

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE
SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título:

**Ingeniero en Telecomunicaciones
con Mención en Gestión Empresarial**

TEMA:

***“ESTUDIO DEL IMPACTO GENERADO POR LAS RADIACIONES
ELECTROMAGNÉTICAS DEBIDO A LA OPERACIÓN DE LA
RADIOBASE DAULE 2 UBICADO EN EL CANTÓN DAULE DE LA
PROVINCIA DEL GUAYAS”***

REALIZADO POR:

Robinson Romero Rodríguez

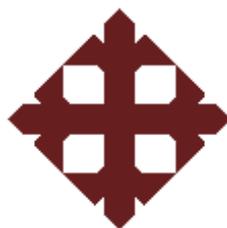
Andrea Intriago Muñoz

DIRECTOR:

Ing. Pedro Tutiven López

Guayaquil – Ecuador

2010 – 2011



TESIS DE GRADO

TEMA:

***ESTUDIO DEL IMPACTO GENERADO POR LAS RADIACIONES
ELECTROMAGNÉTICAS DEBIDO A LA OPERACIÓN DE LA
RADIOBASE DAULE 2 UBICADO EN EL CANTÓN DAULE DE LA
PROVINCIA DEL GUAYAS.***

**Presentada a la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo,
Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad
Católica de Santiago de Guayaquil**

REALIZADO POR:

Robinson Romero Rodríguez

Andrea Intriago Muñoz

Para dar cumplimiento con uno de los requisitos para optar por el título de:
Ingeniero en Telecomunicaciones con Mención en Gestión Empresarial

Ing. Pedro Tutiven Lopez
Director de Tesis

Ing.....

Ing.....

Vocal

Vocal

**Ing. Héctor Cedeño
Decano de la Facultad**

**Ing. Pedro Tutivén
Director de Carrera**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el proyecto de grado titulado “*Estudio Del Impacto Generado Por Las Radiaciones Electromagnéticas Debido A La Operación De La Radiobase Daule 2 Ubicado En El Cantón Daule De La Provincia Del Guayas*” desarrollado por Robinson Romero Rodríguez y Andrea Intriago Muñoz, fue realizado, corregido y terminado, razón por la cual está apto para su presentación y sustentación.

Ing. Pedro Tutiven Lopez
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño:

A mi Dios que diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa. Con mucho cariño a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papa y mama por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco de todo corazón el que estén a mi lado.

A mis hermanos Arturo y Rolando gracias por estar conmigo y apoyarme siempre. Los quiero muuuucho. A mi sobrinita que la adoro muchísimo espero tenerla siempre a mi lado.

También agradezco a los profesores por compartir sus enseñanzas y conocimientos que me han sido de gran ayuda para formar mi carrera.

Andrea Intriago Muñoz

DEDICATORIA

Al culminar este logro de mucha importancia para mi vida profesional quisiera dedicarlo a quienes han formado parte fundamental en el mismo.

Se lo dedico principalmente a Dios por inspirarme fe y optimismo en los momentos más difíciles de este proceso y acompañarme día a día escuchando mis anhelos y aspiraciones Gracias dios mío por todo lo que me brindas.

A mi familia en general que son mi inspiraron para seguir adelante en especial a mis padres con quienes comparto mis metas y objetivos, mi mama mi gorda querida que es mi fuente de amor y comprensión le obsequio todos mis logros, mi papa que es mi pilar y fortaleza a quien admiro y siempre quiero ser su reflejo, mis hermanos los quiero mucho y forman parte fundamental en casa.

Gracias padres por brindarme su apoyo incondicional en todo momento, me faltara vida para agradecerles su formación como hijo y hombre de bien inculcándome honradez responsabilidad y honestidad este logro es suyo sin ustedes no habría sido posible LOS AMO!..

También agradezco infinitamente a la familia Vanegas Rodríguez por brindarme la oportunidad de formar parte de su hogar y apoyarme de diversas maneras durante el proceso de mi carrera. Elio Frank mi tío querido gracias por confiar en mí se que Dios te tiene en su gloria y que siempre estas velando por todos tus seres queridos, vivirás por siempre en nuestros corazones.

A la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, profesores y autoridades quienes muy sabiamente forman profesionales y emprendedores.

Robinson Romero Rodríguez.

AGRADECIMIENTO

En la culminación de nuestra carrera universitaria queremos agradecer a las personas que de una u otra manera ayudaron a lograr este sueño ahora hecho realidad.

Dios, mi Señor, que siempre obro de manera misteriosa dándonos ánimos en los momentos adversos para seguir luchando para lograr nuestras metas, El cual nos reconfortaba en los momentos difíciles y al cual brindamos todos nuestros logros a lo largo de nuestros estudios.

Nuestros padres, por darnos la estabilidad emocional, económica, sentimental; para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin ustedes.

A nuestro Director de Tesis Ing. Pedro Tutiven López por todo su esfuerzo y colaboración en todo momento para con nosotros.

INDICE

INTRODUCCION	XIII
ANTECEDENTES	XIV
JUSTIFICACION	XIV
OBJETIVO GENERALES	XV
OBJETIVOS ESPECIFICOS	XV
METODOLOGÍA DE TRABAJO	XV
MARCO LEGAL DEL ESTUDIO	XVII

CAPITULO 1

1.1 Radiaciones Electromagnéticas.	1
1.1.1 Introducción	1
1.1.2 Concepto	1
1.1.3 Espectro	1-2
1.2 Radiación no ionizante	3-4
1.2.1 Radiación Ultravioleta	5
1.2.2 Ultravioleta C (UVC)	6
1.2.3 Ultravioleta B (UVB)	6
1.2.4 Ultravioleta A (UVA)	7
1.2.5 Interacción con la materia	7
1.2.6 Riesgos y protección	7
1.3 Radiación Ionizante	8
1.3.1 Radiación alfa	8
1.3.2 Radiación beta	9
1.3.3 Radiación gamma	10-11
1.3.4 Presión sonora	12
1.3.5 Nivel de presión sonora (NPS o SPL)	13
1.3.6 Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq)	13
1.3.7 Nivel de Presión Sonora Máximo (NPS i max)	13
1.3.8 Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPSmin)	13

1.4 Campo Eléctrico Y Campo Magnético	14
1.4.1 Introducción	14-17
1.5 Campo Magnético	18
1.5.1 Definición	18
1.5.2 Historia	18
1.5.3 Nombre	19
1.5.4 Uso	20
1.5.5 Fuentes del campo magnético	21
1.5.6 Campo magnético producido por una carga puntual	21
1.5.7 Propiedades del campo magnético	21
1.6 Campo Eléctrico	22
1.6.1 Definición formal	23
1.7 Campo Electromagnético	24
1.7.1 Descripción del campo eléctrico	24
1.7.2 El campo eléctrico es perpendicular al campo magnético	25-27
1.7.3 Explosión de rayos	28-32

CAPÍTULO 2

2.0 Descripción Del Proyecto	33
2.1 Ubicación geográfica de la Radiobase	33
2.2 Descripción del área de influencia	33
2.3 Descripción de las instalaciones	37
2.4 Descripción de los equipos	40
2.5 Justificación del Proyecto	40
2.6 Línea base ambiental del proyecto	43
2.6.1 Medio físico	43
2.6.2 Geología	43
2.6.3 Litología	43
2.6.4 Clima	43
2.6.5 Medio Socio-económico	44
2.6.6 Demografía	44
2.6.7 Educación	45
2.6.8 Vivienda	46

2.6.9 Salud	47
2.6.10 Actividades económicas	48
2.6.11 Servicios básicos	49
2.7 Parámetros ambientales de la zona de influencia de la radiobase	49
2.8 Mediciones de radiación electromagnética	50
2.9 Mediciones de ruido	51

CAPITULO 3

3.0 Identificación y Valoración De Los Impactos Ambientales	55
3.1 Análisis preliminar de las posibles afecciones a producirse	55
3.2 Comparación, evaluación ambiental y selección de las alternativas	58
3.2.1 Alternativa cero (sin proyecto)	58
3.2.2 Alternativa con proyecto - Operación de la radiobase	58
3.3 Matriz de identificación de impactos	58
3.3.1 Supervisión de la infraestructura civil de la radiobase	58
3.3.2 Operación de la radiobase	59
3.3.3 Retiro o abandono de las instalaciones	59
3.4 Criterios para la valoración de los impactos ambientales	60
3.4.1 Características de los impactos	60
3.4.2 Escala de niveles de impactos	61
3.5 Identificación y valoración de impactos en la fase de operación	61
3.5.1 Componente físico	61
3.5.2 Impacto por ruido	61
3.5.3 Impacto visual	62
3.5.4 Impacto por efluentes, emisiones, manejo de desechos	62
3.5.5 Impacto por generación de desechos peligrosos	62
3.5.6 Impacto por incremento en las radiaciones electromagnéticas	62
3.5.7 Componente biótico	63
3.5.8 Componente socio-económico	63
3.6 Mecanismos de Participación Ciudadana y Expectativas de la población	64
3.7 Interpretación de la Matriz para la evaluación de los impactos ambientales	64

CAPITULO 4

4.0 Plan De Manejo Ambiental (PMA)	66
4.1 Plan de mitigación, prevención y control de impactos	67
4.1.1 Fase de operación.	67
4.2 Plan de control y disposición de residuos durante la fase de operación	67
4.2.1 Desechos sólidos no peligrosos	67
4.2.2 Desechos peligrosos	68
4.2.3 Residuos líquidos	68
4.3 Plan de monitoreo	69
4.3.1 Medio físico	69
4.3.2 Monitoreo de radiación electromagnética en las instalaciones	69
4.4 Plan de educación y capacitación ambiental.	69
4.5 Plan de relaciones comunitarias	70
4.6 Plan de compensación y rehabilitación	71
4.7 Plan de Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional	71
4.8 Plan de Contingencias	72
4.8.1 Objetivos	72
4.8.2 Análisis de riesgos	72
4.8.3 Acciones y prioridades	73
4.8.4 Acciones a desarrollarse ante las contingencias operacionales	74
4.8.5 Reportes de accidentes-incidentes.	74
4.9 Plan de abandono de las instalaciones	75

CAPITULO 5

5.0 Conclusiones y Recomendaciones	76
5.1 Conclusiones	76
5.2 Recomendaciones	76
5.3 Referencias Bibliográficas	77
5.4 Glosario	78-82
5.5 Siglas	82
Anexos	83
Anexo A – Fotografías	84-85

A1.- Vista de frente de la Radiobase	
A2.- Cuarto de Generadores	
A3.- Antena de la Radiobase	
Anexo B - Reportes de Laboratorios	86-93
Anexo C – Equipos de Medición	94-96
Anexo D - Plano de Ubicación de la Radiobase	97-98
Anexo E – Resumen de Tesis	99-100

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS.

