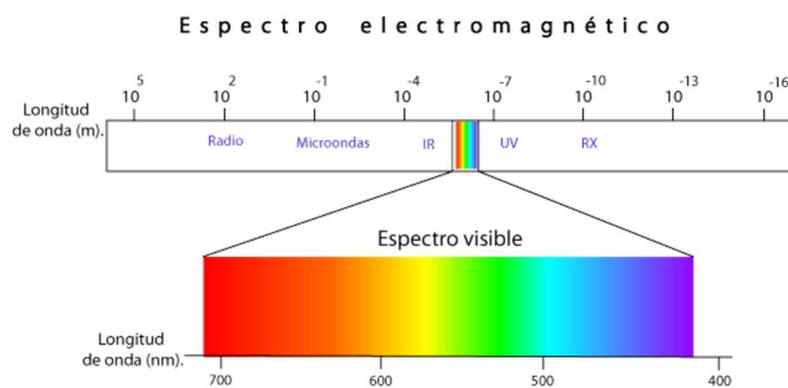


Figura 2. 1: Escala de las longitudes de onda del espectro electromagnético.
Fuente: AulaClic (2016)

2.2. Radiación.

La radiación es energía que al ser transmitida pueden adquirir formas como la luz o partículas pequeñas muy pequeñas que se dificultan para la visión. La luz ultravioleta, la luz visible y las señales que se transmiten para la televisión y las comunicaciones de radio son varias formas de radiación que están en nuestra vida cotidiana.

Existen varios tipos de radiación que al ser comparados dentro de la escala del espectro electromagnético y de cada zona de este mismo se lo caracteriza principalmente por su frecuencia, por lo tanto estas se dividen en dos tipos de radiaciones ionizantes y no ionizantes. Ver Figura. 2.2



Figura 2. 2: Escala de las longitudes de onda del espectro electromagnético.
Fuente: Marroquin Santoña (2013)

2.3. Ionización.

Las energías de ionización están relacionadas con los iones. Los iones son átomos que han ganado o perdido electrones. La energía de ionización es la cantidad de energía que se necesita para separar un electrón de un átomo neutro. Algunos elementos realmente tienen varias energías de ionización.

2.4. Tipos de radiación.

2.4.1. Radiación ionizante.

La radiación ionizante es la forma de radiación con la cantidad de energía suficiente para romper los electrones de los átomos (es decir, para ionizar los átomos). Esta radiación puede romper los enlaces químicos en las moléculas, incluyendo las moléculas de ADN, perturbando así su funcionamiento normal. Los rayos X y los rayos gamma son las únicas formas comunes de radiación con suficiente energía para penetrar y dañar el tejido corporal por debajo de la superficie de la piel.



Figura 2. 3: Ionización de la materia.

Fuente: Marroquin Santoña (2013)

2.4.2. Radiación no ionizante.

La radiación no ionizante es una radiación de baja energía, que no tiene suficiente energía para ionizar átomos o moléculas. Las fuentes de radiación no ionizantes incluyen líneas eléctricas, microondas, ondas de radio, radiación infrarroja, luz visible y láser. Ronca (s/f)

Tabla 2. 1: Radiación no ionizante según espectro.

1 Hz – 300 KHz	LF, ELF (Radiación baja y muy baja frecuencia) Campos eléctricos de aparatos, red eléctrica convencional, monitores de video (3 – 3.10 ⁴ Hz), tramos de radio AM.
300 KHz – 300 MHz	RF (Radiofrecuencias) Tramos de radio AM, radio FM, Onda corta médica (27 MHz), RMN (2,13 Mhz para campo magnético de 1T).
300 MHz – 300 GHz	M.O. (microondas) Aparatos domésticos por microondas. Telefonía móvil (900 MHz, 1800 MHz). Microondas para fisioterapia medica: 2450 MHz y 915 MHz. Radar y otras comunicaciones por microondas.
300 GHz – 780 nm	IR (Infrarrojo) Luz solar, aparatos para terapia con calor, láser.
780nm – 400 nm	Luz Visible Luz solar, fototerapia, láser.
400nm – 100nm	UV (Ultravioleta) Luz solar, materiales por encima de 2700k, tubos fluorescentes, esterilización de comida y aire, tratamientos de radioterapia.

Fuente: Carrasco Rodriguez (2003)

2.5. Niveles de exposición RNI ambientales.

Los habitantes están expuestos a Radiaciones no ionizantes que en su mayoría son frecuencias relativamente bajas (ELF) así como las de radiofrecuencia (RF) especialmente a las de telefonía, radio o televisión.

2.5.1. RNI en espacios públicos.

ELF: Por medio de líneas de transmisión de alto voltaje es distribuida la energía eléctrica hacia los habitantes y esto genera campos electromagnéticos de frecuencia baja a los cuales diariamente la población está expuesta. De acuerdo Miranda Castellanos (2010) con los campos magnéticos y eléctricos bajo las líneas de transmisión generan campos de hasta 12kV/m y 30 μ T, en los sitios que están cerca de estaciones generadoras alcanzan hasta 16kV/m y 270 μ T.

RF: Niveles altos de radiofrecuencia son provocados por radio bases, estaciones de televisión y radio. Los más afectados son las personas que operan cerca de estas estaciones recibiendo radiación de decenas de W/m², en las ciudades más desarrolladas la radiación alcanza los 50 μ W/m².

2.5.2. RNI en residenciales.

ELF: Según Miranda Castellanos (2010) en las zonas residenciales los campos electromagnéticos provienen de muchas más fuentes por lo que se debe tomar una distancia prudente a las líneas eléctricas y de la misma manera tener en cuenta el número y el tipo de electrodoméstico que se encuentran en la vivienda, los valores de campo electromagnético que generan estos equipos no sobrepasan los 500V/m y los 150 μ T.

RF: En el ambiente residencial las fuentes de radiofrecuencia son: teléfono celular, microondas, televisores, alarmas de seguridad. La radiación que emiten estos equipos no sobrepasa los $12\mu\text{W}/\text{m}^2$.

2.5.3. RNI en ambientes ocupacionales.

ELF: Estos se encuentran en lugares que están cerca de equipos industriales, las personas más afectadas son los que laboran cerca de estos equipos ya que emanan campos electromagnéticos intensos al ser de gran alcance. Estos establecimientos registran un campo electromagnético mayor a $25\text{kV}/\text{m}$ y 2 mT .

RF: Los microondas, equipos electro quirúrgico, calentadores industriales, calentadores dieléctricos emplean campos de radiofrecuencia, cerca de estos equipos puede tenerse valores de radiación de decenas de W/m^2 . (Miranda Castellanos, 2010)

2.6. SAR – Tasa de absorción específica.

“El SAR es la unidad en la que se mide la cantidad de energía RF que es absorbida por los tejidos del ser humano (cuerpo, oreja y cerebro) al utilizar un teléfono celular.” (Zambrano, 2016)

Hoy en día las personas se comunican mediante la telefonía móvil y esto se da por medio de ondas electromagnéticas, en el proceso de una llamada a través de un enlace entre la antena y el terminal de tal manera que esta radiación es recibida por el ser humano.

2.7. Regulación internacional.

De acuerdo con Zambrano (2016) las radiaciones no ionizantes que emiten las radio bases están en discusión si son perjudiciales para la salud, por este problema se han realizado estudios para fijar límites y así dar seguridad a la población.

Las radiaciones no ionizantes en ambientes a temperaturas altas, tienden a afectar a los niños y ancianos dependiendo de la complejidad de cada persona en la absorción de energía electromagnética.

2.7.1. Indicaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) referente a la RNI.

La Organización Mundial de la Salud dentro de las Naciones Unidas es la autoridad dirigente y coordinadora de la salud. Se encarga de dar seguimiento y evaluar las tendencias de la salud por medio de normas y estándares a nivel mundial. (Chan, 2015)

La OMS impulsa la investigación a los campos de radiofrecuencia y estos que influyen hacia la salud, tomando en cuenta las recomendaciones de La Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP).

2.7.2. Unidad Internacional de las Telecomunicaciones (UIT) referente a la RNI.

De acuerdo con Andrade & Contreras (2014) La Unidad Internacional de las Telecomunicaciones es una organización no gubernamental perteneciente a la OMS como una agencia que se especializa en el campo de las

telecomunicaciones, las principales actividades son: Área de Radiocomunicaciones (UIT-R), Área de desarrollo de Telecomunicaciones (UIT-D) y Normalización de las telecomunicaciones (UIT-T).

Recomendaciones puntuales que se enfocan en los campos electromagnéticos:

- UIT-T K.52

Esta recomendación nos indica el límite de exposición al cual las personas pueden estar expuestas a los campos electromagnéticos en un rango de 9KHz a 300GHz, evaluando equipos como teléfonos móviles o cualquier otro dispositivo que emitan radiación.

- UIT-T K.61

Esta recomendación se utiliza para evaluar la intensidad de radiofrecuencia de los campos electromagnéticos en un rango de 9KHz y 300GHz y regula que estos límites de exposición no sean superados.

- UIT-T K70

Esta recomendación nos indica la técnica que se utiliza para establecer los límites de exposición de los campos electromagnéticos de las estaciones de telecomunicaciones y de esta manera se evalúa la exposición acumulada de las transmisoras detectando la fuente principal de radiación.

2.7.3. Comisión Internacional para la Protección de Radiaciones No Ionizantes.

ICNIRP (2016) Proporciona asesoramiento y orientación científica sobre los efectos en la salud y el medio ambiente de las radiaciones no ionizantes.

ICNIRP sugiere el límite de la exposición de las frecuencias en los subgrupos de las RNI. Desarrolla y publica Directrices, Declaraciones y revisiones utilizadas por organismos regionales, nacionales e internacionales de protección contra las radiaciones, como la Organización Mundial de la Salud.

2.7.4. Criterios para el establecimiento de sus límites de exposición.

Estos límites han sido asignados por medio de pruebas que se desarrollaron a base del tema y con los resultados se concluyeron teorías y normas.

El valor umbral es el valor mínimo de radiación, los límites establecidos son de 10 a 50 veces menos que el valor umbral para la exposición poblacional y ocupacional.

ICNIRP nos asegura que bajos los límites que ellos nos indican no habrán efectos que sean perjudicial para la salud.

Según Andrade & Contreras (2014) LA ICNIRP acepta una exposición que sobrepase los limites cuando sea a corto plazo, los límites establecidos se dirige a los pobladores en general.

De 1Hz – 10MHz.- la restricción de la densidad de la corriente evita daños en el sistema nervioso.

De 100KHz – 10GHz.- estas restricciones son para prevenir el calentamiento localizado en el cuerpo mediante la tasa de absorción específica.

De 100KHz – 100MHz.- estas restricciones están en función de la tasa de absorción específica y la densidad de corriente.

De 10 – 300 GHz.- estas restricciones se basan en la densidad de potencia, evitando el calentamiento de la superficie del cuerpo o de los tejidos.

Tabla 2. 2: Límites de exposición.

	Frecuencia de la red eléctrica europea.	Frecuencia de estaciones base de telefonía móvil.		Frecuencia de los hornos microondas.	
Frecuencia	50Hz Campo eléctrico (v/m)	50 HZ Campo Magnético (μT)	900 MHz Densidad de Potencia (W/m ²)	1,8 GHz Densidad de Potencia (W/m ²)	2,45 GHz Densidad de Potencia (W/m ²)
Límites de exposición para la población	5000	100	4,5	9	10
Límites de exposición ocupacionales	10000	500	22,5	45	

Elaborado por: Organización Mundial de la Salud (s/f)

2.8. Regulación Nacional.

Dentro del reglamento de protección de las radiaciones no ionizantes, emitida por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones el 2005, se establecen los límites detalladamente de las exposiciones tanto como poblacional y ocupacional.

2.8.1. Exposición Poblacional.

Según Andrade & Contreras (2014) los campos electromagnéticos a los que la población está más expuesta y estos son perjudiciales para la salud son: telefonía móvil, radio AM y FM, televisión, entre otras y las microondas pero la intensidad de estos campos son bajos porque las emisoras están a una distancia y altura prudencial a la de la población de tal forma que no provoca ningún daño.