Figuras:

Figura 1.1 Diagrama de los Rayos X, UV, IF.	4
Figura 1.2 Rangos del Índice UV	6
Figura 1.3 Interacción de las Radiaciones Alfa con la Materia	9
Figura 1.4 Interacción de las Radiaciones Beta con la Materia	10
Figura 1.5 Poder de penetración de las radiaciones	11
Figura 1.6 Diagrama de flujo de la Presion Sonora	14
Figura 1.7 Diagrama de líneas de fuerza de cargas eléctricas	16
Figura 1.8 Radiación Gamma	18
Figura 1.9 Visión RX	29
Figura 1.10 Quemaduras por rayos UV	29
Figura 1.11 Rangos de las Radiaciones	30
Figura 1.12 Espectro de Microondas	31
Figura 1.13 Transmisión por ondas de Radio	32
Figura 2.1 Vivienda donde está ubicada la Radiobase	34
Figura 2.2 Vista del área de influencia de la Radiobase	34
Figura 2.3 Ubicación geográfica de la Radiobase DAULE 2	35
Figura 2.4 Área de influencia de la Radiobase DAULE 2	36
Figura 2.5 Plano de implantación de la radiobase	39
Figura 2.7 Cobertura de la radiobase Daule 2. Sector X	41
Figura 2.8 Cobertura de la radiobase Daule 2. Sector Y	42
Figura 2.9 Cobertura de la radiobase Daule 2. Sector Z	42
Figura 2.10 Configuración de los niveles de ruido en la estación radio base DAULE2	53
Figura 2.11 Ubicación de los puntos de radiación electromagnética en los alrededores	

Tablas:

Tabla 1.1 Parámetros de las Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes.	26-27
Tabla 2.1 Cronograma de actividades para la presentación del trabajo de investigación de la radiobase DAULE 2	38
Tabla 2.2. Configuración de las antenas proyectadas	40
Tabla 2.3 Resumen estadístico de los datos meteorológicos de la estación Daule	44
Tabla 2.4 Distribución de la población del Cantón Daule, Según Parroquias	45
Tabla 2.5 a, b Población de 5 años y más, por sexo y por áreas, según niveles de Instrucción	45-46
Tabla 2.6 Total de viviendas, ocupadas con personas presentes	46
Tabla 2.7 Viviendas particulares ocupadas, por tipo de vivienda, según Parroquias	47
Tabla 2.8 Unidades que conforman el área de salud 16	47-48
Tabla 2.9 Población económicamente activa de 5 años y más, por sexo	49
Tabla 2.10 Límites máximos de exposición por estación radioeléctrica fija	50
Tabla 2.11 Niveles de Radiación No Ionizante en la Radiobase DAULE 2	51
Tabla 2.12 Niveles de presión sonora equivalente en la Radiobase DAULE 2	52
Tabla 3.1 Lista de control para sintetizar los impactos ambientales	56-57
Tabla 3.2 Interacción entre acciones e impactos ambientales durante las fases de Operación de la Radiobase	59
Tabla 3.3 Características y valoración de los impactos	60
Tabla 3.4 Matriz de identificación y valoración de impactos ambientales en la fase de Operación	65

INTRODUCCION

El presente proyecto tiene como finalidad el estudio del impacto generado por las radiaciones electromagnéticas debido a la operación de la Radiobase Daule 2 ubicada en el cantón Daule de la provincia del Guayas.

Dada la proliferación incontrolada de fuentes de contaminación electromagnética a nuestro alrededor. De entre los efectos adversos podemos destacar los siguientes: cefaleas, insomnio, alteraciones del comportamiento, depresión, ansiedad, leucemia infantil, cáncer, enfermedad de Alzheimer, alergias, abortos, malformaciones congénitas, etc.

La presente tiene como objetivo darnos a entender que son las radiaciones electromagnéticas, como se originan, los tipos de radiaciones que existen en el universo y como se diferencian unas de las otras en cuanto a su poder de ionización al interactuar con la materia.

La contaminación se ha convertido en un problema a escala planetaria, con consecuencias graves para el medio ambiente y la salud humana. Por desgracia, en vez de mejorarse en los últimos años, a los contaminantes ya conocidos se ha venido a sumar la contaminación electromagnética, como subproducto del desarrollo tecnológico masivo basado en la electricidad y las comunicaciones.

Cuando nos referimos a contaminación electromagnética o electro polución, hablamos de la contaminación producida por los campos eléctricos y electromagnéticos, como consecuencia de la multiplicidad de aparatos eléctricos y electrónicos que nos rodean por todas partes, tanto en nuestro hogar como en el trabajo. Son radiaciones invisibles al ojo humano pero perfectamente detectable por aparatos de medida específicos.

La contaminación electromagnética, es un factor de riesgo invisible, que actúa sobre las personas sin que se perciba, y causa efectos sobre la salud.
- Procede de: líneas de transporte eléctrico, transformadores, aparatos eléctricos (incluso electrodomésticos), emisoras de radio y televisión, equipos de radar, y otras instalaciones generadoras de potentes campos electromagnéticos.

ANTECEDENTES

Las estaciones de telefonía móvil se caracterizan por ser de bajo impacto ambiental, en las que el único parámetro de relevancia constituye la generación de ondas electromagnéticas.

En el proceso de desarrollo se evaluará la afectación positiva y negativa de la operación del proyecto sobre el medio ambiente y la población, sobre todo en lo que tiene relación con los aspectos físicos y socioeconómicos del sitio seleccionado, por considerar que estos componentes del entorno pudieran experimentar impactos durante el proceso de operación de equipos de la Radiobase Daule2.

JUSTIFICACIÓN

¿Por qué y para qué se pretende realizar el trabajo?

El estudio de los efectos que pudieran ocasionar las Radiaciones Electromagnéticas es de vital importancia para los Ingenieros de Telecomunicaciones porque con estos conocimientos pueden desarrollarse en muchos campos de trabajo.

El proyecto del estudio de las radiaciones electromagnéticas en la operación de la radiobase DAULE 2, surge por la necesidad de brindar mayor información acerca de los efectos que pudieran o no ocasionar sobre la población el funcionamiento de la misma, esto sin duda tiene repercusiones de carácter técnico y socio-económico en el país.

Se realizará una inspección en el lugar donde están instalados los equipos de la radiobase DAULE 2 y se evaluarán aspectos relacionados con el entorno inmediato y su área de influencia.

Adicionalmente se analizarán las mediciones realizadas en cuanto a los parámetros ambientales relacionados con la operación de la radiobase, proponiendo medidas para evitar riesgos ambientales y para manejar estas instalaciones dentro de un marco de seguridad poblacional y alto desempeño ambiental.

OBJETIVO GENERAL

Estudio del impacto generado por las radiaciones electromagnéticas debido a la operación de la radiobase daule 2 ubicado en el Cantón Daule de la Provincia del Guayas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Verificar y evaluar la situación medioambiental del área donde opera la Radiobase.
- Determinar la naturaleza de las emisiones, efluentes y residuos que se generaran por las radiaciones electromagnéticas en cuanto a tipo, cantidad, composición y origen.
- Establecer criterios técnicos para la mitigación y corrección de problemas ambientales e impactos que pudieran generarse sobre el entorno.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para el desarrollo del Estudio de las Radiaciones Electromagnéticas generado por la Operación de la radiobase DAULE 2 en el Cantón Daule se ejecutaron las actividades que se indican a continuación:

Fase I: Elaboración del Estudio.

a) Descripción del proyecto

- Reuniones de trabajo con el personal técnico, con el fin de coordinar acciones tendientes a la realización del estudio.
- Solicitud de información técnica necesaria para la ejecución del estudio: memorias técnicas del proyecto y planos de la radiobase.
- Visitas al sitio donde opera la radiobase DAULE 2 en el Cantón Daule para lo cual se coordinó con los técnicos, para las autorizaciones del ingreso.
- Recopilación de información general existente relacionada con el tipo de estudio a realizarse, por ejemplo, información de las localidades donde se ubican las instalaciones, planos y mapas, información demográfica, información legal pertinente.

- Descripción técnica de la infraestructura y equipos que funcionan, para lo cual obtuvimos información del tipo de instalación existente.

b) Establecimiento de la línea base ambiental

- Determinación del área de influencia directa e indirecta de la radiobase.
- Descripción del medio físico, biótico y socioeconómico del área de influencia de la radiobase.
- Determinación de parámetros ambientales en la zona, con énfasis en radiación electromagnética y ruido.

c) Comparación y evaluación ambiental de alternativas. Selección de la alternativa óptima

d) Identificación y valoración de impactos ambientales

- Evaluación de la información obtenida en las etapas previas.
- Identificación de los impactos significativos, positivos y negativos, que se originarán durante la operación de la radiobase.

e) Elaboración del Plan de Manejo Ambiental

Como consecuencia de la identificación y valoración de impactos ambientales que resultó de la evaluación de la información primaria y secundaria obtenida y adecuadamente, se desarrolló un Plan de Manejo Ambiental para un buen funcionamiento de la radiobase.

FASE II: Estudio de Campo.

a) Elaboración de investigación preliminar.

Para el desarrollo de la investigación, Se utilizaron las siguientes herramientas de trabajo de campo: Normativa Ambiental y fotografías.

MARCO LEGAL DEL ESTUDIO

Consideramos para efecto de la realización del Estudio en la radiobase DAULE 2 del Cantón Daule consideró los siguientes instrumentos jurídicos vigentes en el país:

- Constitución Política de la República del Ecuador, publicada en el Registro oficial No. 449 del 20 de Octubre de 2008.
- Ley de Gestión Ambiental. Registro Oficial No. 245 del 30 de julio de 1999 (Codificación de la Ley de Gestión Ambiental publicada en el Suplemento del Registro Oficial 418 del 10 de septiembre de 2004).
- Codificación de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental publicada en el Suplemento del Registro Oficial 418 del 10 de septiembre de 2004).
- Codificación de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y de Vida Silvestre publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 418 del 10 de septiembre de 2004.
- Ley Especial de Telecomunicaciones, expedida mediante Ley 184 y publicada en el Registro Oficial 996 del 10 de agosto de 1992.

CAPITULO 1

1.1 RADIACIONES ELECTROMAGNETICAS.

1.1.1 Introducción

Por ser la radiación electromagnética una herramienta fundamental en el campo de las telecomunicaciones y también por estar presente en sistemas de radiocomunicación, el estudiante debe conocer como se producen estas radiaciones, que efectos causan a nivel celular y somático así como la manera de protegerse él.

La presente tiene como objetivo darnos a entender que son las radiaciones electromagnéticas, como se originan, los tipos de radiaciones que existen en el universo y como se diferencian unas de las otras en cuanto a su poder de ionización al interactuar con la materia.

No pretendemos con este que se formen como expertos en radiaciones electromagnéticas pero si conocer con que trabajamos, como sacar el mayor provecho de estas ondas y que medidas tomar en beneficio de nuestra seguridad integral.

1.1.2 Concepto

Ondas producidas por la oscilación o la aceleración de una carga eléctrica. Las ondas electromagnéticas tienen componentes eléctricos y magnéticos. La radiación electromagnética puede ordenarse en un espectro que se extiende desde ondas de frecuencias muy elevadas (longitudes de onda pequeñas) hasta frecuencias muy bajas (longitudes de onda altas).

1.1.3 Espectro

Serie de colores semejante a un arco iris (por este orden: violeta, azul, verde, amarillo, anaranjado y rojo) que se produce al dividir una luz compuesta como la luz blanca en sus colores constituyentes. El arco iris es un espectro natural producido por fenómenos meteorológicos. Puede lograrse un efecto similar haciendo pasar luz solar a través de un prisma de vidrio.

Cuando un rayo de luz pasa de un medio transparente como el aire a otro medio transparente, por ejemplo vidrio o agua, el rayo se desvía; al volver a salir al aire vuelve a desviarse. Esta desviación se denomina refracción; la magnitud de la refracción depende de la longitud de onda de la luz. La luz violeta, por ejemplo, se desvía más que la luz roja al pasar del aire al vidrio o del vidrio al aire. Así, una mezcla de luces roja y violeta se dispersa al pasar por un prisma en forma de cuña y se divide en dos colores. Se diferencian en su frecuencia y longitud de onda. Dos rayos de luz con la misma longitud de onda tienen la misma frecuencia y el mismo color. La longitud de onda de la luz es tan corta que suele expresarse en nanómetros (nm).

Los científicos descubrieron que más allá del extremo violeta del espectro podía detectarse una radiación invisible para el ojo humano pero con una marcada acción fotoquímica; se la denominó radiación ultravioleta. Igualmente, más allá del extremo rojo del espectro se detectó radiación infrarroja que aunque era invisible transmitía energía, como demostraba su capacidad para hacer subir un termómetro. Como consecuencia, se redefinió el término espectro para que abarcara esas radiaciones invisibles, y desde entonces se ha ampliado para incluir las ondas de radio más allá del infrarrojo y los rayos X y rayos gamma más allá del ultravioleta.

Por orden decreciente de frecuencias (o creciente de longitudes de onda), el espectro electromagnético está compuesto por rayos gamma, rayos X duros y blandos, radiación ultravioleta, luz visible, rayos infrarrojos, microondas y ondas de radio. Los rayos gamma y los rayos X duros tienen una longitud de onda de entre 0,005 y 0,5 nanómetros (un nanómetro, o nm, es una millonésima de milímetro). Los rayos X blandos se solapan con la radiación ultravioleta en longitudes de onda próximas a los 50 nm. No existen límites definidos entre las diferentes longitudes de onda, pero puede considerarse que la radiación ultravioleta va desde los 350 nm hasta los 10 nm. El ultravioleta, a su vez, da paso a la luz visible, que va aproximadamente desde 400 hasta 800 nm. La longitud de onda de la luz violeta varía entre unos 400 y 450 nm, y la de la luz roja entre unos 620 y 760 nm. Los rayos infrarrojos o "radiación de calor" se solapan con las frecuencias de radio de microondas, entre los 100.000 y 400.000 nm. Desde esta longitud de onda hasta unos 15.000 metros, el espectro está ocupado por las diferentes ondas de radio; más allá de la

zona de radio, el espectro entra en las bajas frecuencias, cuyas longitudes de onda llegan a medirse en decenas de miles de kilómetros.

La radiación electromagnética es independiente de la materia para su propagación, sin embargo, la velocidad, intensidad y dirección de su flujo de energía se ven influidos por la presencia de materia.

La Radiación Electromagnética se divide en dos grandes tipos de acuerdo al tipo de cambios que provocan sobre los átomos en los que actúa:

- Radiación no Ionizante
- Radiación Ionizante

1.2 Radiación no ionizante.

Se entiende por radiación no ionizante aquella onda o partícula que no es capaz de arrancar electrones de la materia que ilumina produciendo, como mucho, excitaciones electrónicas. Ciñéndose a la radiación electromagnética, la capacidad de arrancar electrones (ionizar átomos o moléculas) vendrá dada, en el caso lineal, por la frecuencia de la radiación, que determina la energía por fotón, y en el caso no-lineal también por la "fluencia" (energía por unidad de superficie) de dicha radiación; en este caso se habla de ionización no lineal.

Así, atendiendo a la frecuencia de la radiación serán radiaciones no ionizantes las frecuencias comprendidas entre las frecuencias bajas o radio frecuencias y el ultravioleta aproximadamente, a partir del cual (rayos X y rayos gamma) se habla de radiación ionizante. En el caso particular de radiaciones no ionizantes por su frecuencia pero extremadamente intensas (únicamente los láseres intensos) aparece el fenómeno de la ionización no lineal siendo, por tanto, también ionizantes.

La emisión de neutrones termales corresponde a un tipo de radiación no ionizante tremendamente dañina para los seres vivientes. Un blindaje eficiente lo constituye cualquier fuente que posea hidrógeno, como el agua o los plásticos, aunque el mejor blindaje de todos

para este tipo de neutrones, al igual que en la emisión de neutrones lentos, son: el cadmio natural (Cd), por captura reactiva, y el Boro (B), por reacciones de transmutación. Para este tipo de radiación los materiales como el plomo, acero, etc. son absolutamente transparentes.

Dentro de los campos electromagnéticos se pueden distinguir aquellos generados por las líneas de corriente eléctrica o por campos eléctricos estáticos. Otros ejemplos son las ondas de radiofrecuencia, utilizadas por las emisoras de radio, y las microondas utilizadas en electrodomésticos y en el área de las telecomunicaciones.

Entre las radiaciones ópticas se pueden mencionar los rayos láser y la radiación solar como ser los rayos infrarrojos, la luz visible y la radiación ultravioleta. Estas radiaciones pueden provocar calor y ciertos efectos fotoquímicos al actuar sobre el cuerpo humano. Nosotros nos centraremos en la radiación ultravioleta que los últimos años por causa de diversos factores ha estado alcanzado la tierra en valores que perjudican seriamente nuestra salud y supervivencia. (ver figura 1.1)

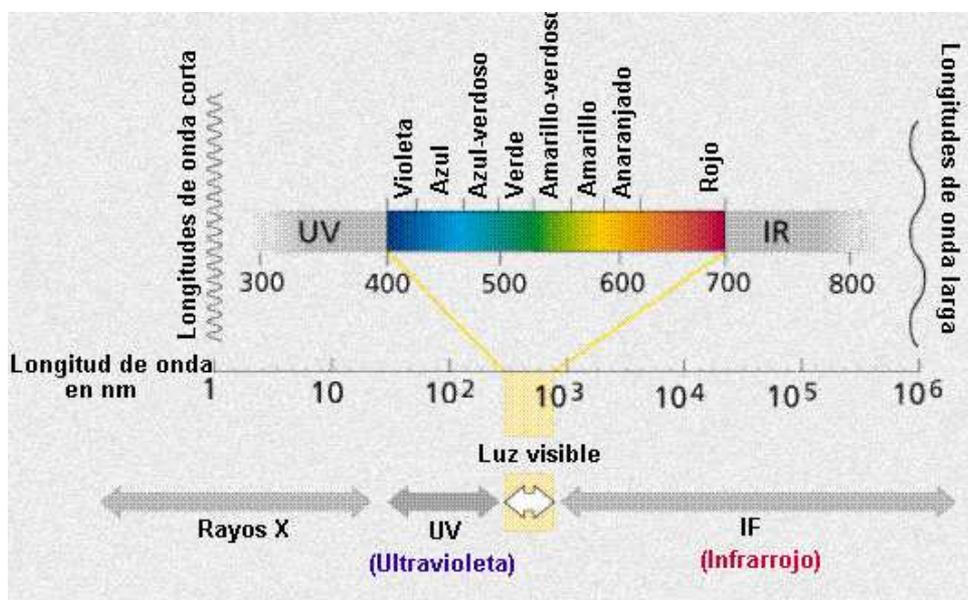


Figura 1.1 Diagrama de los Rayos X, UV, IF.

1.2.1 Radiación Ultravioleta.

La radiación solar posee una gran influencia en el medio ambiente debido a que es un factor que determina el clima terrestre. En particular la radiación ultravioleta es protagonista de muchos de los procesos de la biosfera. La radiación Ultravioleta es una Radiación electromagnética cuyas longitudes de onda van aproximadamente desde los 400 nm, el límite de la luz violeta, hasta los 15 nm, donde empiezan los rayos X. (Un nanómetro, o nm, es una millonésima de milímetro). Este tipo de radiación aunque en cierta forma es beneficiosa, si se excede los límites admisibles por la vida terrestre puede causar efectos nocivos en plantas y animales e incluido el hombre en lo que respecta a la piel y los ojos. Hay una serie de factores que afectan de manera directa la radiación ultravioleta que llega a la superficie terrestre, estos son:

- Ozono Atmosférico
- Altitud
- Nubes y Polvo
- Elevación Solar
- Reflexión
- Dispersión atmosférica

Nuestros ojos solamente reaccionan a las ondas electromagnéticas que ocupan un rango de longitud de onda que va de los 380 nanómetros (ultravioleta) a los 780 nanómetros (infrarrojo): entre 3.800 Angström y 7.800 Angström.

La luz puede modularse y así ser usada para transmitir información.

Las ondas de luz pueden transmitirse en el espacio libre usando un haz de luz láser o bien a través de un cable de fibra óptica.

El Índice UV es un parámetro UV para la población. Se trata de una unidad de medida de los niveles de radiación UV relativos a sus efectos sobre la piel humana (UV que induce eritema). Este índice puede variar entre 0 y 16 y tiene cinco rangos: (ver figura 1.2)

UVI	1 2	3 4	5 6 7	8 9 10	11 ó mayor
	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto	Extremado

Figura 1.2 Rangos del Índice UV.

Cuanto menor es la longitud de onda de la luz Ultravioleta, más daño puede causar a la vida, pero también es más fácilmente absorbida por la capa de ozono. De acuerdo a los efectos que la radiación Ultravioleta produce sobre los seres vivos se pueden diferenciar tres zonas en el espectro de la misma en base a su longitud de onda:

1.2.2 Ultravioleta C (UVC).

Este tipo de radiación ultravioleta es la de menor longitud de onda, cubre toda la parte ultravioleta menor de 290 nm, es letal para todas las formas de vida de nuestro planeta y en presencia de la cual no sería posible la vida en la Tierra tal y como la conocemos actualmente, es totalmente absorbida por el ozono, de modo que en ningún caso alcanza la superficie terrestre.

1.2.3 Ultravioleta B (UVB).

Entre las radiaciones UVA y UVC está la radiación UVB con una longitud de onda entre 280 y 320 nm, menos letal que la segunda, pero Peligrosa. Gran parte de esta radiación es absorbida por el ozono, pero una porción considerable alcanza la tierra en su superficie afectando a los seres vivos produciendo además del bronceado, quemaduras, envejecimiento de piel, conjuntivitis, etc. Cualquier daño a la capa de ozono aumentará la radiación UVB. Sin embargo, esta radiación está también limitada por el ozono troposférico, los aerosoles y las Nubes.

1.2.4 Ultravioleta A (UVA).

La radiación UVA, con mayor longitud de onda que las anteriores entre 400 y 320 nm, es relativamente inofensiva y pasa casi en su totalidad a través de la capa de ozono. Este tipo de radiación alcanza los efectos de la radiación ultravioleta B pero mediante dosis unas 1000 veces superiores, característica que la convierte en la menos perjudicial. Hay que realizar la aclaración de que la radiación Ultravioleta A alcanza la tierra con una intensidad muy superior a la UVB por lo tanto es recomendable protegerse.

1.2.5 Interacción con la materia.

El término radiación no ionizante hace referencia a la interacción de ésta con la materia; al tratarse de frecuencias consideradas 'bajas' y por lo tanto también energías bajas por fotón, en general, su efecto es potencialmente menos peligroso que las radiaciones ionizantes.

La frecuencia de la radiación no ionizante determinará en gran medida el efecto sobre la materia o tejido irradiado; por ejemplo, las microondas portan frecuencias próximas a los estados vibracionales de las moléculas del agua, grasa o azúcar, al 'acoplarse' con las microondas se calientan. La región infrarroja también excita modos vibracionales; esta parte del espectro corresponde a la llamada radiación térmica. Por último la región visible del espectro por su frecuencia es capaz de excitar electrones, sin llegar a arrancarlos.

1.2.6 Riesgos y protección.

La exposición a flujo de neutrones, provenientes de fuentes selladas de elementos radiactivos, conjuntamente con emisores de neutrones como cadmio y berilio, requiere de medidas radiológicas de extrema importancia.

A pesar que por sus características este tipo de radiación no es capaz de alterar químicamente la materia, la exposición a ella, fundamentalmente frecuencias ópticas (infrarrojo, visible, ultravioleta), presenta una serie de riesgos, fundamentalmente para la visión, que deben tenerse en cuenta. Internacionalmente, entre otros, la ICNIRP (*International Commission for Non Ionizing Radiation Protection*)¹ es el organismo

responsable de las recomendaciones para la protección frente a estas radiaciones, elaborando protocolos de protección frente a, por ejemplo, radiación láser no ionizante o frente a fuentes de banda ancha.

Muy brevemente, la radiación óptica (no ionizante) puede producir hasta cinco efectos sobre el ojo humano: quemaduras de retina, fotorretinitis o *Blue-Light Hazard*, fotoqueratitis, fotoconjuntivitis e inducir la aparición de cataratas. También produce efectos negativos sobre la piel. Aunque se ha especulado sobre efectos negativos sobre la salud son provocados por radiaciones de baja frecuencia y microondas, no se han encontrado hasta la fecha evidencias científicas de este hecho.