2.8.2. Exposición Ocupacional.

Los límites de exposición por trabajo deben de ser 40 horas semanales durante 50 semanas al año y con ciertos lapsos de exposición elevada y los trabajadores deben de ser informados por posibles riesgos que sus labores pueden ocasionar.

Tabla 2. 3: Límites de exposición ocupacional y población de las RNI.

Tipo de Exposición	Rango de Frecuencias	Intensidad de campo eléctrico E [V/m]	Intensidad de campo magnético H [A/m]	Densidad de potencia de onda plana equivalente S [W/m ²]
Ocupacional	Hasta 1 Hz	-	2×10^5	-
	1 – 8 Hz	20000	$2 \times 10^5 / f^2 *$	-
			0.053	
	8 – 25Hz	20000	$2 \times 10^4 / f *$	-
			0.053	
	0.025 – 0.82 KHz	500/f	20/f *	-
			1.32/f	
	0.82 – 65 KHz	610	24.4 *	-
1.6				
0.065 – 1 MHz	610	1.6/f *	-	
		1.6		
1 – 10 MHz	610/f	1.6/f	-	
10 – 400 MHz	61	0.16	10	

	400 – 2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0.008f^{1/2}$	f/40
	2 – 300 GHz	137	0.36	50
Poblacional	Hasta 1 Hz	-	2×10^4	-
	1 – 8 Hz	10000	$2 \times 10^4 / f^2 *$	-
			26.52	-
	8 – 25 Hz	10000	$5000 / f *$	-
			26.52	-
	0.025 – 0.8 KHz	250/f	$4 / f *$	-
			$0.66 / f$	-
	0.8 – 3 KHz	250/f	5 *	-
			$0.66 / f$	-
	3 – 150 MHz	87	5 *	-
			0.23	-
	0.15 – 1 MHz	87	$0.73 / f *$	-
			0.23	-
1 – 10 MHz	$87 / f^{1/2}$	$0.73 / f *$	-	
		$0.23 / f^{1/2}$	-	
10 – 400 MHz	28	0.073	2	
400 – 2000 MHz	$1.375 f^{1/2}$	$0.0037 f^{1/2}$	f/200	
2 – 300 GHz	61	0.16	10	

Elaborado por: ICNIRP (2016)

2.9. Tabla de exposición de RNI en Ecuador.

Tabla 2. 4: Límites de exposición RNI en Ecuador.

Tipo de Exposición	Rango de Frecuencias [MHz]	Intensidad de campo eléctrico, E [V/m]	Intensidad de campo magnético, H [A/m]	Densidad de potencia onda plana equivalente, S [W/m ²]
Ocupacional	0.003 – 0.065	610	24.4 *	-
			1.6	
	0.065 – 1	610	1.6/f *	-
			1.6	
	1 – 10	610/f	1.6/f	-
	10 – 400	61	0.16	10
400 – 2000	3f ^{0.5}	0.008 f ^{0.5}	f/40	
2000 - 300000	137	0.36	50	
Poblacional	0.003 – 0.15	87	5 *	-
			0.23	
	0.15 – 1	87	0.73/f *	-
			0.23/f	
	1 – 10	87/f ^{0.15}	0.73/f *	-
			0.23/f ^{0.5}	
10 – 400	28	0.073	2	
400 - 2000	1.375 f ^{0.5}	0.0037 f ^{0.5}	f/200	
2000 - 300000	61	0.16	10	
Nota: f es el valor de la frecuencia MHz				

Elaborado por: Miranda Castellanos (2010)

2.10. Estación de base de telefonía móvil.

Según Rouse (2014) Una estación base es un punto fijo de comunicación para teléfonos móviles de clientes en una red portadora .

La estación base está conectada a una antena (o antenas múltiples) que recibe y transmite las señales en la red celular a teléfonos de cliente y dispositivos celulares. Dicho equipo está conectado a una estación de conmutación móvil que conecta las llamadas celulares a la red telefónica pública conmutada (PSTN).

Una única estación base puede extender la red de proveedores de servicios por bloques o millas.

2.11. Estructura para radio telefonía móvil.

Como indica Zapata (2011) La placa de alimentación es responsable de suministrar alimentación de 220 V CA a todos los equipos que se utilizarán en la Estación Celular Base. También energiza la iluminación del EBC y la luz de baliza situada en la parte superior de la torre celular.

Tiene la capacidad de energizar hasta 4 equipos de Base de Radio (850 Master, 850 Amplification, 1900 Master y 1900 Amplification), así como tiene entradas de alimentación de respaldo, una entrada para iluminación EBC, equipos de microondas y otros extras para otros equipos. 220 V CA. También contiene entradas de cableado para alarmas de fallo de red, la barra de conexión a tierra y tuberías internas que pasan a través del suelo y la pared donde es donde pasan los cables.

También ofrece enchufes de 220 V CA para conectar las diferentes herramientas a utilizar durante la instalación. La puerta principal tiene dos LEDs que indican la presencia de voltaje y el correcto funcionamiento de la luz de baliza. También tiene dos pequeñas llaves para mantenerlo cerrado.



Figura 2. 4: Tablero de energía de una RB.
Fuente: Zapata (2011)

2.11.1. Pozo a tierra.

Como afirma Castillo (2013) La puesta a tierra corresponde al conjunto de electrodos y piezas conductoras que en contacto con la tierra, permiten drenar a ella, todas las corrientes de falla, de modo que no puedan dañar el equipo de trabajo.

Un pozo a tierra se utiliza para: Obtener una resistencia eléctrica tan baja como sea posible para derivar fenómenos eléctricos a tierra.

Mantenga los potenciales producidos por las corrientes de falla dentro de los límites de seguridad de manera que las tensiones de paso o de contacto no sean peligrosas para los seres humanos.

Ofrecer en todo momento y durante un período prolongado baja resistencia eléctrica que permita el paso de las corrientes derivadas.

2.11.2. Equipos de radio base.

El elemento primordial de una estación base celular es la radio base. En este, se generan las señales de RF que los inversores viajan a través de las antenas, por lo que éstas les son responsables en la sala de la exposición.

Según Zapata (2011) En todos los casos, el RBS tiene un banco de baterías de respaldo; En ausencia de la red, estas baterías proporcionan un suministro de dos a seis horas a un equipo que necesita ser reparado el tiempo en que los fallos vuelven al "estado energético".

Dependiendo de la ubicación, se clasifican dentro y fuera.

Por otro lado, según su potencia de salida se clasifican en Macro, Micro y Pico



Figura 2. 5: RBS Ericsson 2106 Macro - Outdoor.
Fuente: Zapata (2011)



Figura 2. 6: RBS Ericsson 2206 Macro - Indoor.
Fuente: Zapata (2011)

2.11.3. Equipos de transmisión.

Según Zapata (2011) Comúnmente el medio de transmisión utilizado para vincular los EBC es el enlace de radio, o transmisión a través de microondas. En los lugares donde no hay línea de visión debido a la geografía escarpada de nuestro país, el enlace por satélite se utiliza. Por lo tanto el operador móvil designa las frecuencias, modulaciones y dirección utilizadas.

2.11.4. Torre celular.

Schmidt (2013) Las torres celulares son estructuras construidas sobre superficies específicas de tierra proyectadas para acoger inquilinos inalámbricos. Estos inquilinos utilizan torres de celulares para desplegar varias tecnologías basadas en sus suscriptores o clientes, tales como telefonía, datos móviles, televisión y radio. Estas son construidas habitualmente por las compañías de la torre u operadores sin relación alguna.

Tipos principales de torres:

- Mono-poste



Figura 2. 7: Torre Mono-poste.
Fuente: Schmidt (2013)

- Entramada



Figura 2. 8: Torre Entramada.
Fuente: Schmidt (2013)

- Arriostrada



Figura 2. 9: Torre Arriostrada.
Fuente: Schmidt (2013)

2.11.5. Antena.

Como afirma Rouse (2014) Una antena es un transductor especializado que convierte campos de radiofrecuencia (RF) en corriente alterna (AC) o viceversa. Existen dos tipos básicos: la antena receptora, que intercepta la energía de RF y suministra AC a los equipos electrónicos, y la antena transmisora, que se alimenta con CA de equipos electrónicos y genera un campo RF.

2.11.6. Celdas.

De acuerdo con Campos (2016) Es la segmentación del área de cobertura en pequeñas células (Tamaño variante dependiendo de la demanda de tráfico).

Una celda se caracteriza principalmente por el área cubierta por un transmisor o un conglomerado de transmisores.

El tamaño de las celdas está determinado por la potencia del transmisor y por las limitaciones naturales o artificiales designadas por cada sector a cubrir.

La forma de las células puede ser cualquiera, pero para una mejor especificación de cuyo sistema su forma hexagonal es primordial, ya que su área de cobertura es mayor.



Figura 2. 10: Red de celdas.
Fuente: Orange (2016)

2.12. Funcionamiento radio base de telefonía móvil.

La telefonía móvil se encuentra compuesta de dos partes primordiales: Una red de comunicaciones y los terminales quienes dan la entrada de acceso a la red. Según AreaTecnologica (s/f) Estas dos estructuras participan como emisor-receptor de ondas electromagnéticas con frecuencias desde 900 hasta 2000 MHz.

La operadora repartida en varios espacios, llamados células, de forma hexagonal, adoptando la forma de un panel, crea una inmensa red de hexágonos ver figura. 2.11. La forma hexagonal le permite cubrir una mayor parte, cosa que no ocurriría si fueran circunferencias.

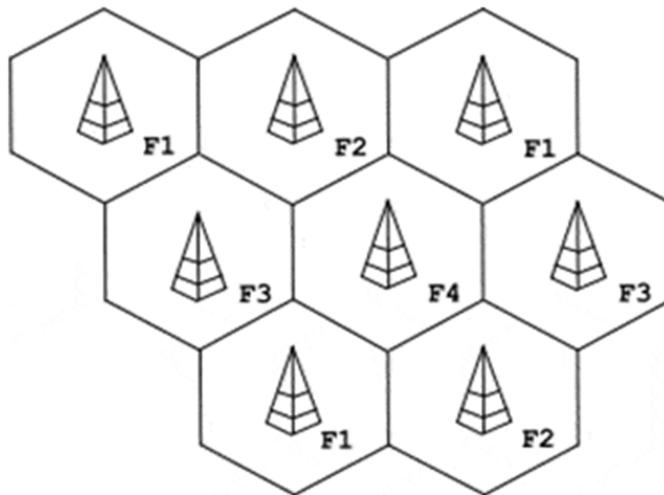


Figura 2. 11: Células Hexagonales.
Fuente: AreaTecnologica (s/f)

En cada una de estas células se encuentra ubicada una estación base que será una antena que tiene la capacidad para emitir y recibir.

Cada célula cuenta con un sin número de canales que cumplen con la función de emitir una llamada, esto quiere decir que por cada célula se pueden emitir decenas de llamadas de manera simultánea.

La característica principal para diferenciar un canal de otro es su frecuencia, cada canal emite ondas de distintas frecuencias lo que permite que varias personas puedan realizar llamadas simultáneamente sin haber interferencias.

2.13. Equipos para manejar la radio comunicación con la telefonía móvil.

2.13.1. Unidad de alimentación (PSU).

De acuerdo con Fernández Salmerón (2010) La PSU posee un rectificador/convertidor de la dotación de electricidad para adecuarlo a los +24V que necesita el sistema para poder funcionar.

2.13.2. Unidad de conmutación de distribución (DXU).

Según Fernández Salmerón (2010) Es la célula de registro principal. Existe una DXU por cada BTS. Permite la comunicación con la red a la interfaz de puertos. Las principales funciones que desempeñan son:

- Almacena la base de datos con la configuración del equipo.
- Control de alarmas.
- Interfaz para operaciones y mantenimiento.
- Extrae la señal de reloj usada de la trama PCM.

2.13.3. Módulo de distribución interna (IDM).

Controla la repartición del suministro eléctrico a las tarjetas incorporadas en cada BTS.