1.3 RADIACION IONIZANTE.

Son radiaciones con energía necesaria para arrancar electrones de los átomos. Cuando un átomo queda con un exceso de carga eléctrica, ya sea positiva o negativa, se dice que se ha convertido en un ión (positivo o negativo). Entonces son radiaciones ionizantes los rayos X, las radiaciones alfa, beta y gamma. Las radiaciones ionizantes pueden provocar reacciones y cambios químicos con el material con el cual interaccionan. Por ejemplo, son capaces de romper los enlaces químicos de las moléculas o generar cambios genéticos en células reproductoras.

1.3.1 Radiación alfa.

Las partículas alfa son conjuntos de dos protones y dos neutrones, es decir, el núcleo de un átomo de helio, eyectadas del núcleo de un átomo radiactivo. La emisión de este tipo de radiación ocurre en general en átomos de elementos muy pesados, como el uranio, el torio o el radio. El núcleo de estos átomos tiene bastantes más neutrones que protones y eso los hace inestables. Al emitir una partícula alfa, el átomo cambia la composición de su núcleo, y queda transformado en otro con dos protones y dos neutrones menos. Esto se conoce como transmutación de los elementos. Así por ejemplo, cuando el uranio 238 cuyo número atómico ($Z =$ número de protones en el núcleo) es de 92, emite una partícula alfa, queda transmutado en un átomo de torio 234, cuyo número atómico es de 90.

La característica de estas partículas a ser muy pesadas y tiene doble carga positiva les hace interactuar con casi cualquier otra partícula con que se encuentre incluyendo los átomos que constituyen el aire (cuando penetra en un centímetro de aire puede producir hasta 30.000 pares de iones), causando numerosas ionizaciones en una distancia corta. (ver figura 1.3)

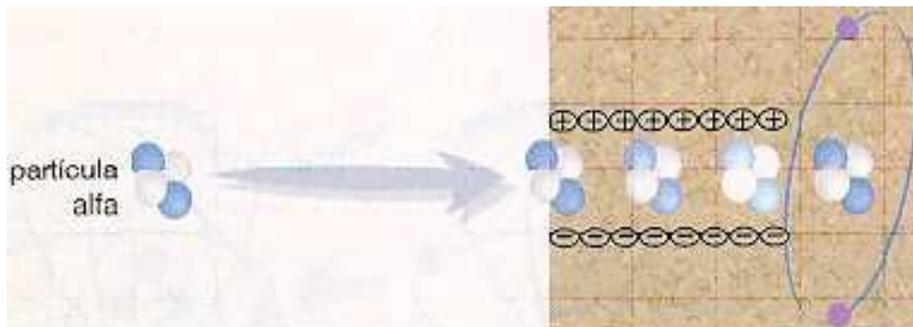


Figura 1.3 Interacción de las Radiaciones Alfa con la Materia.

Esta rapidez para repartir energía la convierte en una radiación poco penetrante que puede ser detenida por una simple hoja de papel sin embargo no son inofensivas ya que pueden actuar en los lugares en que se depositan ya sea por sedimentación o por inhalación.

1.3.2 Radiación beta.

Las partículas beta tienen una carga negativa y una masa muy pequeña, por ello reaccionan menos frecuentemente con la materia que las alfa pero su poder de penetración es mayor que en estas (casi 100 veces más penetrantes). Son frenadas por metros de aire, una lámina de aluminio o unos cm. de agua. Este tipo de radiación se origina en un proceso de reorganización nuclear en que el núcleo emite un electrón, junto con una partícula no usual, casi sin masa, denominada antineutrino que se lleva algo de la energía perdida por el núcleo. Como la radiactividad alfa, la beta tiene lugar en átomos ricos en neutrones, y suelen ser elementos producidos en reacciones nucleares naturales, y más a menudo, en las plantas de energía nuclear. Cuando un núcleo expulsa una partícula beta, un neutrón es transformado en un protón. El núcleo aumenta así

en una unidad su número atómico, Z , y por tanto, se transmuta en el elemento siguiente de la Tabla Periódica de los Elementos.

Si una partícula beta se acerca a un núcleo atómico, desvía su trayectoria y pierde parte de su energía (se "frena"). La energía que ha perdido se transforma en rayos X. Este proceso recibe el nombre de "Radiación de Frenado". Otra interesante reacción ocurre cuando una partícula beta colisiona con un electrón positivo. En este proceso, ambas partículas se aniquilan y desaparecen, liberando energía en forma de rayos gamma. (ver figura 1.4)

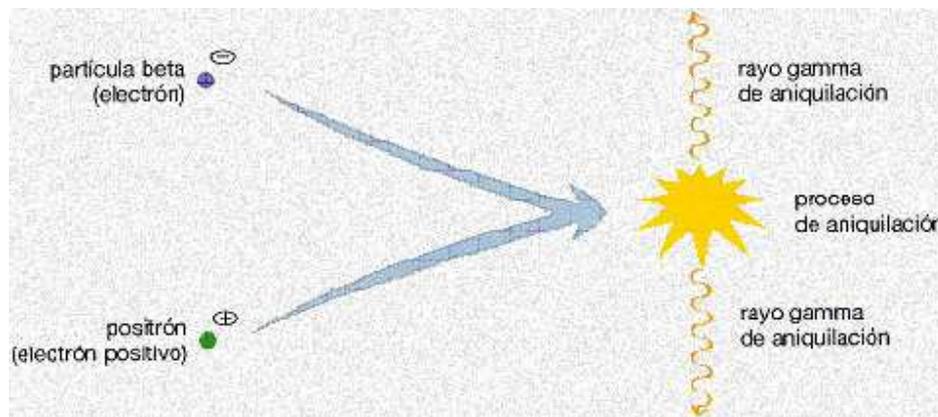


Figura1.4 Interacción de las Radiaciones Beta con la Materia

1.3.3 Radiación gamma.

Las emisiones alfa y beta suelen ir asociadas con la emisión gamma. Es decir las radiaciones gamma suelen tener su origen en el núcleo excitado generalmente, tras emitir una partícula alfa o beta, el núcleo tiene todavía un exceso de energía, que es eliminado como ondas electromagnéticas de elevada frecuencia. Los rayos gamma no poseen carga ni masa; por tanto, la emisión de rayos gamma por parte de un núcleo no conlleva cambios en su estructura, interaccionan con la materia colisionando con las capas electrónicas de los átomos con los que se cruzan provocando la pérdida de una determinada cantidad de energía radiante con lo cual pueden atravesar grandes distancias, Su energía es variable, pero en general pueden atravesar cientos de metros en el aire, y son detenidas solamente por capas grandes de hormigón, plomo o agua.

Con la emisión de estos rayos, el núcleo compensa el estado inestable que sigue a los procesos alfa y beta. La partícula alfa o beta primaria y su rayo gamma asociado se emiten casi simultáneamente. Sin embargo, se conocen algunos casos de emisión alfa o beta pura, es decir, procesos alfa o beta no acompañados de rayos gamma; también se conocen algunos isótopos que emiten rayos gamma de forma pura. Esta emisión gamma pura tiene lugar cuando un isótopo existe en dos formas diferentes, los llamados isómeros nucleares, con el mismo número atómico y número másico pero distintas energías. La emisión de rayos gamma acompaña a la transición del isómero de mayor energía a la forma de menor energía. (ver Figura 1.5)

Aunque no hay átomos radiactivos que sean emisores gamma puros, algunos son emisores muy importantes, como el Tecnecio 99, utilizado en Medicina Nuclear, y el Cesio 137, que se usa sobre todo para la calibración de los instrumentos de medición de radiactividad.

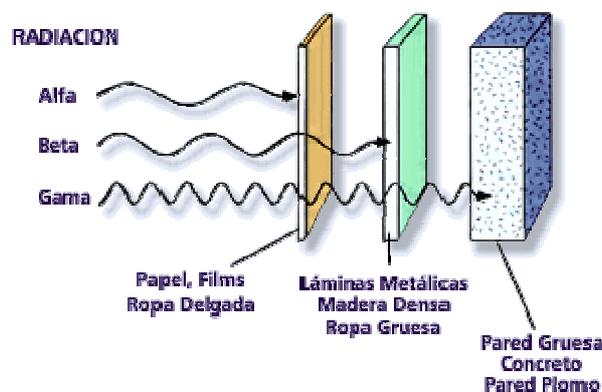


Figura1.5 Poder de penetración de las radiaciones

1.3.4 Presión sonora

La presión sonora o acústica es producto de la propia propagación del sonido. La energía provocada por las ondas sonoras generan un movimiento ondulatorio de las partículas del

aire, provocando la variación alterna en la presión estática del aire (pequeñas variaciones en la presión atmosférica. La presión atmosférica es la presión del aire sobre la superficie terrestre). La razón de estas variaciones de presión atmosférica es que se producen áreas donde se concentran estas partículas (*zonas de concentración*) y otras áreas quedan menos saturadas (*zonas de rarefacción*). Las zonas con mayor concentración de moléculas tienen mayor densidad y las zonas de menor concentración tienen menor densidad. Cuando estas ondas se encuentran en su camino con el oído la presión que ejercen sobre el mismo no es igual para toda la longitud de onda.

Así pues, la presión acústica queda definida como la diferencia de presión instantánea (cuando la onda sonora alcanza al oído) y la presión atmosférica estática.

La presión atmosférica se mide en pascales (Pa). En el SI (Sistema Internacional) 1 pascal es igual a una fuerza de 1 newton actuando sobre una superficie de 1 metro cuadrado. La presión atmosférica se sitúa en torno a los 100.000 Pa (estableciéndose como valor normalizado los 101.325 Pa).

Como en Pa las cifras obtenidas son muy grandes, normalmente, la presión atmosférica, se expresa en hectopascales hPa (igual dimensión que los milibares, que quedan en desuso) y se establecen 1.013 hPa como presión atmosférica normalizada a nivel del mar.

La presión sonora también se puede medir en pascales, no obstante, su valor es muy inferior al de la atmosférica. El umbral de dolor se sitúa en los 200 Pa,[1] mientras que el umbral de audición se sitúa en los 20 micropascales.

Además del pascal, para medir la presión sonora se utiliza el microbar (μbar), que es la millonésima parte del bar ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 10 \mu\text{bar}$ y $1 \mu\text{bar} = 10^{-6} \text{ bar}$).

La principal diferencia entre presión atmosférica y presión sonora es que, mientras que la presión atmosférica cambia muy lentamente, la presión sonora, alterna muy rápidamente entre valores negativos (menores que la presión atmosférica) y positivos (mayores). El número de veces que se repite un fenómeno por unidad de tiempo es lo que en física se denomina frecuencia. El hombre no tiene sensibilidad ante todas las frecuencias. El margen

de frecuencias que pueden producir la sensación de sonido cuando impresiona el oído humano es lo que se conoce como audiodfrecuencias y va de los 20 a los 20.000 Hz. No hay que confundir presión acústica con potencia acústica. La confusión viene por el hecho de que la presión sonora es la responsable directa de la amplitud de la onda y la amplitud determinara la cantidad de energía (potencia acústica) que contiene una señal sonora.

Para diferenciar entre sonidos más intensos (el oído soporta mayor cantidad de presión sonora), de sonidos débiles, se utiliza el llamado nivel de presión sonora.

1.3.5 Nivel de presión sonora (NPS o SPL).

El nivel de presión sonora determina la intensidad del sonido que genera una presión sonora instantánea (es decir, del sonido que alcanza a una persona en un momento dado), se mide en dB y varía entre 0 dB umbral de audición y 140 dB umbral de dolor.

Para medir el nivel de presión sonora no se suele utilizar el Pascal, por el amplio margen que hay entre la sonoridad más intensa y la más débil (entre 200 Pa y 20 μ Pa).

Normalmente se adopta una escala logarítmica y se utiliza como unidad el decibelio. Como el decibelio es adimensional y relativo, para medir valores absolutos se necesita especificar a que unidades está referida.

1.3.6 Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPS_{eq}):

Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido.