2.13.4. Unidad de radio doble (DRU).

Se caracteriza principalmente por ser una célula transmisora/receptora y procesamiento de la señal. Tiene la capacidad de amplificar la señal, permitiéndole a cada TRU manejar una portadora. El prototipo usado (DRU) posee dos veces más capacidad ya que por cada unidad transmitiremos 2 TRX. (Fernández Salmerón, 2010)

2.13.5. Unidad de combinación y distribución (CDU).

Esta célula nos permite combinar varios transmisores en una misma antena. Haciendo uso del mismo cable y conector permitiéndonos controlar

varios canales a la vez. De acuerdo con Fernández Salmerón (2010) Posee la capacidad de reunir varias portadoras y promocionar la funcionalidad de frequency hopping.

2.13.6. Unidad de conmutador de configuración (CXU).

Según Fernández Salmerón (2010) Esta célula está encargada de realizar la crossconexión entre la CDU y la dTRU en recepción.

2.13.7. Unidad de control del ventilador (FCU).

Pequeña célula con la capacidad de controlar y monitorizar la temperatura en el equipo encendiendo o apagando los ventiladores.

CAPÍTULO 3: METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS DE MEDICIONES DE RADIACIONES NO IONIZANTES

3.1. Generalidades.

Para realizar las mediciones de las radiaciones no ionizantes primero tenemos que basarnos en las normas, reglas, recomendaciones como lo indica la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la Comisión Internacional de Protección Contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP). Estas normas internacionales nos dan a conocer los límites de exposición a los campos electromagnéticos y las recomendaciones son referentes a la protección de emisiones de las RNI.

Para proceder con las respectivas mediciones de las radiaciones no ionizantes en la ciudad de Daule, se utilizó el equipo de medición Narda NMB 550, tomando en cuentas las normas internacionales anteriormente mencionadas.

3.2. Esquemas de regulación.

Se clasifican en:

- ✓ Metodología predictiva
- ✓ Metodología de medición

La metodología predictiva se utiliza cuando se estima un campo lejano y esta se realiza mediante cálculos matemáticos.

La metodología de medición se utiliza cuando la exposición poblacional permitida sobrepasa los límites.

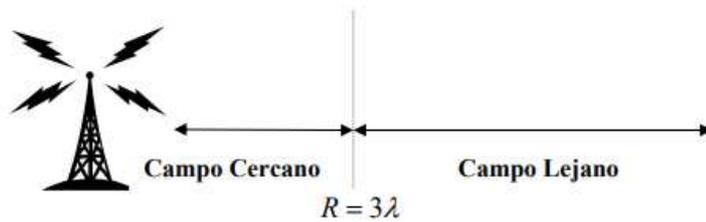


Figura 3. 1: Campo radiado por una antena.
Fuente: Subdirección General de Inspección de Telecomunicaciones (s/f)

3.3. Método de predicción.

Como nos indica Zambrano (2016) El método de predicción consiste en 2 ecuaciones que se utilizan cuando el campo es lejano.

$$r = \sqrt{\frac{\text{PRA} * 1.64 * 2.56 * F^2}{4 * \pi * S}}$$

$$r = \sqrt{\frac{\text{PIRE} * 1.64 * 2.56 * F^2}{4 * \pi * S}}$$

Dónde:

- **r:** es la distancia desde la antena
- **PRA y PIRE:** Potencia en la antena (W)
- **F:** atenuación de la radiación para un ángulo de incidencia en plano vertical. (F=1, peor caso).
- **2,56:** factor de reflexión empírico
- **S:** densidad de potencia (W/m²)

3.4. Método de medición.

Este método se ejecuta cuando la exposición máxima del límite permitido es mayor.

Pasos para realizar la medición:

1. Elegir sitio donde se requiere la medición
2. Reconocer todas las fuentes de radiación que se encuentran alrededor del sitio elegido.
3. Escoger el equipo de medición a utilizar
4. Seleccionar protocolo a utilizarse para la medición
5. Determinar los puntos para la medición con respecto al protocolo seleccionado.
6. Realizar los informes de acuerdo a las mediciones realizadas.

3.5. Equipo utilizado para la medición de RNI.

Se utilizó un medidor de campo de banda ancha NBM 550, que realiza las mediciones de radiación no ionizante, con un grado de exactitud alto, con una sonda isotrópica para rango de frecuencia universal.



Figura 3. 2: Equipo Narda NBM 550 con sonda de campo isotrópica rango de 100KHz – 3GHz

Fuente: Narda SafetyTest Solutions (s/f)

3.6. Narda NBM 550.

3.6.1. Descripción.

NBM-550 es parte de la familia de instrumentos NBM-500. Proporciona resultados extremadamente precisos para mediciones de intensidad de campo electromagnético. NBM-550 maneja aplicaciones de unos pocos Hertz a través de ondas largas y en hasta la radiación de microondas de alta frecuencia utilizando una selección de sondas intercambiables para campos eléctricos y magnéticos.

Las intensidades de campo se capturan con sondas de respuesta de frecuencia plana o sondas con respuesta de frecuencia en forma, lo que permite evaluar los valores de medición en función de un estándar de seguridad medioambiental o laboral. Los factores de calibración para cada sonda se almacenan en la propia sonda y se leen y toman en cuenta automáticamente por el conjunto de medición.

3.6.2. Características.

Electric and Magnetic Field Measurement (s/f) Nos indica las características principales del equipo.

Monitor

- Tiene un LCD monocromo retro iluminado, que es legible a la luz del día.
- Idiomas seleccionables.

Operación

- Teclado con 9 botones de fácil uso.
- Se presiona la tecla HOLD para visualizar la medición máxima “congelada” durante las lecturas.
- Las configuraciones realizadas se pueden guardar para futuras encuestas.
- El teclado puede bloquearse para protegerse contra entradas inadvertidas.
- Función “auto-off” para ahorrar batería del equipo.

Lecturas mostradas

- Tiene 5 tipos de resultados: promedio real, mínimo, máximo, medio máximo.
- Modo historia: permite guardar lecturas pasadas hasta 8 horas, ya que la memoria del historial opera en segundo plano.
- Unidades: V/M, A/m, W/m², mW/cm² y porcentaje de estándar.
- Memoria de datos hasta 5000 mediciones.

Funciones de promedio

- Promedio de tiempo: 4 segundos a 30 minutos, en intervalos de 2 segundos.
- Promedio espacial - discreto o continuo.

Interfaz de Sonda

- Detección automática del tipo de sonda e información de calibración.
- Intervalos de ajuste de cero completamente automático y variable.
- Entrada óptica adicional para separar la sonda del medidor.

3.6.3. Aplicaciones.

El NBM-550 realiza mediciones de precisión para seguridad, particularmente en ambientes de trabajo, donde es probable que haya fuertes intensidades de campo eléctrico o magnético. Eso también puede utilizarse para demostrar la compatibilidad (CEM) de dispositivos y equipos.

Ejemplos:

- Medición de las intensidades de campo como parte de la seguridad general.
- Medición de las intensidades de campo alrededor de los equipos de radar para establecer zonas de seguridad y monitorización durante las operaciones.
- Medir la intensidad de campo que emana del móvil, repetidores de teléfono y sistemas de comunicaciones.
- Garantizar el cumplimiento de los valores límite de seguridad humana.
- Medición de la intensidad del campo en el lugar de trabajo industrial medio ambiente, tales como equipos de soldadura de plásticos, RF, equipos de calefacción, templado y secado.

- Medidas para garantizar la seguridad de las personas, equipos de diatermia y otros equipos médicos que genera radiación de alta frecuencia.
- Medidas de intensidad de campo en células TEM y cámaras de absorción.

3.7. Sonda isotrópica NBM E-Field-Probe 0391.

3.7.1. Descripción.

Es una sonda de campo económica para rango de frecuencia universal.

Rango de frecuencia	100 kHz a 3 GHz
Rango de medición	0,2 a 320 V / m
Gama dinámica	64 dB
Dimensiones	318 mm x 66 mm Ø
Peso	90 g

3.7.2. Características.

La sonda contiene tres dipolos dispuestos ortogonalmente con diodos detectores. Los tres voltajes, correspondientes a los componentes espaciales, están disponibles individualmente en la salida de la sonda. La unidad básica NBM calcula la intensidad de campo isotrópica resultante.

3.7.3. Aplicaciones.

La sonda detecta campos eléctricos de 100 kHz a 3 GHz, cubriendo los campos que se producen en la radiodifusión, las telecomunicaciones y la

industria. La alta sensibilidad de 0,2 V/m y una excelente linealidad lo hacen ideal para medir los valores límite de seguridad humana en el dominio público en general.

3.7.4. Propiedades.

La sonda está diseñada con propiedades mecánicas y eléctricas ideales para uso en el campo. El cabezal de la sonda está hecho de material de espuma para protección de los sensores, mientras que tiene excelentes características RF.

Los límites de destrucción eléctrica para señales de onda pulsada y continua son varias veces superiores a cualquiera de los valores límite de seguridad humana.

3.7.5. Calibración.

La sonda se calibra en varias frecuencias. Los valores de corrección son almacenados en una EPROM en la sonda y se toman automáticamente en cuenta por el instrumento NBM. La precisión calibrada se obtiene así independientemente de la combinación de sonda e instrumento.

CAPÍTULO 4: ANALISIS DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES EN LA CIUDAD DE DAULE.

4.1. Información sobre los puntos de medición.

4.1.1. Distribución de los puntos de medición.

Las mediciones de radiaciones no ionizantes nos muestra la intensidad de campo eléctrico de las radio bases y que estas estén sujetas a los límites correspondientes en los rangos de frecuencia como lo asignan las normas y recomendaciones internacionales.

Las radio bases analizadas pertenecen a la operadora CNT-EP, estas mediciones se realizaron en 12 puntos alrededor de las radio bases cada 30°. Como se muestra en la figura 4.1

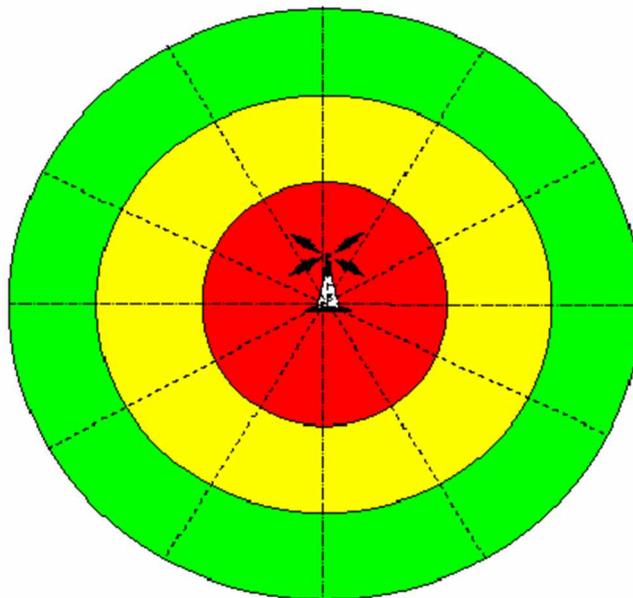


Figura 4. 1: Esquema de los puntos de medición.
Fuente: Proasetel (2006)

4.1.2. Radio bases de la ciudad de Daule para realizar mediciones de RNI.

- Matices
- Limonal

- Alameda Real
- Daule Norte
- La Joya Gye
- La Joya 2 Gy
- La Aurora Cnt
- Villa_Club
- Villa_Club_Norte
- Capeira

Las mediciones de los valores de los niveles de radiación se han realizado con el equipo NBM 550 con una Sonda isotrópica NBM E-Field-Probe 0391 en la banda de 100KHz a 3Ghz, aplicando la norma que nos indica ICNIRP tomando en cuenta la recomendación UIT-T K52.

4.2. Radio base Matices.

4.2.1. Datos del sitio.

Tabla 4. 1: Ubicación del sitio.