1.3.7 Nivel de Presión Sonora Máximo (NPS i_{max}).

Es el máximo Nivel de Presión Sonora registrado durante un período de medición dado.

1.3.8 Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPS_{min}).

Es el mínimo Nivel de Presión Sonora registrado durante un período de medición dado.

(ver figura 1.6)

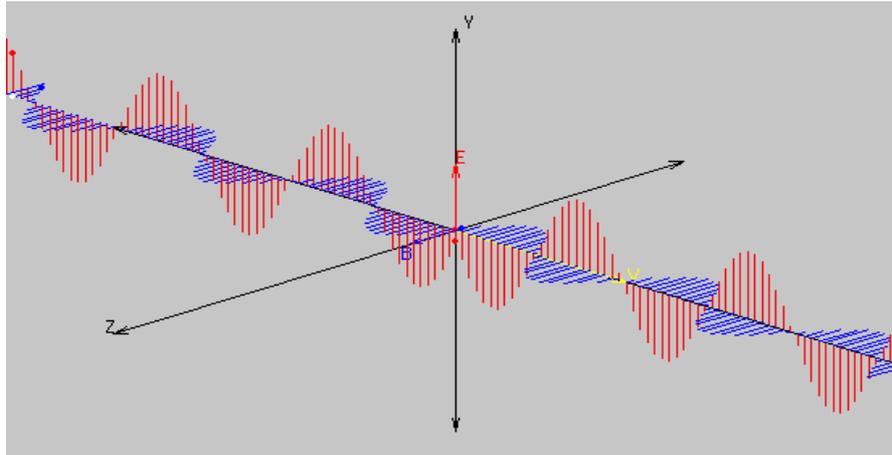


Figura 1.6 Diagrama de flujo de la Presion Sonora.

1.4 CAMPO ELÉCTRICO Y CAMPO MAGNÉTICO

1.4.1 INTRODUCCION

Además de sus notables descubrimientos experimentales Faraday hizo una contribución teórica que ha tenido una gran influencia en el desarrollo de la física hasta la actualidad: el concepto de línea de fuerza y asociado a este, el de campo.

Oersted había escrito que el efecto magnético de una corriente eléctrica que circula por un alambre se esparce en el espacio fuera del alambre. De esta forma la aguja de una burbuja lo podrá sentir y girar debido a la fuerza que experimenta.

Por otro lado, ya desde tiempos de Gilbert se habían hecho experimentos, el de una barra magnética con limaduras de hierro, donde se puede apreciar que las limaduras se orientan a lo largo de ciertas líneas.

Asimismo, desde la época de Newton se trató de encontrar el mecanismo por medio del cual dos partículas separadas cierta distancia experimentan una fuerza, por ejemplo, la de atracción gravitacional. Entre los científicos de esa época y hasta tiempos de Faraday se estableció la idea de que existía la llamada acción a distancia. Esto significa que las dos partículas experimentan una interacción instantánea. Así, por ejemplo, si una de las partículas se mueve y cambia la distancia entre ellas, la fuerza cambia instantáneamente al nuevo valor dado en términos de la nueva distancia entre ellas.

Antes de Faraday la idea de las líneas de fuerza se había tratado como un artificio matemático. Estas líneas de fuerza ya se habían definido de la siguiente forma: supongamos que hay una fuerza entre dos tipos de partículas, por ejemplo, eléctricas. Sabemos que si son de cargas iguales se repelen, mientras que si sus cargas son opuestas se atraen. Consideremos una partícula eléctrica positiva de la Figura (1.7), que llamaremos 1. Tomemos ahora otra partícula, la 2, también positiva, pero de carga mucho menor que la 1. A esta partícula 2 la llamaremos de prueba, pues con ella veremos qué pasa en el espacio alrededor de la partícula 1. La fuerza entre ellas se muestra en la figura. Ahora dejemos que la partícula de prueba se mueva un poco. Debido a que es repelida por la 1 se alejará y llegará a una nueva posición que se muestra en la figura (b). Si se vuelve a dejar que la partícula de prueba se mueva un poco llegará a otra posición, y así sucesivamente. La trayectoria que sigue la partícula de prueba al moverse en la forma descrita es una línea de fuerza. Nos damos cuenta de que la fuerza que experimenta la partícula de prueba es siempre tangente a la línea de fuerza. Ahora podemos repetir la experiencia colocando la partícula de prueba en otro lugar y así formar la línea de fuerza correspondiente. De esta manera podemos llenar todo el espacio que rodea a la partícula de líneas de fuerza, y nos percatamos de que todas ellas salen de la partícula 1.

Si la partícula 1 fuera de carga negativa, las líneas de fuerza tendrían sentido opuesto a las anteriores, pues la partícula 1 atraería a la 2.

De esta forma se puede encontrar las líneas de fuerza de cualquier conjunto de cargas eléctricas. En general éstas son líneas curvas que empiezan en cargas positivas y terminan en cargas negativas.

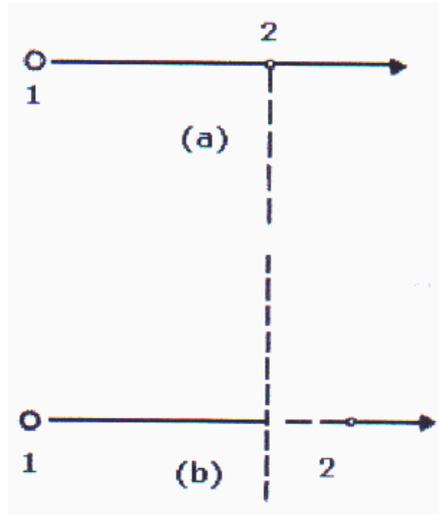


Figura 1.7 Diagrama de líneas de fuerza de cargas eléctricas

En cada caso la fuerza que experimenta una partícula de prueba de carga positiva que se coloca en cualquier punto de espacio tendría una dirección que sería tangente a la línea de fuerza en ese punto.

Podemos por tanto afirmar que para cualquier distribución de carga la (s) partícula(s) crea(n) una situación en el espacio a su alrededor tal, que sí se coloca una partícula de prueba en cualquier punto, la fuerza que experimenta la partícula de prueba es tangente a la línea de fuerza. Se dice que cualquier distribución de carga eléctrica crea a su alrededor una situación que se llama campo eléctrico.

De manera completamente análoga se puede definir las líneas de fuerza magnéticas. Al colocar una limadura de hierro ésta se magnetiza y se orienta en una dirección tangente a la línea de fuerza. Las limaduras de hierro desempeñan el papel de sondas de prueba para investigar qué situación magnética se crea alrededor de los agentes que crean el efecto magnético. En el capítulo anterior hablamos del efecto magnético que se produce en el espacio. Este efecto es el campo magnético.

Al cambiar la disposición de las cargas eléctricas, imanes o corrientes eléctricas, es claro que las líneas de fuerza que producen en el espacio a su alrededor también cambian. El efecto que se produce en el espacio constituye un cambio. Así tenemos tanto un campo

eléctrico como. Uno magnético. Por tanto, un campo es una situación que un conjunto de cargas eléctricas o imanes y corrientes eléctricas producen en el espacio que los rodea.

Fue Faraday quien proporcionó una realidad física a la idea de campo, y basándose en ello se dio cuenta de que si se cambia la posición física de cualquier partícula eléctrica en una distribución, entonces el campo eléctrico que rodea a ésta también deberá cambiar y por tanto. Al colocar una partícula de prueba en cualquier punto, la fuerza que experimenta cambiará. Sin embargo, a diferencia de la acción a distancia, estos cambios tardan cierto intervalo de tiempo en ocurrir, no son instantáneos. Otro ejemplo es cuando una corriente eléctrica que circula por un alambre cambia abruptamente. Faraday se preguntó si el cambio en el campo magnético producido ocurría instantáneamente o si tardaba en ocurrir, pero no pudo medir estos intervalos de tiempo ya que en su época no se disponía del instrumental adecuado. (Incluso hizo varios intentos infructuosos por diseñar un instrumento que le sirviera a este propósito al final de su vida.) Sin embargo, no tuvo la menor duda de que en efecto transcurría un intervalo finito de tiempo en el que se propagaba el cambio. Así, Faraday argumentó que la idea de acción a distancia no podía ser correcta.

Faraday argumentó para rechazar la idea de acción a distancia. La fuerza entre dos partículas eléctricamente cargadas no solamente depende de la distancia entre ellas también de lo que haya entre ellas. Si las partículas están en el vacío, la fuerza tendrá cierto valor, pero si hay alguna sustancia entre ellas el valor de la fuerza cambiará. Faraday realizó varios experimentos para confirmar sus afirmaciones. Escribió que el medio que se encuentre entre las partículas causa una diferencia en la transmisión de la acción que no pueda haber acción a distancia. Por lo tanto, la acción entre las partículas se debe transmitir, punto a punto, a través del medio circulante.

Fue en 1837 que Faraday propuso la idea de que la línea de fuerza tenía realidad física. Con ello demostró tener una gran intuición física para entender los fenómenos electromagnéticos. Hay que mencionar que debido a que no tenía preparación matemática adecuada, por no haber asistido a una escuela de enseñanza superior, Faraday no pudo desarrollar la teoría matemática del campo electromagnético, hecho que tuvo que esperar hasta Maxwell.

1.5 CAMPO MAGNÉTICO

1.5.1 DEFINICION

El campo magnético es una región del espacio en la cual una carga eléctrica puntual de valor q que se desplaza a una velocidad \mathbf{v} , sufre los efectos de una fuerza que es perpendicular y proporcional tanto a la velocidad como al campo, llamada inducción magnética o densidad de flujo magnético. Así, dicha carga percibirá una fuerza descrita con la siguiente igualdad.

$$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

(Nótese que tanto \mathbf{F} como \mathbf{v} y \mathbf{B} son magnitudes vectoriales y el producto cruz es un producto vectorial que tiene como resultante un vector perpendicular tanto a \mathbf{v} como a \mathbf{B}).

El módulo de la fuerza resultante será $|\mathbf{F}| = q|\mathbf{v}||\mathbf{B}| \cdot \text{sen}\theta$

La existencia de un campo magnético se pone de relieve gracias a la propiedad localizada en el espacio de orientar un magnetómetro (laminilla de acero imantado que puede girar libremente). La aguja de una brújula, que evidencia la existencia del campo magnético terrestre, puede ser considerada un magnetómetro.

1.5.2 Historia

Si bien algunos materiales magnéticos han sido conocidos desde la antigüedad, como por ejemplo el poder de atracción que sobre el hierro ejerce la magnetita, no fue sino hasta el siglo XIX cuando la relación entre la electricidad y el magnetismo quedó plasmada, pasando ambos campos de ser diferenciados a formar el cuerpo de lo que se conoce como electromagnetismo.

Antes de 1820, el único magnetismo conocido era el del hierro. Esto cambió con un profesor de ciencias poco conocido de la Universidad de Copenhague, Dinamarca, Hans Christian Oersted. En 1820 Oersted preparó en su casa una demostración científica a sus amigos y estudiantes. Planeó demostrar el calentamiento de un hilo por una corriente

eléctrica y también llevar a cabo demostraciones sobre el magnetismo, para lo cual dispuso de una aguja de brújula montada sobre una peana de madera.

Mientras llevaba a cabo su demostración eléctrica, Oersted notó para su sorpresa que cada vez que se conectaba la corriente eléctrica, se movía la aguja de la brújula. Se calló y finalizó las demostraciones, pero en los meses sucesivos trabajó duro intentando explicarse el nuevo fenómeno. ¡Pero no pudo! La aguja no era ni atraída ni repelida por ella. En vez de eso tendía a quedarse en ángulo recto. Hoy sabemos que esto es una prueba fehaciente de la relación intrínseca entre el campo magnético y el campo eléctrico plasmada en las ecuaciones de Maxwell.