Radio base	Matices
-------------------	----------------

Provincia	Guayas
Cantón	Daule
Parroquia	Daule
Latitud	02 03 25.45 S
Longitud	79 52 49.8 W

Elaborado por: El autor

4.2.2. Ubicación mediante GPS de la radio base.

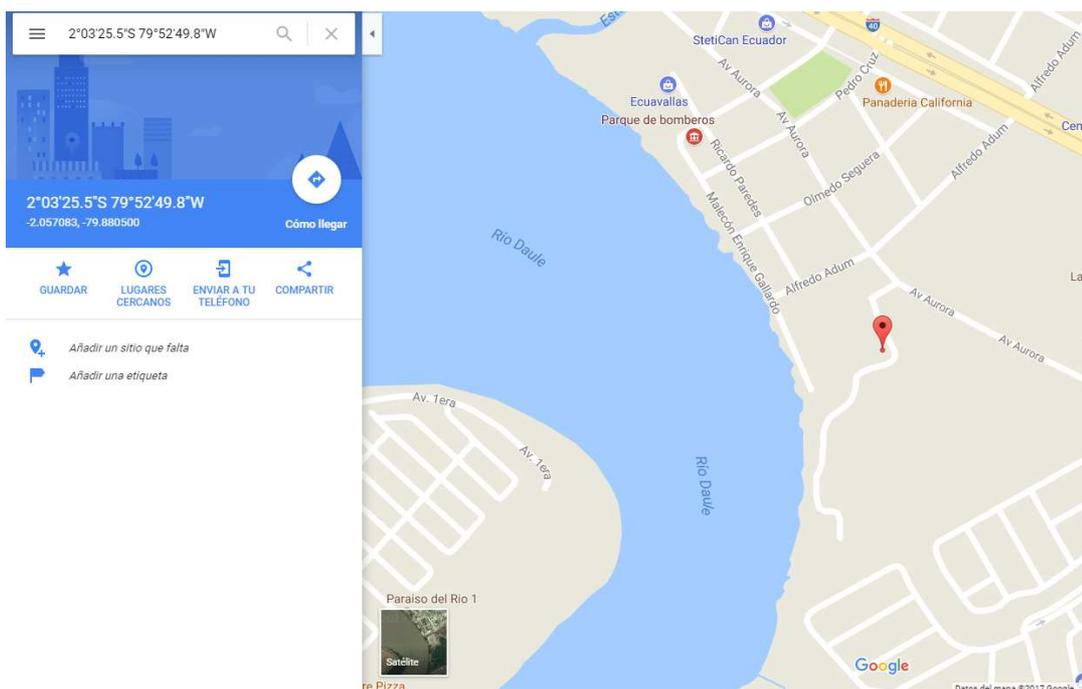


Figura 4. 2: Localización de la radio base Matices.

Fuente: El Autor.

4.2.3. Ubicación de los puntos de medición de las RNI.



Figura 4. 3: Medición de la radio base Matices.
Fuente: El Autor.

4.2.4. Valores máximos de los puntos de medición.

Tabla 4. 2: Datos de medición.

Ubicación del punto de medición	Frecuencias de operación (MHz)		Campo eléctrico E(V/m)	Campo eléctrico Limite E ₁ (V/m)
	Frecuencia mínima	Frecuencia máxima		
Punto 1	0.1	3000.0	1.221653108	61
Punto 2	0.1	3000.0	0.88165615	61
Punto 3	0.1	3000.0	2.218821277	61
Punto 4	0.1	3000.0	2.347165295	61
Punto 5	0.1	3000.0	2.54980186	61
Punto 6	0.1	3000.0	3.153482668	61
Punto 7	0.1	3000.0	3.069843504	61
Punto 8	0.1	3000.0	2.675253102	61
Punto 9	0.1	3000.0	2.911586358	61
Punto 10	0.1	3000.0	2.755958332	61
Punto 11	0.1	3000.0	2.94632779	61
Punto 12				

Elaborado por: El Autor.

Tabla 4. 3: Coordenadas de puntos de medición.

Ubicación de los puntos de medición	Latitud	Longitud	Altura de medición
	(°)(′)(″)	(°)(′)(″)	d(m)
Punto 1	02 03 27.79 S	79 52 51.4 W	1.5
Punto 2	02 03 27.26 S	79 52 51.03 W	1.5
Punto 3	02 03 26.32 S	79 52 50.82 W	1.5
Punto 4	02 03 26.04 S	79 52 49.99 W	1.5
Punto 5	02 03 25.58 S	79 52 49.13 W	1.5
Punto 6	02 03 24.93 S	79 52 49.44 W	1.5
Punto 7	02 03 24.41 S	79 52 49.67 W	1.5
Punto 8	02 03 23.81 S	79 52 49.97 W	1.5
Punto 9	02 03 23.26 S	79 52 50.07 W	1.5
Punto 10	02 03 23.02 S	79 52 50.51 W	1.5
Punto 11	02 03 22.69 S	79 52 49.79 W	1.5
Punto 12			

Elaborado por: El Autor.

4.2.5. Foto del sitio.



Figura 4. 4: Radio base Matices.

Fuente: El Autor.

4.3. Radio base Limonal.

4.3.1. Datos del sitio.

Tabla 4. 4: Ubicación del sitio.

Radio base	Limonal
Provincia	Guayas
Cantón	Daule
Parroquia	Daule
Latitud	01 47 35.0 S
Longitud	80 00 21.6 W

Elaborado por: El Autor.

4.3.2. Ubicación mediante GPS de la radio base.

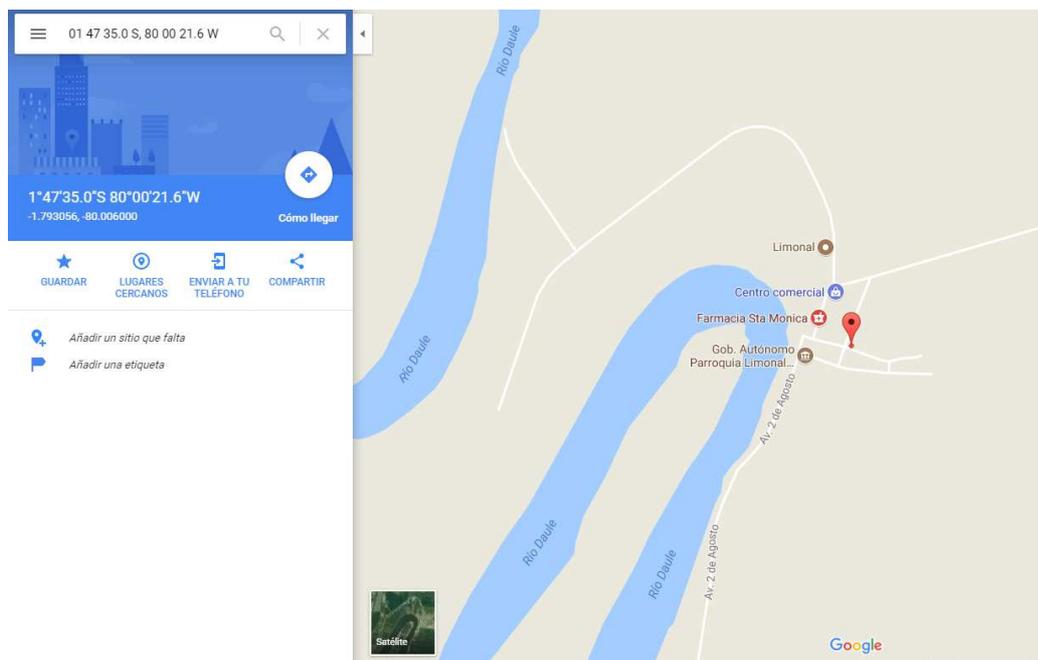


Figura 4. 5: Localización de la Radio base Limonal.
Fuente: El Autor.

4.3.3. Ubicación de los puntos de medición de las RNI.

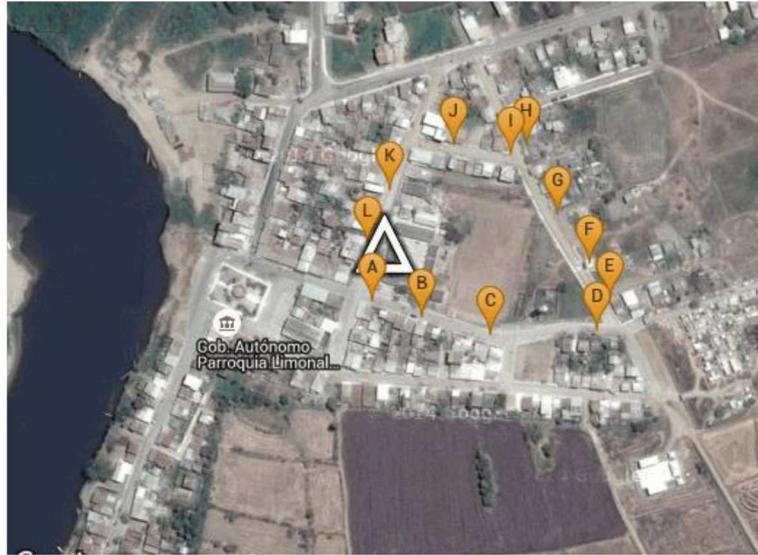


Figura 4. 6: Medición de la radio base Limonal.
Fuente: El Autor.

4.3.4. Valores máximos de los puntos de medición.

Tabla 4. 5: Datos de medición.

Ubicación del punto de medición	Frecuencias de operación (MHz)		Campo eléctrico E(V/m)	Campo eléctrico Limite E ₁ (V/m)
	Frecuencia mínima	Frecuencia máxima		
Punto 1	0.1	3000.0	0.847997804	61
Punto 2	0.1	3000.0	0.863398677	61
Punto 3	0.1	3000.0	0.845786875	61
Punto 4	0.1	3000.0	0.905291418	61
Punto 5	0.1	3000.0	0.865141718	61
Punto 6	0.1	3000.0	0.878032173	61
Punto 7	0.1	3000.0	0.888537939	61
Punto 8	0.1	3000.0	0.818252736	61
Punto 9	0.1	3000.0	0.839906411	61
Punto 10	0.1	3000.0	0.836703841	61
Punto 11	0.1	3000.0	0.841903617	61
Punto 12	0.1	3000.0	0.246511111	61

Elaborado por: El Autor.

Tabla 4. 6: Coordenadas de puntos de medición.

Ubicación de los puntos de medición	Latitud	Longitud	Altura de medición
	(°)(')('')	(°)(')('')	d(m)
Punto 1	01 47 35.29 S	80 00 21.97 W	1.5
Punto 2	01 47 35.74 S	80 00 20.63 W	1.5
Punto 3	01 47 36.19 S	80 00 18.83 W	1.5
Punto 4	01 47 36.07 S	80 00 16.00 W	1.5
Punto 5	01 47 35.25 S	80 00 15.68 W	1.5
Punto 6	01 47 34.31 S	80 00 16.19 W	1.5
Punto 7	01 47 32.98 S	80 00 17.05 W	1.5
Punto 8	01 47 31.15 S	80 00 17.86 W	1.5
Punto 9	01 47 31.39 S	80 00 18.29 W	1.5
Punto 10	01 47 31.12 S	80 00 19.81 W	1.5
Punto 11	01 47 32.33 S	80 00 21.5 W	1.5
Punto 12	01 47 33.8 S	80 00 22.09 W	1.5

Elaborado por: El Autor.

4.3.5. Foto del sitio.



Figura 4. 7: Radio base Limonal.
Fuente: El Autor.

4.4. Radio base Alameda Real.

4.4.1. Datos del sitio.

Tabla 4. 7: Ubicación del sitio.

Radio base	Alameda Real
Provincia	Guayas
Cantón	Daule
Parroquia	Daule
Latitud	02 03 24.23 S
Longitud	79 52 08.4 W

Elaborado por: El Autor.