Como ejemplo para ver la naturaleza un poco distinta del campo magnético basta considerar el intento de separar el polo de un imán. Aunque rompamos un imán por la mitad éste "reproduce" sus dos polos. Si ahora volvemos a partir otra vez en dos, nuevamente tendremos cada trozo con dos polos norte y sur diferenciados. En magnetismo no existen los monopolos magnéticos.

1.5.3 Nombre

El nombre de campo magnético o intensidad del campo magnético se aplica a dos magnitudes:

- La excitación magnética o campo H es la primera de ellas, desde el punto de vista histórico, y se representa con H.
- La inducción magnética o campo B, que en la actualidad se considera el auténtico campo magnético, y se representa con B.

Desde un punto de vista físico, ambos son equivalentes en el vacío, salvo en una constante de proporcionalidad que depende del sistema de unidades: 1 en el sistema de Gauss, en el SI. Solo se diferencian en medios materiales con el fenómeno de la magnetización.

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{NA}^{-2}$$

1.5.4 Uso

El campo \mathbf{H} se ha considerado tradicionalmente el campo principal, ya que se puede relacionar con unas cargas, masas o polos magnéticos por medio de una ley similar a la de Coulomb para la electricidad. Maxwell, por ejemplo, utilizó este enfoque, aunque aclarando que esas cargas eran ficticias. Con ello, no solo se parte de leyes similares en los campos eléctricos y magnéticos (incluyendo la posibilidad de definir un potencial escalar magnético), sino que en medios materiales, con la equiparación matemática de \mathbf{H} con \mathbf{E} , por un lado, y de \mathbf{B} con \mathbf{D} , por otro, se pueden establecer paralelismos útiles en las condiciones de contorno y las relaciones termodinámicas; la fórmulas correspondientes en el sistema electromagnético de Gauss son:

$$\begin{array}{ll} \mathbf{B} = \mu\mathbf{H} & \mathbf{H} = \mathbf{B} - 4\pi\mathbf{M} \\ \mathbf{D} = \epsilon\mathbf{E} & \mathbf{E} = \mathbf{D} - 4\pi\mathbf{P} \end{array}$$

En electrotecnia no es raro que se conserve este punto de vista porque resulta práctico.

Con la llegada de las teorías del electrón de Lorentz y Poincaré, y de la relatividad de Einstein, quedó claro que estos paralelismos no se corresponden con la realidad física de los fenómenos, por lo que hoy es frecuente, sobre todo en física, que el nombre de campo magnético se aplique a \mathbf{B} (por ejemplo, en los textos de Alonso-Finn y de Feynman).¹ En la formulación relativista del electromagnetismo, \mathbf{E} no se agrupa con \mathbf{H} para el tensor de intensidades, sino con \mathbf{B} .

En 1944, F. Rasetti preparó un experimento para dilucidar cuál de los dos campos era el fundamental, es decir, aquel que actúa sobre una carga en movimiento, y el resultado fue que el campo magnético real era \mathbf{B} y no \mathbf{H} .

Para caracterizar \mathbf{H} y \mathbf{B} se ha recurrido a varias distinciones. Así, \mathbf{H} describe cuan intenso es el campo magnético en la región que afecta, mientras que \mathbf{B} es la cantidad de flujo magnético por unidad de área que aparece en esa misma región. Otra distinción que se hace en ocasiones es que \mathbf{H} se refiere al campo en función de sus fuentes (las corrientes eléctricas) y \mathbf{B} al campo en función de sus efectos (fuerzas sobre las cargas).

1.5.5 Fuentes del campo magnético.

Un campo magnético tiene dos fuentes que lo originan. Una de ellas es una corriente eléctrica de conducción, que da lugar a un campo magnético estático. Por otro lado una corriente de desplazamiento origina un campo magnético variante en el tiempo, incluso aunque aquella sea estacionaria.

La relación entre el campo magnético y una corriente eléctrica está dada por la ley de Ampère. El caso más general, que incluye a la corriente de desplazamiento, lo da la ley de Ampère-Maxwell.

1.5.6 Campo magnético producido por una carga puntual.

El campo magnético generado por una única carga en movimiento (no por una corriente eléctrica) se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{(q\mathbf{v}) \times \hat{\mathbf{u}}_r}{r^2}$$
$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$$

Esta última expresión define un campo vectorial solenoidal, para distribuciones de cargas en movimiento la expresión es diferente, pero puede probarse que el campo magnético sigue siendo un campo solenoidal.

1.5.7 Propiedades del campo magnético

La inexistencia de cargas magnéticas lleva a que el campo magnético es un campo solenoidal lo que lleva a que localmente puede ser derivado de un potencial vector \mathbf{A} , es decir:

$$\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}$$

A su vez este potencial vector puede ser relacionado con el vector densidad de corriente mediante la relación:

$$\Delta \mathbf{A} = \mu \mathbf{j}$$

1.6 CAMPO ELÉCTRICO

El campo eléctrico, en física, es un ente físico que es representado mediante un modelo que describe la interacción entre cuerpos y sistemas con propiedades de naturaleza eléctrica. Matemáticamente se describe como un campo vectorial en el cual una carga eléctrica puntual de valor q sufre los efectos de una fuerza eléctrica \vec{F} dada por la siguiente ecuación:

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

En los modelos actuales, el campo eléctrico se incorpora, junto con el campo magnético, en campo tensorial cuadridimensional, denominado campo electromagnético $F^{\mu\nu}$.²

Los campos eléctricos pueden tener su origen tanto en cargas eléctricas como en campos magnéticos variables. Las primeras descripciones de los fenómenos eléctricos, como la ley de Coulomb, sólo tenían en cuenta las cargas eléctricas, pero las investigaciones de Michael Faraday y los estudios posteriores de James Clerk Maxwell permitieron establecer las leyes completas en las que también se tiene en cuenta la variación del campo magnético.

Esta definición general indica que el campo no es directamente medible, sino a través de la ponderación de la fuerza actuante sobre alguna carga. La idea de campo eléctrico fue propuesta por Faraday al demostrar el principio de inducción electromagnética en el año 1832.

La unidad del campo eléctrico en el SI es newton por culombio, voltio por metro o, en unidades básicas, $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$.

1.6.1 Definición formal

La definición más formal de campo eléctrico surge a partir de calcular la acción de una partícula cargada en movimiento a través de un campo electromagnético(1). Este campo forma parte de un único campo electromagnético tensorial $F^{\mu\nu}$ definido por un potencial cuadvectorial de la forma.

$$(1) \quad F^{\mu\nu} = \partial^\mu A^\nu - \partial^\nu A^\mu \quad ; \quad A^i = \left(\frac{\phi}{c}, \vec{A} \right)$$

donde ϕ es el potencial escalar y \vec{A} es el potencial vectorial tridimensional. Así, de acuerdo al principio de mínima acción, se plantea para una partícula en movimiento en un espacio cuatridimensional:

$$(2) \quad S = - \int_a^b (mc \, ds + \frac{e}{c} A_i \, dx^i)$$

donde e es la carga de la partícula, m es su masa y c la velocidad de la luz. Reemplazando (1) en (2) y conociendo que $dx^i = u^i ds$, donde dx^i es el diferencial de la posición definida $dx^i = (cdt, dx, dy, dz)$ y u^i es la velocidad de la partícula, se obtiene:

$$(3) \quad S = - \int_a^b (mc \, ds + \frac{e}{c} \vec{A} \cdot d\vec{r} - e\phi \, dt)$$

El término dentro de la integral se conoce como el lagrangiano del sistema; derivando esta expresión con respecto a la velocidad se obtiene el momento de la partícula, y aplicando las ecuaciones de Euler-Lagrange se encuentra que la variación temporal de la cantidad de movimiento de la partícula es:

$$(4) \quad \frac{d\vec{p}}{dt} = -\frac{e}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - e \vec{\nabla} \phi + \frac{e}{c} \vec{v} \times (\vec{\nabla} \times \vec{A})$$

De donde se obtiene la fuerza total de la partícula. Los dos primeros términos son independientes de la velocidad de la partícula, mientras que el último depende de ella.

Entonces a los dos primeros se les asocia el campo eléctrico y al tercero el campo magnético. Así se encuentra la definición más general para el campo eléctrico:

$$(5) \quad \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - \vec{\nabla} \phi$$

La ecuación (5) brinda mucha información acerca del campo eléctrico. Por un lado, el primer término indica que un campo eléctrico es producido por la variación temporal de un potencial vectorial descrito como $\vec{B} = \vec{\nabla} \times \vec{A}$ donde \vec{B} es el campo magnético; y por otro, el segundo representa la muy conocida descripción del campo como el gradiente de un potencial.²

1.7 Campo Electromagnético

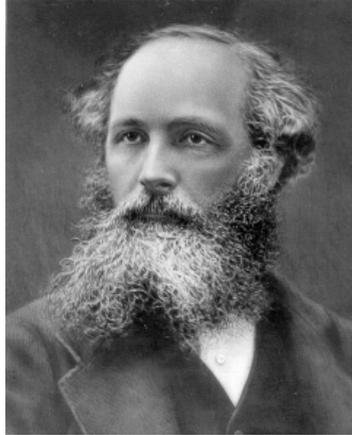
Un Campo electromagnético es un campo físico, de tipo tensorial, que afecta a partículas con carga eléctrica.

Fijado un sistema de referencia podemos descomponer convencionalmente el campo electromagnético en una parte eléctrica y en una parte magnética. Sin embargo, un observador en movimiento relativo respecto a ese sistema de referencia medirá efectos eléctricos y magnéticos diferentes, lo cual ilustra la relatividad de lo que llamamos parte eléctrica y parte magnética del campo electromagnético. Como consecuencia de lo anterior tenemos que ni el "vector" campo eléctrico ni el "vector" de inducción magnética se comportan genuinamente como magnitudes físicas de tipo vectorial, sino que juntos constituyen un tensor para el que sí existen leyes de transformación físicamente esperables.

1.7.1 Descripción del campo eléctrico

Matemáticamente un campo se lo describe mediante dos de sus propiedades, su divergencia y su rotacional. La ecuación que describe la divergencia del campo eléctrico se la conoce como ley de Gauss y la de su rotacional es la ley de Faraday.

1.7.2 El campo eléctrico es perpendicular al campo magnético



El físico escocés, James Clerk Maxwell fue el primero en hacer la observación teórica de que un campo electromagnético variable admite una solución cuya ecuación de movimiento se corresponde a la de una onda.

Eso sugería que el campo electromagnético era susceptible de propagarse en forma de ondas, tanto en un medio material como en el vacío.

Las ecuaciones de Maxwell sugerían que la velocidad de propagación en el vacío era constante, para todos los observadores.

Las ondas electromagnéticas (ondas de radio, microondas, ondas infrarrojas, luz visible, luz ultravioleta, rayos X, rayos gamma) viajan a la velocidad de 299.792.458 metros/seg en el vacío.

Albert Einstein, en su teoría especial de la relatividad, dio con la solución teórica que explica la constancia de la velocidad de la luz, que desde la 17ª Conferencia General de Pesos y Medidas de 1983 se acordó fijar 299.792.458 m/seg, aunque de ordinario suele decirse que es de 300.000 km/seg.

También desde 1983, se define la unidad de longitud Metro, como la distancia recorrida por la luz en el vacío en $1/299.792.458$ de segundo. Estas determinaciones se tomaron debido a la enorme importancia del valor que tiene esta constante en astronomía.

El físico alemán Heinrich Hertz, en 1888, realizó los primeros experimentos para detectar físicamente las ondas electromagnéticas.

Fue el primero que construyó un aparato que emitía y detectaba ondas electromagnéticas VHF y UHF.



El comportamiento de las radiaciones electromagnéticas depende de su longitud de onda. Cuando la radiación electromagnética interactúa con átomos y moléculas puntuales, su comportamiento también depende de la cantidad de energía que lleve. Este dato es importante cuando se analiza la influencia de las ondas electromagnéticas producidas por un microondas, por un teléfono móvil, por las antenas de telefonía móvil o por los cables de alta tensión.(ver tabla 1.1)

Tabla 1.1 Parametros de ls Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes.