4.4.2. Ubicación mediante GPS de la radio base.

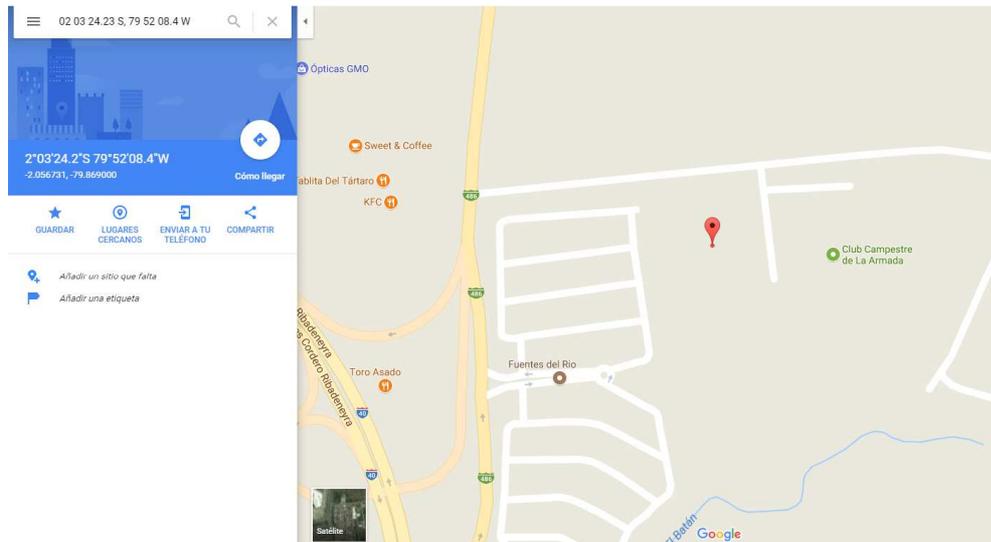


Figura 4. 8: Localización de la radio base Alameda Real.

Fuente: El Autor.

4.4.3. Ubicación de los puntos de medición de las RNI.



Figura 4. 9: Medición de la radio base Alameda Real.
Fuente: El Autor.

4.4.4. Valores máximos de los puntos de medición.

Tabla 4. 8: Datos de medición.

Ubicación del punto de medición	Frecuencias de operación (MHz)		Campo eléctrico E(V/m)	Campo eléctrico Limite E ₁ (V/m)
	Frecuencia mínima	Frecuencia máxima		
Punto 1	0.1	3000.0	1.338375798	61
Punto 2	0.1	3000.0	0.788203994	61
Punto 3	0.1	3000.0	0.847361251	61
Punto 4	0.1	3000.0	0.810537352	61
Punto 5	0.1	3000.0	0.791534118	61
Punto 6	0.1	3000.0	0.802200014	61
Punto 7	0.1	3000.0	1.289165578	61
Punto 8	0.1	3000.0	1.290338181	61
Punto 9	0.1	3000.0	0.796997029	61
Punto 10	0.1	3000.0	0.168178177	61
Punto 11	0.1	3000.0	0.142847756	61
Punto 12	0.1	3000.0	0.182481793	61

Elaborado por: El Autor.

Tabla 4. 9: Coordenadas de puntos de medición.

Ubicación de los puntos de medición	Latitud	Longitud	Altura de medición
	(°)(')('')	(°)(')('')	d(m)
Punto 1	02 03 27.49 S	79 52 08.51 W	1.5
Punto 2	02 03 27.73 S	79 52 07.4 W	1.5
Punto 3	02 03 27.14 S	79 52 06.88 W	1.5
Punto 4	02 03 25.27 S	79 52 07.28 W	1.5
Punto 5	02 03 23.23 S	79 52 07.54 W	1.5
Punto 6	02 03 22.02 S	79 52 07.66 W	1.5
Punto 7	02 03 21.1 S	79 52 08.27 W	1.5
Punto 8	02 03 21.22 S	79 52 09.21 W	1.5
Punto 9	02 03 21.94 S	79 52 09.55 W	1.5
Punto 10	02 03 22.96 S	79 52 09.46 W	1.5
Punto 11	02 03 24.7 S	79 52 09.25 W	1.5
Punto 12	02 03 26.63 S	79 52 09.08 W	1.5

Elaborado por: El Autor

4.4.5. Foto del sitio.



Figura 4. 10: Radio base Alameda Real.
Fuente: El Autor.

4.5. Radio base Daule Norte.

4.5.1. Datos del sitio.

Tabla 4. 10: Ubicación del sitio.

Radio base	Daule Norte
Provincia	Guayas
Cantón	Daule
Parroquia	Daule
Latitud	01 51 27.5 S
Longitud	79 58 38.56 W

Elaborado por: El Autor

4.5.2. Ubicación mediante GPS de la radio base.

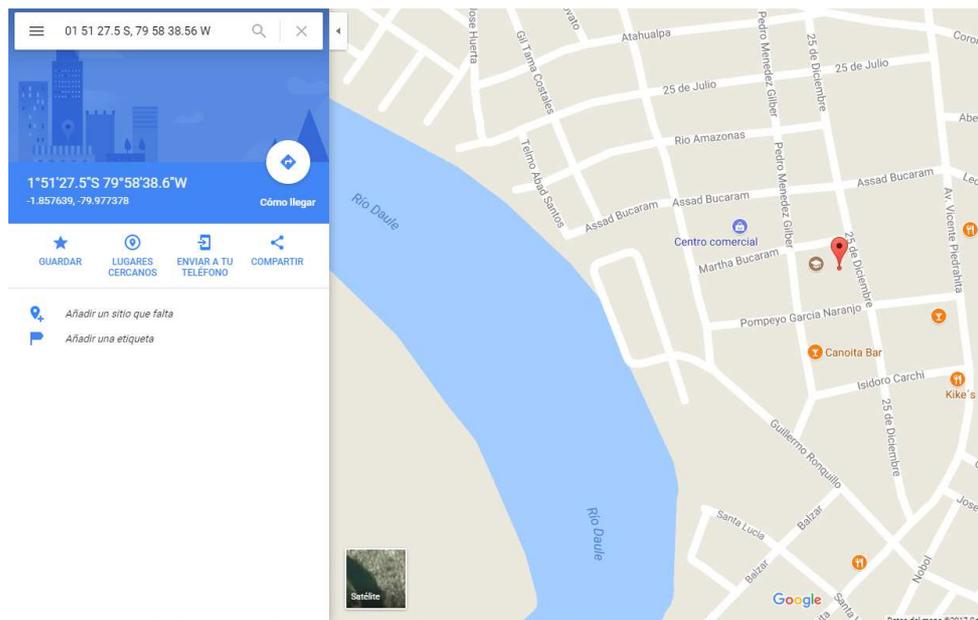


Figura 4. 11: Localización de la Radio base Daule Norte.

Fuente: El Autor.

4.5.3. Ubicación de los puntos de medición de las RNI.

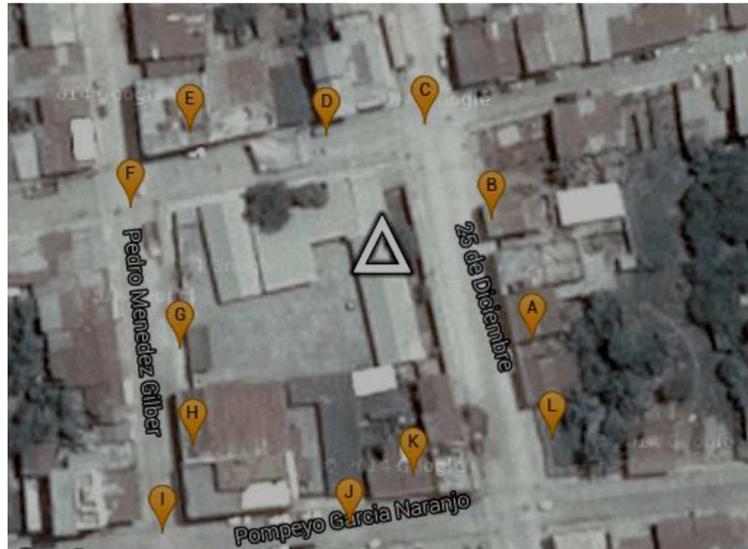


Figura 4. 12: Medición de la Radio base Daule Norte.
Fuente: El Autor.

4.5.4. Valores máximos de los puntos de medición.

Tabla 4. 11: Datos de medición.

Ubicación del punto de medición	Frecuencias de operación (MHz)		Campo eléctrico E(V/m)	Campo eléctrico Limite E ₁ (V/m)
	Frecuencia mínima	Frecuencia máxima		
Punto 1	0.1	3000.0	0.925237062	61
Punto 2	0.1	3000.0	0.919316732	61
Punto 3	0.1	3000.0	0.820122853	61
Punto 4	0.1	3000.0	0.934660124	61
Punto 5	0.1	3000.0	0.870170497	61
Punto 6	0.1	3000.0	0.872088233	61
Punto 7	0.1	3000.0	0.844927758	61
Punto 8	0.1	3000.0	0.834791623	61
Punto 9	0.1	3000.0	0.895870732	61
Punto 10	0.1	3000.0	0.864464917	61
Punto 11	0.1	3000.0	0.874326831	61
Punto 12	0.1	3000.0	0.920226102	61

Elaborado por: El Autor.

Tabla 4. 12: Coordenadas de los puntos de medición.

Ubicación de los puntos de medición	Latitud	Longitud	Altura de medición
	(°)(')('')	(°)(')('')	d(m)
Punto 1	01 51 27.84 S	79 58 37.57 W	1.5
Punto 2	01 51 27.02 S	79 58 37.84 W	1.5
Punto 3	01 51 26.39 S	79 58 38.28 W	1.5
Punto 4	01 51 26.46 S	79 58 38.94 W	1.5
Punto 5	01 51 26.44 S	79 58 39.85 W	1.5
Punto 6	01 51 26.95 S	79 58 40.24 W	1.5
Punto 7	01 51 27.89 S	79 58 39.92 W	1.5
Punto 8	01 51 28.55 S	79 58 39.83 W	1.5
Punto 9	01 51 29.13 S	79 58 40.03 W	1.5
Punto 10	01 51 29.03 S	79 58 38.79 W	1.5
Punto 11	01 51 28.74 S	79 58 38.36 W	1.5
Punto 12	01 51 28.5 S	79 58 37.43 W	1.5

Elaborado por: El Autor.

4.5.5. Foto del sitio.



Figura 4. 13: Radio base Daule Norte.
Fuente: El Autor.

4.6. Radio base La Joya Gye.

4.6.1. Datos del sitio.

Tabla 4. 13: Ubicación del sitio.

Radio base	La Joya Gye
Provincia	Guayas
Cantón	Daule
Parroquia	Daule
Latitud	02 02 40.56 S
Longitud	79 54 55.8 W

Elaborado por: El Autor.

4.6.2. Ubicación mediante GPS de la radio base.

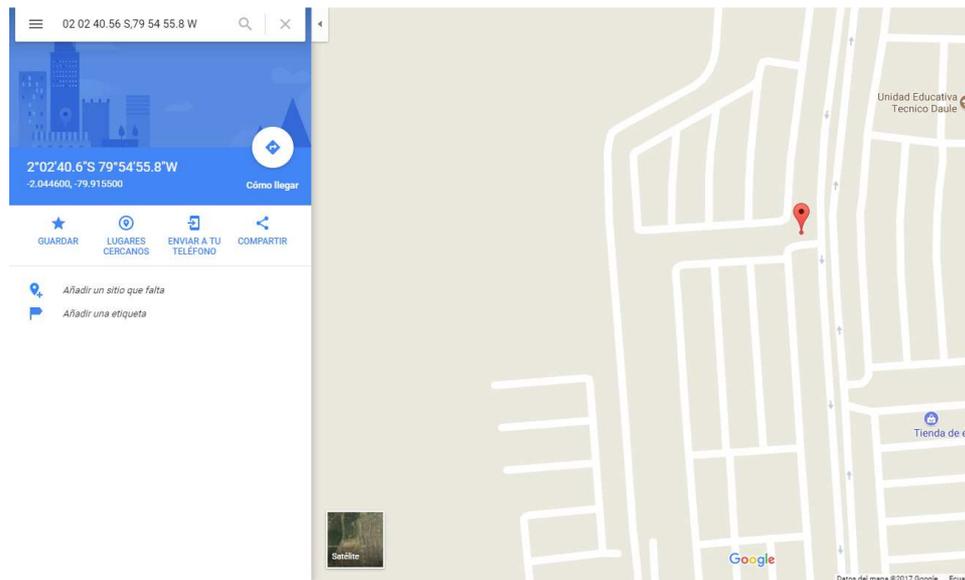


Figura 4. 14: Localización de la radio base La Joya Gye.

Fuente: El Autor.

4.6.3. Ubicación de los puntos de medición de las RNI.



Figura 4. 15: Medición de la Radio base La Joya Gye.
Fuente: El Autor.