Banda	Longitud de onda (metros)	Frecuencia (Herzios)	Energía (Julios)
Rayos gamma	10 picómetros = $10 * 10^{-12}$ m	30,0 ExaHz = $30 * 10^{18}$ Hz	$20 * 10^{-15}$ J
Rayos X	10 nanómetros = $10 * 10^{-9}$ m	30,0 PetaHz = $30 * 10^{15}$ Hz	$20 * 10^{-18}$ J
Ultravioleta extremo	200 nanómetros = $200 * 10^{-9}$ m	1,5 PetaHz = $1,5 * 10^{15}$ Hz	$993 * 10^{-21}$ J
Ultravioleta cercano	380 nanómetros = $380 * 10^{-9}$ m	789 TeraHz = $789 * 10^{12}$ Hz	$523 * 10^{-21}$ J

Luz visible	780 nanómetros = $780 * 10^{-9}$ m	384 TeraHz = $384 * 10^{12}$ Hz	$255 * 10^{-21}$ J
Infrarrojo cercano	2,5 micrómetros = $2,5 * 10^{-9}$ m	120 TeraHz = $120 * 10^{12}$ Hz	$79 * 10^{-21}$ J
Infrarrojo medio	50 micrómetros = $50 * 10^{-9}$ m	6,0 TeraHz = $6,0 * 10^{12}$ Hz	$4 * 10^{-21}$ J
Infrarrojo lejano	1 milímetro	300 GigaHz = $300 * 10^9$ Hz	$200 * 10^{-24}$ J
Microondas	30 cm	1 GigaHz = $1 * 10^9$ Hz	$2 * 10^{-24}$ J
Ultra alta frecuencia	1 metro	300 MegaHz = $300 * 10^6$ Hz	$19,8 * 10^{-26}$ J
Muy alta frecuencia de radio	10 metros	30 MegaHz = $30 * 10^6$ Hz	$19,8 * 10^{-28}$ J
Onda corta de radio	180 metros	1,7 MegaHz = $1,7 * 10^6$ Hz	$11,22 * 10^{-28}$ J
Onda media de radio	650 metros	650 KiloHz	$42,9 * 10^{-29}$ J
Onda larga de radio	10 kilómetros	30 KiloHz	$19,8 * 10^{-30}$ J
Muy baja frecuencia	10 kilómetros	30 KiloHz	$19,8 * 10^{-30}$ J

La radiación gamma es un tipo de radiación electromagnética de muy alta frecuencia producida generalmente por elementos radioactivos o procesos subatómicos como la aniquilación de un par positrón-electrón.

Este tipo de radiación también es producida en fenómenos astrofísicos de gran violencia, como algunas explosiones que se han observado en la Vía Láctea.

Debido a las altas energías que poseen, los rayos gamma constituyen un tipo de radiación ionizante capaz de penetrar profundamente en la materia. (ver figura 1.8)

Dada su alta energía pueden causar grave daño al núcleo de las células. Pero, debidamente controlados, se usan en la esterilización de alimentos y de equipos médicos.



Figura 1.8 Radiación Gamma.

1.7.3 Explosión de rayos

Los rayos X son una radiación electromagnética no perceptible por el ojo humano; a causa de su corta longitud de onda (entre 0,1 y 10 nanómetros), pueden atravesar cuerpos opacos e impresionar películas fotográficas.

Desde su descubrimiento, han sido muy utilizados en medicina. Sin embargo, requieren de control sistemático pues un exceso de radiaciones, pueden causar daño al organismo humano. (ver figura 1.9)

Tienen frecuencias que abarcan el rango de 30 a 3.000 PetaHz (5.000 veces la frecuencia de la luz que puede percibir el ojo humano).

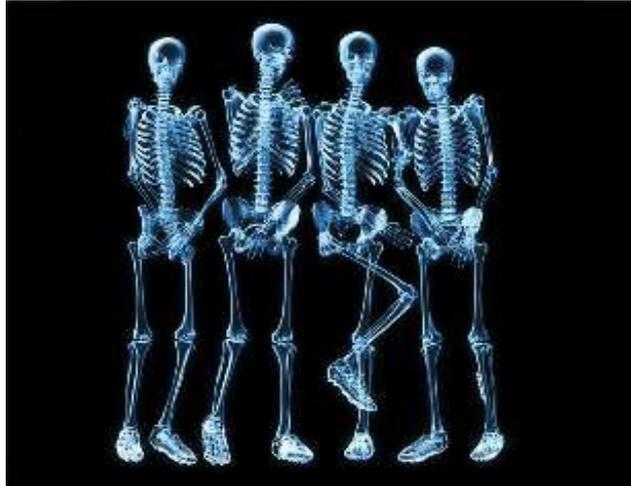


Figura 1.9 Visión RX.

La luz ultravioleta cubre el intervalo de 4 a 400 nanómetros.

El Sol es una importante fuente emisora de rayos ultravioleta los cuales, en exposiciones prolongadas, pueden causar cáncer de piel. (ver figura 1.10)

Este tipo de radiaciones, debidamente controladas, tienen diversas aplicaciones en medicina.

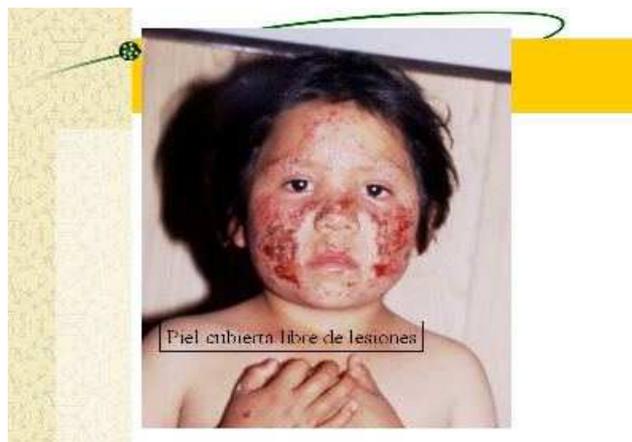


Figura 1.10 Quemaduras por rayos UV

Radiaciones de luz que perciben nuestros ojos. Nuestros ojos solamente reaccionan a las ondas electromagnéticas que ocupan un rango de longitud de onda que va de los 380 nanómetros (ultravioleta) a los 780 nanómetros (infrarrojo): entre 3.800 Angström y 7.800 Angström.

La luz puede modularse y así ser usada para transmitir información.

Las ondas de luz pueden transmitirse en el espacio libre usando un haz de luz láser o bien a través de un cable de fibra óptica.

Las ondas inmediatamente más largas que la de la luz, son las llamadas microondas.

Las que son inmediatamente más cortas que las de la luz, son los rayos X y los rayos gamma. (ver figura 1.11)

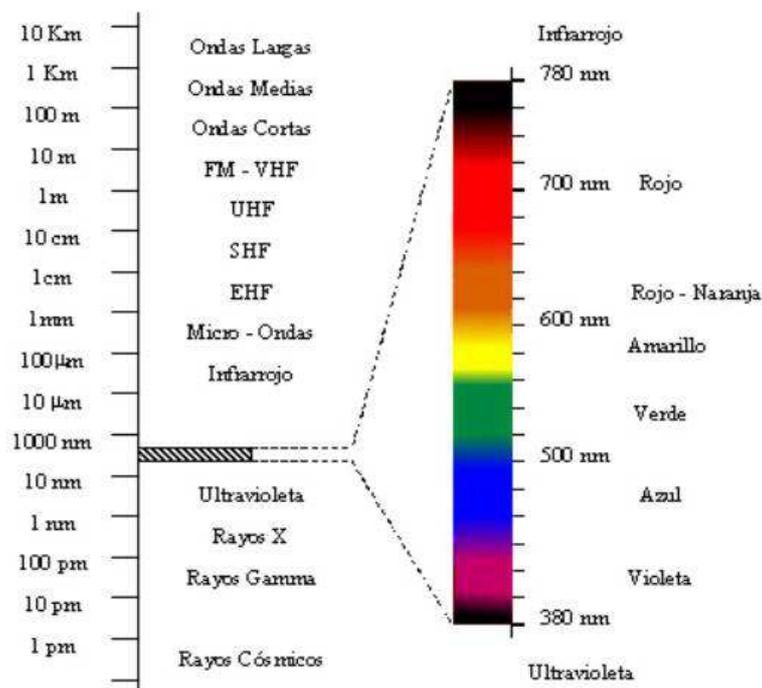


Figura 1.11 Rangos de las Radiaciones.

Las microondas son ondas electromagnéticas definidas en el rango de frecuencias situado entre 300 MegaHz y 300 GigaHz, que corresponden a longitudes de onda desde 1 mm a 30 cm.

Una de las aplicaciones más conocidas de las microondas es el horno microondas, que usa un magnetrón para producir ondas a una frecuencia de aproximadamente 2,45 GHz. Estas ondas hacen vibrar las moléculas de agua, lo cual genera calor; como la mayor parte de los alimentos contienen un importante porcentaje de agua, pueden ser fácilmente calentados de esta manera. Tenga precaución al calentar agua en un microondas.

En la industria de armamentos, se pueden utilizar las microondas como arma no letal, para provocar un aumento de la temperatura corporal de un individuo situado a una distancia de hasta 500 metros, que lo deja incapacitado momentánea o permanente. (ver figura 1.12)

En telecomunicaciones, se las utiliza también pues pasan a través de la atmósfera con menos interferencia que otras longitudes de onda mayores. También hay más ancho de banda en el espectro de microondas que en el resto del espectro de radiofrecuencias.

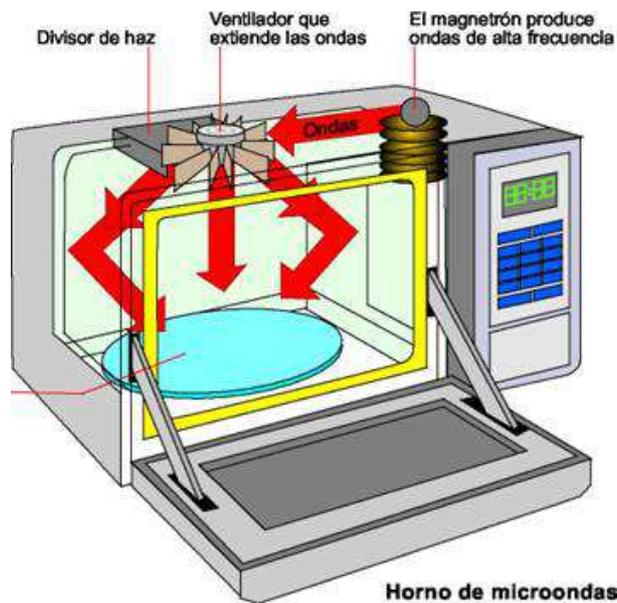


Figura 1.12 Espectro de Microondas

Las ondas de radio utilizadas tienen longitudes que van desde 1 metro (onda corta) hasta 10 kilómetros (onda larga).

Normalmente, las ondas de radio están caracterizadas por las frecuencias correspondientes a estas longitudes de ondas.

Ondas cortas, con frecuencia de hasta 300 GigaHz.