4.6.4. Valores máximos de los puntos de medición.

Tabla 4. 14: Datos de medición.

Ubicación del punto de medición	Frecuencias de operación (MHz)		Campo eléctrico E(V/m)	Campo eléctrico Limite E_1 (V/m)
	Frecuencia mínima	Frecuencia máxima		
Punto 1	0.1	3000.0	0.718210305	61
Punto 2	0.1	3000.0	1.471612491	61
Punto 3	0.1	3000.0	1.348834945	61
Punto 4	0.1	3000.0	0.727712652	61
Punto 5	0.1	3000.0	0.724215479	61
Punto 6	0.1	3000.0	0.713145478	61
Punto 7	0.1	3000.0	0.848734016	61
Punto 8	0.1	3000.0	0.775216642	61
Punto 9	0.1	3000.0	0.816887255	61
Punto 10	0.1	3000.0	0.847446209	61
Punto 11	0.1	3000.0	0.777142732	61
Punto 12	0.1	3000.0	0.841661105	61

Elaborado por: El Autor.

Tabla 4. 15: Coordenadas de las mediciones.

Ubicación de los puntos de medición	Latitud	Longitud	Altura de medición
	(°)(')('')	(°)(')('')	d(m)
Punto 1	02 02 40.1 S	79 54 56.84 W	1.5
Punto 2	02 02 40.01 S	79 54 56.12 W	1.5
Punto 3	02 02 39.65 S	79 54 56.02 W	1.5
Punto 4	02 02 38.81 S	79 54 56.22 W	1.5
Punto 5	02 02 37.58 S	79 54 55.99 W	1.5
Punto 6	02 02 36.21 S	79 54 54.97 W	1.5
Punto 7	02 02 37.12 S	79 54 55.08 W	1.5
Punto 8	02 02 38.68 S	79 54 55.18 W	1.5
Punto 9	02 02 40.21 S	79 54 55.24 W	1.5
Punto 10	02 02 41.31 S	79 54 55.19 W	1.5
Punto 11	02 02 42.41 S	79 54 55.14 W	1.5
Punto 12	02 02 43.66 S	79 54 55.12 W	1.5

Elaborado por: El Autor.

4.6.5. Foto del sitio.



Figura 4. 16: Radio base La Joya Gye.

Fuente: El Autor.

4.7. Radio base La Joya 2 Gy.

4.7.1. Datos del sitio.

Tabla 4. 16: Ubicación del sitio.

Radio base	La Joya 2 Gy
Provincia	Guayas
Cantón	Daule
Parroquia	Daule
Latitud	02 01 45.69 S
Longitud	79 54 48.96 W

Elaborado por: El Autor

4.7.2. Ubicación mediante GPS de la radio base.

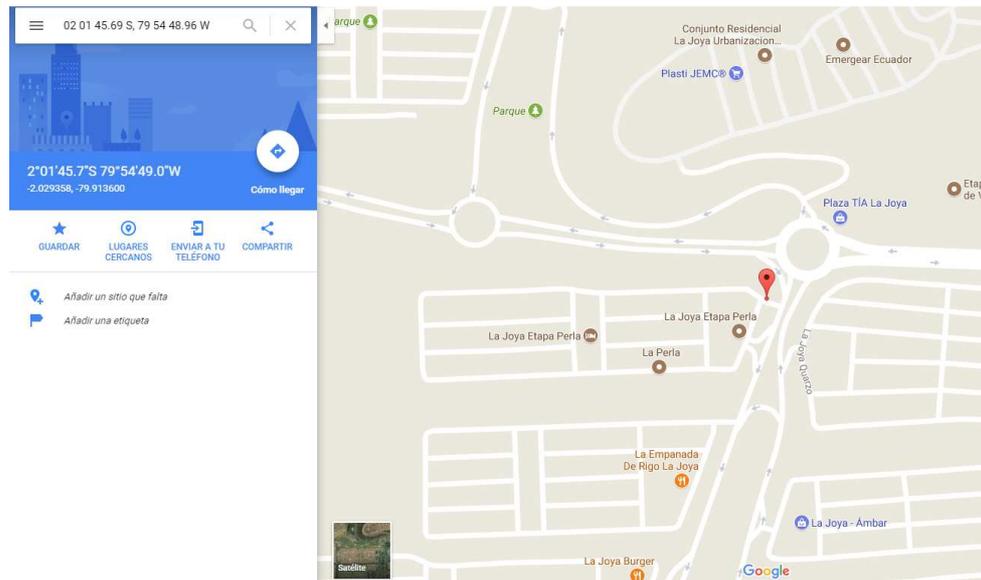


Figura 4. 17: Localización radio base La Joya 2 Gy.

Fuente: El Autor.

4.7.3. Puntos de medición RNI.



Figura 4. 18: Medición radio base La Joya 2 Gy.
Fuente: El Autor.

4.7.4. Valores máximos de los puntos de medición.

Tabla 4. 17: Datos de medición.

Ubicación del punto de medición	Frecuencias de operación (MHz)		Campo eléctrico E(V/m)	Campo eléctrico Limite E ₁ (V/m)
	Frecuencia mínima	Frecuencia máxima		
Punto 1	0.1	3000.0	1.307827479	61
Punto 2	0.1	3000.0	1.148462932	61
Punto 3	0.1	3000.0	1.162981359	61
Punto 4	0.1	3000.0	1.263661402	61
Punto 5	0.1	3000.0	1.179822316	61
Punto 6	0.1	3000.0	1.123077719	61
Punto 7	0.1	3000.0	2.329913345	61
Punto 8	0.1	3000.0	2.223437399	61
Punto 9	0.1	3000.0	1.514540093	61
Punto 10	0.1	3000.0	1.422054593	61
Punto 11	0.1	3000.0	1.075350858	61
Punto 12	0.1	3000.0	1.208442643	61

Elaborado por: El Autor.

Tabla 4. 18: Coordenadas de las mediciones.

Ubicación de los puntos de medición	Latitud	Longitud	Altura de medición
	(°)(')('')	(°)(')('')	d(m)
Punto 1	02 01 43.28 S	79 54 50.46 W	1.5
Punto 2	02 01 43.35 S	79 54 49.6 W	1.5
Punto 3	02 01 43.87 S	79 54 48.66 W	1.5
Punto 4	02 01 44.6 S	79 54 48.27 W	1.5
Punto 5	02 01 45.67 S	79 54 48.21 W	1.5
Punto 6	02 01 45.96 S	79 54 48.63 W	1.5
Punto 7	02 01 46.73 S	79 54 48.58 W	1.5
Punto 8	02 01 47.26 S	79 54 48.99 W	1.5
Punto 9	02 01 47.17 S	79 54 49.66 W	1.5
Punto 10	02 01 46.01 S	79 54 49.21 W	1.5
Punto 11	02 01 45.08 S	79 54 49.66 W	1.5
Punto 12	02 01 44.95 S	79 54 50.41 W	1.5

Elaborado por: El Autor.

4.7.5. Foto del sitio.



Figura 4. 19: Radio base La Joya 2 Gy.

Fuente: El Autor

4.8. Radio base La Aurora CNT.

4.8.1. Datos del sitio

Tabla 4. 19: Ubicación del sitio.

Radio base	La Aurora CNT
Provincia	Guayas
Cantón	Daule
Parroquia	La Aurora
Latitud	02 03 07.16 S
Longitud	79 52 48.18 W

Elaborado por: El Autor

4.8.2. Ubicación mediante GPS de la radio base.

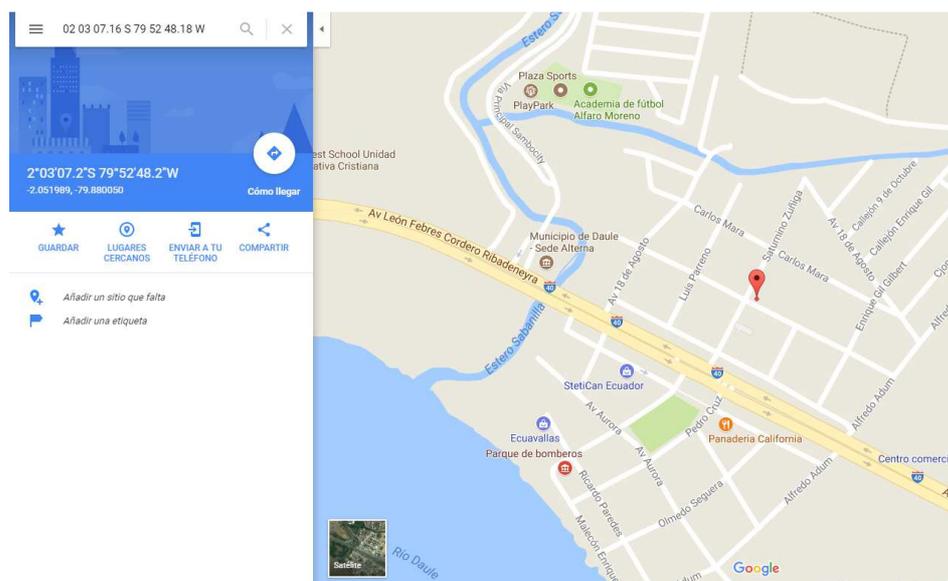


Figura 4. 20: Localización radio base La Aurora CNT.
Fuente: El Autor.

4.8.3. Puntos de medición RNI.

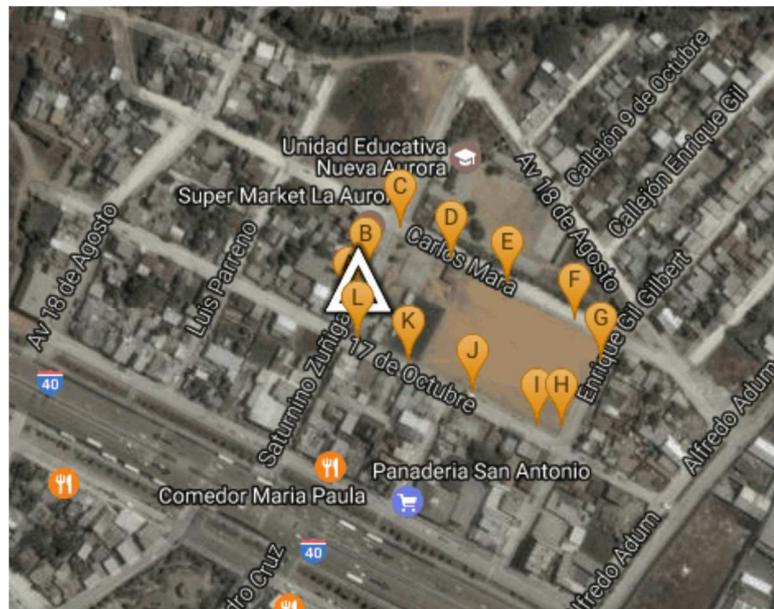


Figura 4. 21: Medición radio base La Aurora CNT.

Fuente: El Autor.

4.8.4. Valores máximos de los puntos de medición.

Tabla 4. 20: Datos de medición.

Ubicación del punto de medición	Frecuencias de operación (MHz)		Campo eléctrico E(V/m)	Campo eléctrico Limite E ₁ (V/m)
	Frecuencia mínima	Frecuencia máxima		
Punto 1	733.0	2130.0	0.0694	61
Punto 2	733.0	2130.0	0.0638	61
Punto 3	733.0	2130.0	0.0634	61
Punto 4	733.0	2130.0	0.0587	61
Punto 5	733.0	2130.0	0.0621	61
Punto 6	733.0	2130.0	0.0721	61
Punto 7	733.0	2130.0	0.0616	61
Punto 8	733.0	2130.0	0.0605	61
Punto 9	733.0	2130.0	0.0588	61
Punto 10	733.0	2130.0	0.0687	61
Punto 11	733.0	2130.0	0.0661	61
Punto 12	733.0	2130.0	0.0649	61

Elaborado por: El Autor.

Tabla 4. 21: Coordenadas de las mediciones.

Ubicación de los puntos de medición	Latitud	Longitud	Altura de medición
	(°)(')('')	(°)(')('')	d(m)
Punto 1	02 03 06.5 S	79 52 48.4 W	1.5
Punto 2	02 03 05.8 S	79 52 48.0 W	1.5
Punto 3	02 03 04.7 S	79 52 47.2 W	1.5
Punto 4	02 03 05.4 S	79 52 46.0 W	1.5
Punto 5	02 03 06.0 S	79 52 44.7 W	1.5
Punto 6	02 03 06.9 S	79 52 43.1 W	1.5
Punto 7	02 03 07.8 S	79 52 42.5 W	1.5
Punto 8	02 03 09.4 S	79 52 43.4 W	1.5
Punto 9	02 03 09.4 S	79 52 44.0 W	1.5
Punto 10	02 03 08.6 S	79 52 45.5 W	1.5
Punto 11	02 03 07.9 S	79 52 47.0 W	1.5
Punto 12	02 03 07.3 S	79 52 48.2 W	1.5

Elaborado por: El Autor.

4.8.5. Foto del sitio.



Figura 4. 22: Radio base La Aurora CNT.

Fuente: El Autor.

4.9. Radio Base Villa_Club.

4.9.1. Datos del sitio.

Tabla 4. 22: Ubicación del sitio.

Radio base	Villa_Club
Provincia	Guayas
Cantón	Daule
Parroquia	La Aurora
Latitud	02 02 29.98 S
Longitud	79 53 30.01 W

Elaborado por: El Autor

4.9.2. Ubicación mediante GPS de la radio base.

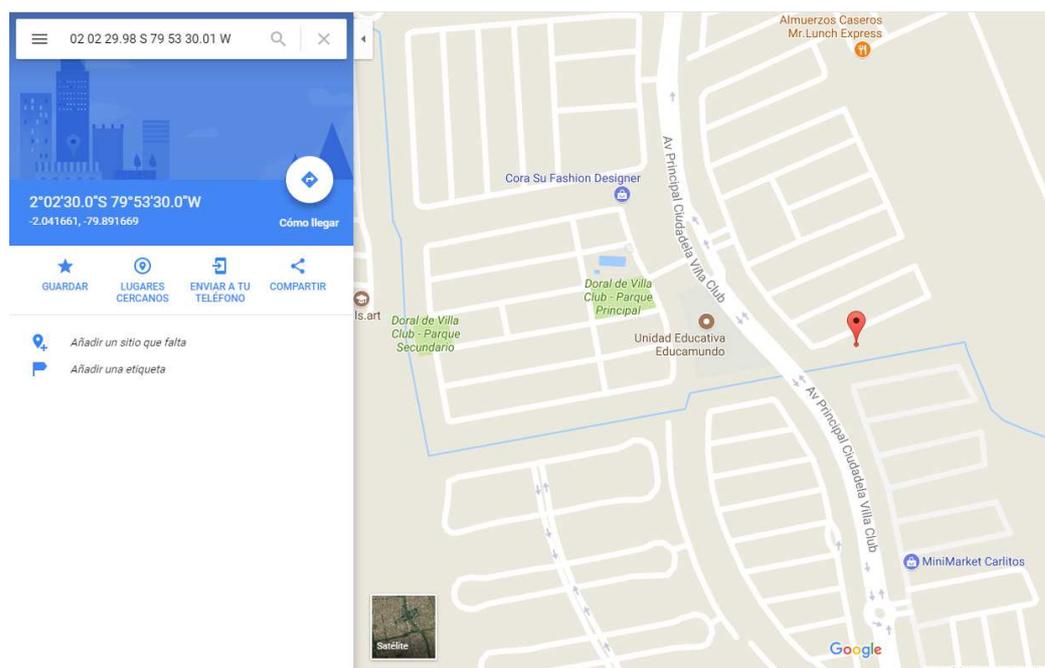


Figura 4. 23: Localización radio base Villa_Club.

Fuente: El Autor.

4.9.3. Ubicación de los puntos de medición de las RNI.



Figura 4. 24: Medición radio base Villa_club.

Fuente: El Autor.

4.9.4. Valores máximos de los puntos de medición.

Tabla 4. 23: Datos de medición.

Ubicación del punto de medición	Frecuencias de operación (MHz)		Campo eléctrico E(V/m)	Campo eléctrico Limite E ₁ (V/m)
	Frecuencia mínima	Frecuencia máxima		
Punto 1	733.0	2130.0	0.03023	61
Punto 2	733.0	2130.0	0.01081	61
Punto 3	733.0	2130.0	0.0703	61
Punto 4	733.0	2130.0	0.0466	61
Punto 5	733.0	2130.0	0.05693	61
Punto 6	733.0	2130.0	0.0376	61
Punto 7	733.0	2130.0	0.03167	61
Punto 8	733.0	2130.0	0.03292	61
Punto 9	733.0	2130.0	0.06248	61
Punto 10	733.0	2130.0	0.0178	61
Punto 11	733.0	2130.0	0.01714	61
Punto 12	733.0	2130.0	0.03763	61

Elaborado por: El Autor.

Tabla 4. 24: Coordenadas de las mediciones.

Ubicación de los puntos de medición	Latitud	Longitud	Altura de medición
	(°)(')('')	(°)(')('')	d(m)
Punto 1	02 02 39.4 S	79 53 25.4 W	1.5
Punto 2	02 02 29.5 S	79 53 26.0 W	1.5
Punto 3	02 02 29.7 S	79 53 26.9 W	1.5
Punto 4	02 02 29.7 S	79 53 27.4 W	1.5
Punto 5	02 02 29.8 S	79 53 28.3 W	1.5
Punto 6	02 02 30.0 S	79 53 29.3 W	1.5
Punto 7	02 02 30.1 S	79 53 30.2 W	1.5
Punto 8	02 02 30.3 S	79 53 30.8 W	1.5
Punto 9	02 02 30.4 S	79 53 31.6 W	1.5
Punto 10	02 02 30.8 S	79 53 32.5 W	1.5
Punto 11	02 02 30.4 S	79 53 33.2 W	1.5
Punto 12	02 02 29.7 S	79 53 33.9 W	1.5

Elaborado por: El Autor.

4.9.5. Foto del sitio.



Figura 4. 25: Radio base Villa_Club.

Fuente: El Autor.

4.10. Radio base Villa_Club_Norte.

4.10.1. Datos del sitio.

Tabla 4. 25: Ubicación del sitio.

Radio base	Villa_Club_Norte
Provincia	Guayas
Cantón	Daule
Parroquia	La Aurora
Latitud	02 01 51.82 S
Longitud	79 54 08.28 W

Elaborado por: El Autor

4.10.2. Ubicación mediante GPS de la radio base.

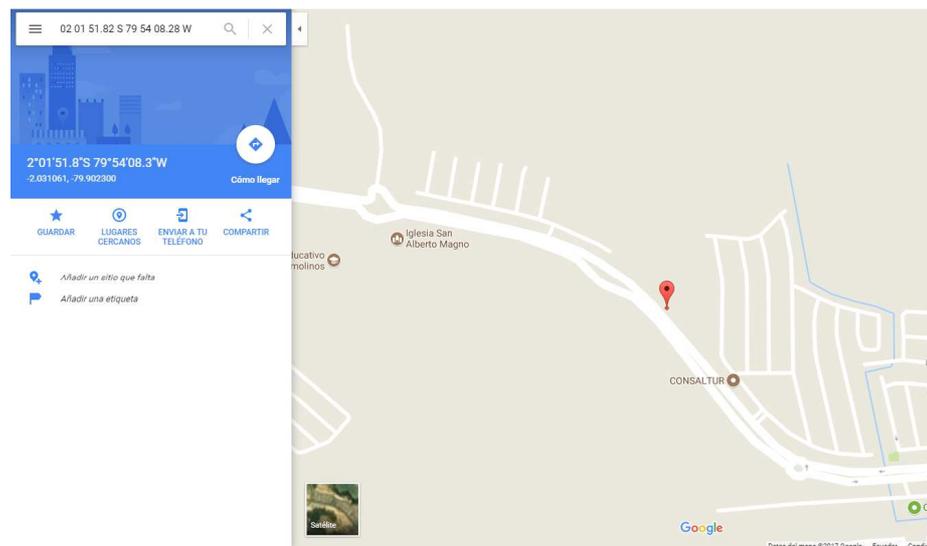


Figura 4. 26: Localización radio base Villa_Club_Norte.

Fuente: El Autor.

4.10.3. Puntos de medición RNI.

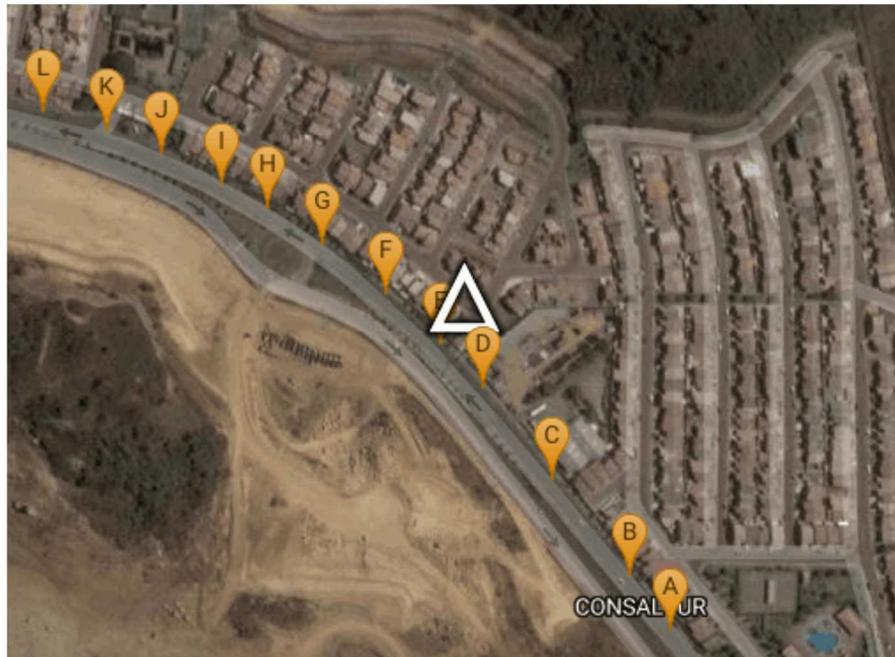


Figura 4. 27: Medición radio base Villa_Club_Norte.
Fuente: El Autor.

4.10.4. Valores máximos de los puntos de medición.

Tabla 4. 26: Datos de medición.

Ubicación del punto de medición	Frecuencias de operación (MHz)		Campo eléctrico E(V/m)	Campo eléctrico Limite E ₁ (V/m)
	Frecuencia mínima	Frecuencia máxima		
Punto 1	733.0	2130.0	0.1585	61
Punto 2	733.0	2130.0	0.03164	61
Punto 3	733.0	2130.0	0.0783	61
Punto 4	733.0	2130.0	0.05861	61
Punto 5	733.0	2130.0	0.06736	61
Punto 6	733.0	2130.0	0.04118	61
Punto 7	733.0	2130.0	0.05277	61
Punto 8	733.0	2130.0	0.05422	61
Punto 9	733.0	2130.0	0.07574	61
Punto 10	733.0	2130.0	0.0836	61
Punto 11	733.0	2130.0	0.07916	61
Punto 12	733.0	2130.0	0.08067	61

Elaborado por: El Autor.

Tabla 4. 27: Coordenadas de las mediciones.

Ubicación de los puntos de medición	Latitud	Longitud	Altura de medición
	(°)(')('')	(°)(')('')	d(m)
Punto 1	02 01 57.9 S	79 54 03.8 W	1.5
Punto 2	02 01 56.7 S	79 54 04.7 W	1.5
Punto 3	02 01 54.6 S	79 54 06.4 W	1.5
Punto 4	02 01 52.6 S	79 54 07.9 W	1.5
Punto 5	02 01 51.6 S	79 54 08.8 W	1.5
Punto 6	02 01 50.5 S	79 54 10.0 W	1.5
Punto 7	02 01 49.4 S	79 54 11.4 W	1.5
Punto 8	02 01 48.6 S	79 54 12.6 W	1.5
Punto 9	02 01 48.1 S	79 54 13.6 W	1.5
Punto 10	02 01 47.4 S	79 54 14.9 W	1.5
Punto 11	02 01 46.9 S	79 54 16.1 W	1.5
Punto 12	02 01 46.5 S	79 54 17.5 W	1.5

Elaborado por: El Autor.

4.10.5. Foto del sitio.



Figura 4. 28: Radio base Villa_Club_Norte.
Fuente: El Autor.

4.11. Radio base Capeira

4.11.1. Datos del sitio.

Tabla 4. 28: Ubicación del sitio.

Radio base	Capeira
Provincia	Guayas
Cantón	Guayaquil
Parroquia	Guayaquil
Latitud	02 00 02.59 S
Longitud	79 54 40.19 W

Elaborado por: El Autor

4.11.2. Ubicación mediante GPS de la radio base.

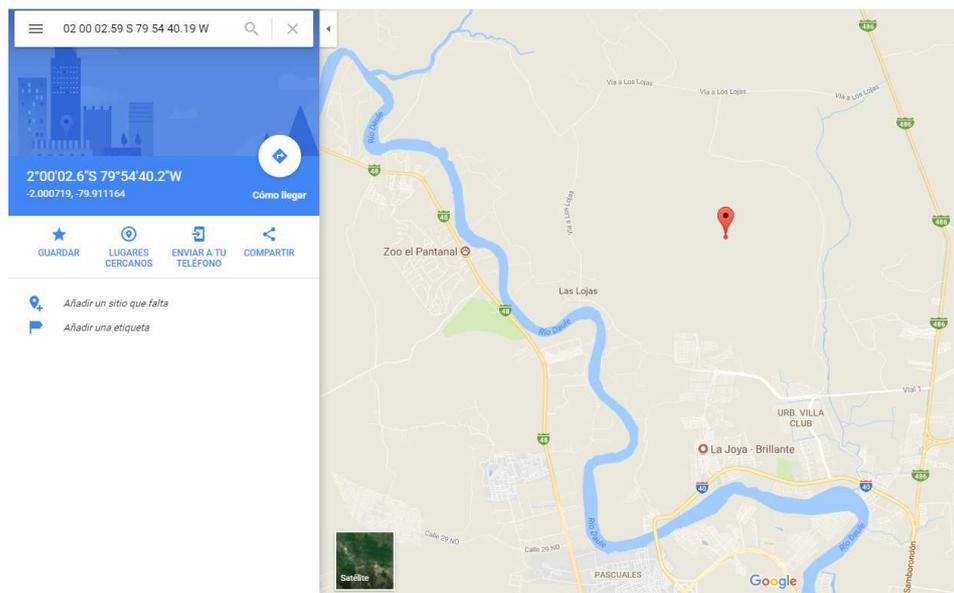


Figura 4. 29: Localización radio base Capeira.

Fuente: El Autor.

4.11.3. Ubicación de los puntos de medición de las RNI.



Figura 4. 30: Medición radio base Capeira.
Fuente: El Autor.

4.11.4. Valores máximos de los puntos de medición.

Tabla 4. 29: Datos de medición.

Ubicación del punto de medición	Frecuencias de operación (MHz)		Campo eléctrico E(V/m)	Campo eléctrico Limite E ₁ (V/m)
	Frecuencia mínima	Frecuencia máxima		
Punto 1	733.0	2130.0	0.01886	61
Punto 2	733.0	2130.0	0.02454	61
Punto 3	733.0	2130.0	0.03857	61
Punto 4	733.0	2130.0	0.06024	61
Punto 5	733.0	2130.0	0.06628	61
Punto 6	733.0	2130.0	0.05422	61
Punto 7	733.0	2130.0	0.04475	61
Punto 8	733.0	2130.0	0.07987	61
Punto 9	733.0	2130.0	0.0644	61
Punto 10	733.0	2130.0	0.0652	61
Punto 11	733.0	2130.0	0.02363	61
Punto 12	733.0	2130.0	0.01016	61

Elaborado por: El Autor.

Tabla 4. 30: Coordenadas de las mediciones.

Ubicación de los puntos de medición	Latitud	Longitud	Altura de medición
	(°)(')('')	(°)(')('')	d(m)
Punto 1	02 00 05.9 S	79 58 42.8 W	1.5
Punto 2	02 00 05.2 S	79 58 42.3 W	1.5
Punto 3	02 00 04.4 S	79 58 41.8 W	1.5
Punto 4	02 00 03.5 S	79 58 41.1 W	1.5
Punto 5	02 00 03.3 S	79 58 40.3 W	1.5
Punto 6	02 00 02.4 S	79 58 40.6 W	1.5
Punto 7	02 00 01.1 S	79 58 41.1 W	1.5
Punto 8	02 00 01.0 S	79 58 41.4 W	1.5
Punto 9	02 00 00.4 S	79 58 41.9 W	1.5
Punto 10	02 00 59.9 S	79 58 42.5 W	1.5
Punto 11	02 00 59.5 S	79 58 43.0 W	1.5
Punto 12	02 00 59.3 S	79 58 44.0 W	1.5

Elaborado por: El Autor.

4.11.5. Foto del sitio.



Figura 4. 31: Radio base Capeira.

Fuente: El Autor.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones.

- Con las mediciones realizadas en las radio bases de la ciudad de Daule hemos podido constatar que las radiaciones que emiten las antenas de telefonía celular están muy por debajo de los límites permitidos aplicando la norma de ICNIRP de la exposición poblacional y la recomendación UIT-T K.52.
- Las personas que habitan cerca de una radio base, tienen una mayor preocupación de que este tipo radiación les pueda causar enfermedades graves, esto se debe al desconocimiento que existe de las normas y recomendaciones que controlan este tipo de radiación.
- A pesar de que existe un incremento en el número de radio bases de telefonía celular por la demanda de los usuarios, los valores de niveles de radiación obtenidos, no influyen en daños a la salud porque estos valores son realmente bajos en relación al límite permitido.

5.2. Recomendaciones.

- Dar a conocer a la ciudadanía en general sobre los límites de exposición permitidos y así evitar malos entendidos sobre las radiaciones no ionizantes.

- Utilizar el equipo apropiado para realizar las mediciones de las radiaciones no ionizantes, asegurándose que el equipo este calibrado y poder obtener valores precisos.

- Realizar las mediciones de las radiaciones no ionizantes a las ciudades faltantes en el Ecuador para dar mayor seguridad a los habitantes.

Bibliografía

Andrade , D., & Contreras, C. (2014). *Universidad Politecnica Salesiana*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7092/1/UPS-CT003850.pdf>

Área Tecnológica. (s/f). *Área Tecnológica*. Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/telefoniamovil.htm>

AulaClic. (julio de 2016). *Aula Clic*. Obtenido de http://www.aulaclit.es/fotografia-photoshop/t_4_7.htm

Campos, H. (25 de Febrero de 2016). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/rdqfhrnhamkb/celulas-o-celdas-celulares/>

Carrasco Rodriguez, J. L. (abril de 2003). *Radiaciones y Patologia*. Obtenido de <http://www.marcoshurvitz.com.ar/Archivos/Docen/ISFT%20190/Radiaciones%20y%20patologia.pdf>

Castillo Neyra , D. G. (16 de Octubre de 2013). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/DarwinGrabiellCastill/qu-es-un-pozo-a-tierra-y-como-hacerlo>

Chan, M. (2015). *Organizacion Mundial de la salud*. Obtenido de http://www.unaids.org/sites/default/files/media_asset/WHO_es_1.pdf

Electric and Magnetic Field Measurement. (s/f). *Electric and Magnetic Field Measurement*. Obtenido de http://www.narda-sts.us/pdf_files/DataSheets/NBM550_DataSheet.pdf

Fernández Salmerón, V. (2010). *Universidad Politecnica de Valencia*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8972/memoria.pdf>

ICNIRP. (2016). *ICNIRP*. Obtenido de <http://www.icnirp.org/>

Marroquin Santoña, A. (2 de Diciembre de 2013). *HOY*. Obtenido de <http://blogs.hoy.es/ciencia-facil/2013/12/>

Miranda Castellanos, C. I. (Abril de 2010). *Escuela politecnica nacional*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1992/1/CD-2836.pdf>

Narda SafetyTest Solutions. (s/f). *Narda SafetyTest Solutions*. Obtenido de <https://www.narda-sts.com/en/wideband-emf/nbm-550/>

Orange. (16 de agosto de 2016). *Orange*. Obtenido de <http://www.ondes-radio.orange.com/es/redes-y-estaciones-base/como-funciona-una-red-movil>

Organizacion Mundial de la Salud. (s/f). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index4.html>

Proasetel. (2006). *Proasetel*. Obtenido de http://www.proasetel.com/paginas/productos/wialan/reglamento_nri.htm

Ronca, D. (s/f). *howstuffworks*. Obtenido de <http://science.howstuffworks.com/radiation2.htm>

Rouse, M. (Marzo de 2014). *TechTarget*. Obtenido de <http://whatis.techtarget.com/definition/base-station>

Schmidt, K. (14 de Julio de 2013). *Steel In The Air*. Obtenido de http://www.steelintheair.com/es/torres-celulares-telefonicas.html#.WXg_UoQ1-M8

Sevilla, J. (5 de marzo de 2015). *Instrumentacion Biodemica II (2015)*. Obtenido de http://ibioii15.blogspot.com/2015_03_01_archive.html

Subdireccion General de Inspeccion de Telecomunica. (s/f). *Subdireccion General de Inspeccion de Telecomunicaciones*. Obtenido de

http://www.minetad.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/CTER/Documents/Procedimiento_%20medida_radiaciones_no_ionizantes.pdf

Zambrano, D. (14 de Septiembre de 2016). *Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil*. Obtenido de

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6402/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-145.pdf>

Zapata, A. (10 de Julio de 2011). *El Blog de las Comunicaciones Móviles*. Obtenido de <http://blogcomunicacionesmoviles.blogspot.com/2011/07/estacion-base-celular-ebc.html>



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Guncay Roldán, Evelyn Virginia** con C.C: # 0950208611 autor del Trabajo de Titulación: **Análisis de la radiación no ionizante (RNI) transmitidas por radio bases de telefonía celular de la ciudad de Daule** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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

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

Guayaquil, 18 de Septiembre del 2017

f. _____

Nombre: Guncay Roldán, Evelyn Virginia

C.C: 0950208611

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis de la radiación no ionizante (RNI) transmitidas por radio bases de telefonía celular de la ciudad de Daule.		
AUTOR(ES)	GUNCAY ROLDÁN, EVELYN VIRGINIA		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	ZAMORA CEDEÑO, NÉSTOR ARMANDO		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Telecomunicaciones		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	18 de Septiembre del 2017	No. DE PÁGINAS:	73
ÁREAS TEMÁTICAS:	Telecomunicaciones		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	RADIACION NO IONIZANTE, LIMITES DE EXPOSICION, NIVELES DE RADIACION, RADIO BASES, TELEFONIA CELULAR, NORMAS INTERNACIONALES.		

RESUMEN/ABSTRACT

Se han realizado varios estudios sobre las radiaciones no ionizantes en lugares específicos de la ciudad de Cuenca, Guayaquil, Quito, dándonos información de ciertas radio bases sobre sus límites de exposición o efectos sobre la salud en los puntos escogidos, como nos da a conocer los siguientes autores: Cesar Miranda, Daniel Andrade y Carlos Contreras, Danny Zambrano, Víctor Fernández, entre otros.

Este trabajo de investigación se realizará en toda la ciudad de Daule lo cual nos dará a conocer información indispensable para los seres humanos.

Se analiza la radiaciones no ionizantes transmitidas por las radio bases de telefonía celular, se presentan tablas de los límites de exposición dadas por las normas y recomendaciones internacionales, se harán respectivas mediciones de todas las radio bases de la operadora CNT de la ciudad de Daule, y de esta manera la ciudadanía conozca el nivel de radiación que tienen las antenas y así evitar preocupaciones futuras sobre su salud.

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593968301235	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Córdova Rivadeneira Luis Silvio	
	Teléfono: +593-9-92305262	
	E-mail: Luis.cordova@cu.ucsg.edu.ec	

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	