Ondas largas, con frecuencia mínimas de hasta 30 KHz (Ver figura 1.13)

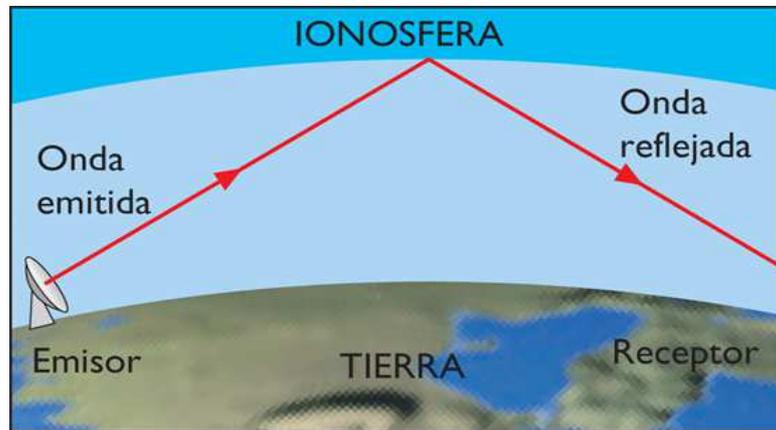


Figura 1.13 Transmisión por ondas de Radio

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Ubicación geográfica de la radiobase

La radiobase DAULE 2 objeto de este estudio, esta ubicada en la Calle Balzar entre Santa Lucia y José Ronquillo, en el Cantón Daule, Provincia del Guayas, en las coordenadas UTM 613.936 E; 9'794.735 N.

En la Figura 2.1 se presenta la ubicación geográfica de la radiobase DAULE 2 en el plano de la provincia del Guayas.

El predio donde opera la radiobase DAULE 2 se localiza en una zona residencial, la misma que no cuenta con calles pavimentadas.

2.2 Descripción del área de influencia

La zona de influencia directa de la radiobase se establece en un radio de 100 metros a partir de los linderos del predio. En la Figura 2.2 se presenta el área de influencia de la radiobase DAULE 2.

Dentro del área de influencia directa e indirecta del predio donde funciona la radiobase se encuentran viviendas y las siguientes instalaciones:

- Piladora Banife ubicada a 30 m aproximadamente, al norte de las instalaciones.
- La Escuela Fiscal Mixta Hipólita Ca7mba, aproximadamente a 400 m al norte del predio.
- La Iglesia Virgen del Carmen, ubicada a 400 m al este del predio.
- El Río Daule se encuentra aproximadamente a 90 m al oeste del predio donde se está ubicada la radiobase.

En las Figura 2.1 y 2.2 se presenta el predio donde se encuentra funcionando la radiobase DAULE 2 y su área de influencia.

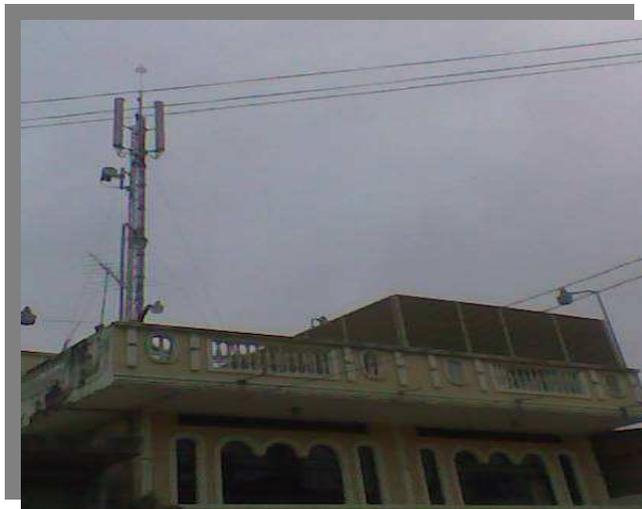
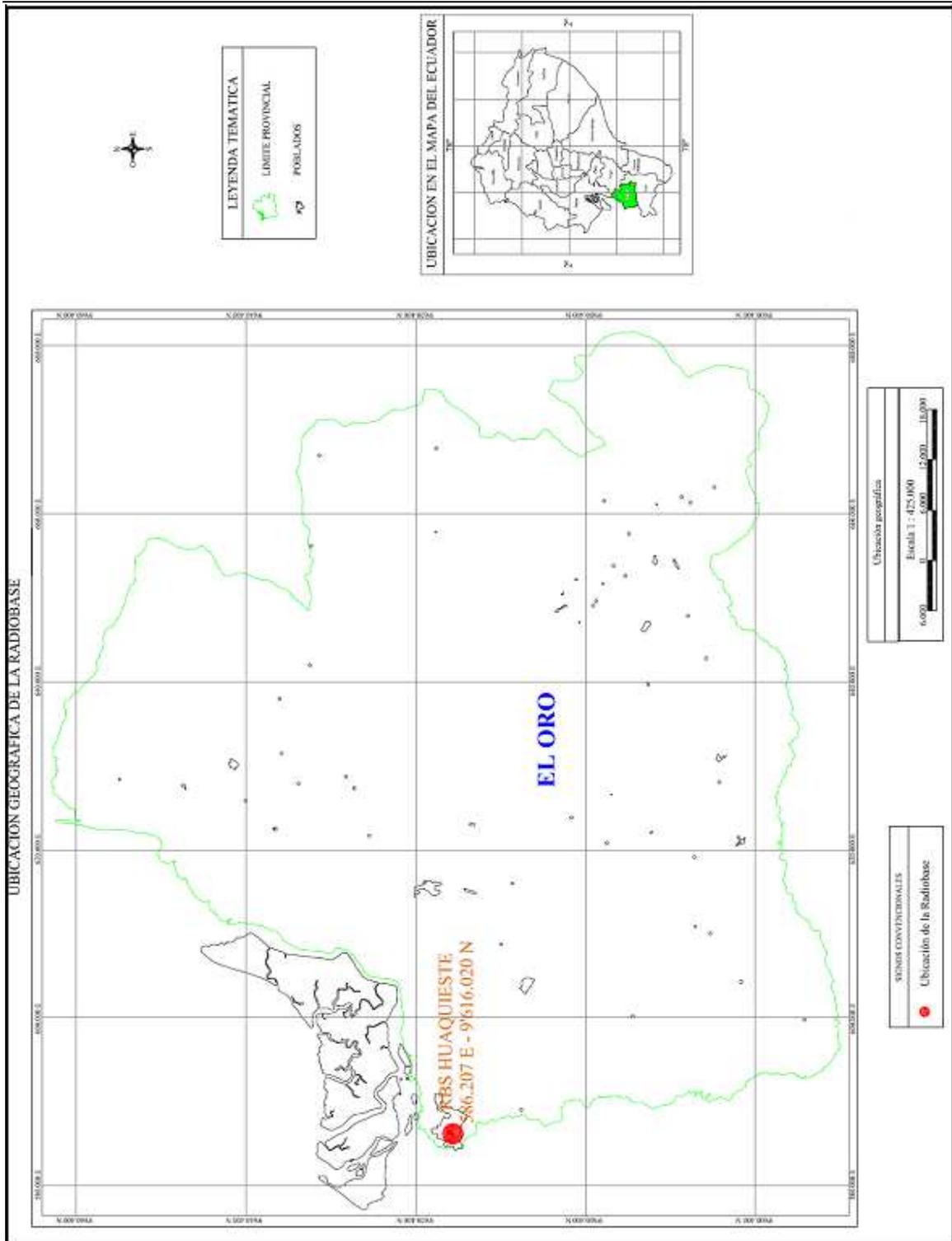


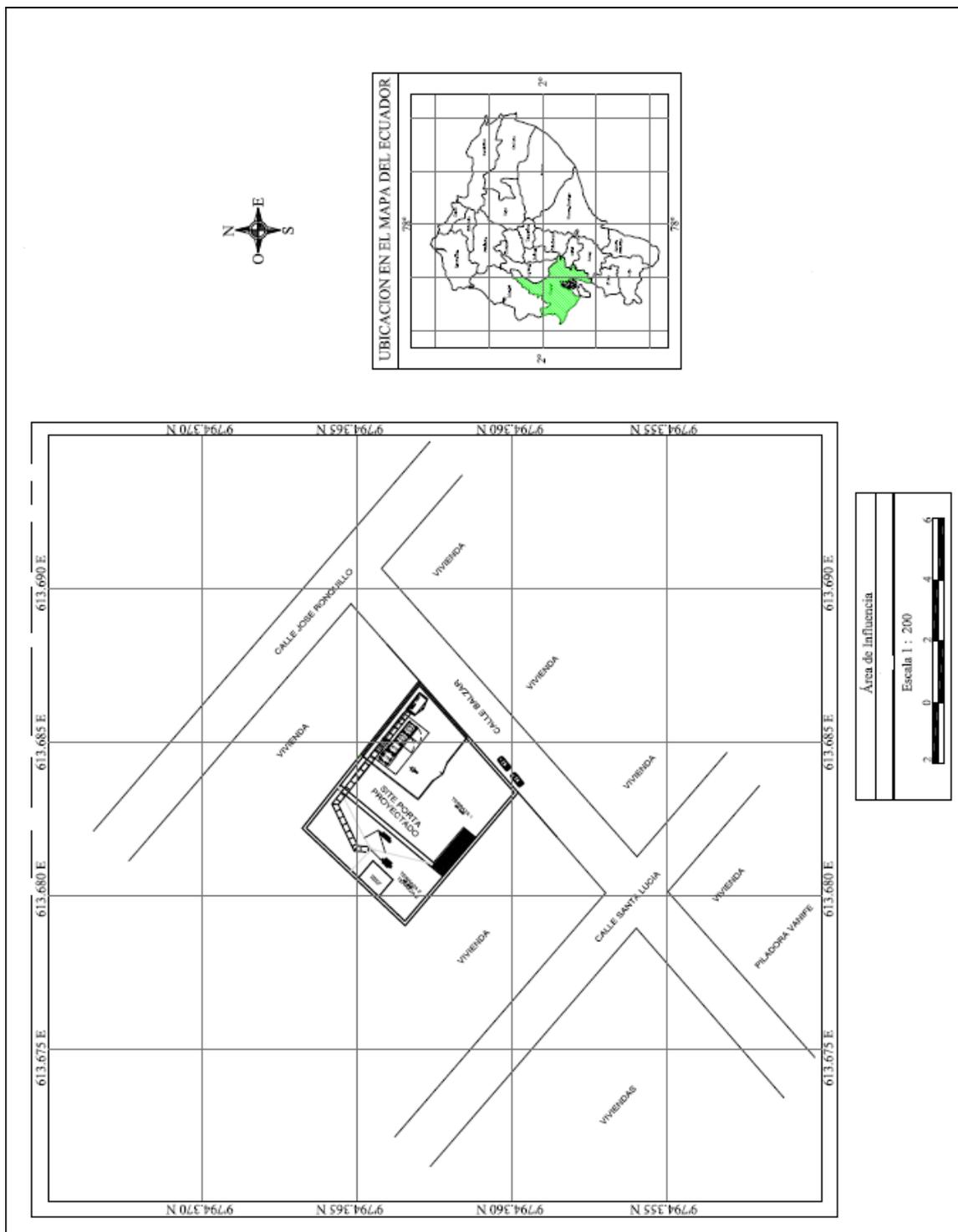
Figura 2.1.- Vivienda donde está ubicada la Radiobase



Figura 2.2.- Vista del área de influencia de la Radiobase



Fuente: Base Cartográfica UTM – WGS 84 Zona 17 Sur
 Figura 2.3.- Ubicación geográfica de la Radiobase DAULE 2



Fuente: Base Cartográfica UTM – WGS 84 Zona 17 Sur
 Figura 2.4.- Área de influencia de la Radiobase DAULE 2

2.3 Descripción de las instalaciones

La terraza donde esta instalada la radiobase tiene las siguientes dimensiones: 9,70 m x 11,75 m (114 m² de área) y se encuentra en la terraza de la vivienda perteneciente al Sr. José Naranjo Ruiz. Los equipos trabajan en un área de 6,05 m x 4,67 m, aproximadamente 28 m².

El predio limita al norte y al este con viviendas y la Calle José Ronquillo, al sur con la Calle Balzar y al oeste con viviendas y la calle Santa Lucía.

Las antenas operan en una torreta de 12,00 metros de altura ubicada sobre una base metálica, la cual está ubicada en el sector norte de la terraza. En la terraza se delimita el área de la radiobase por medio de una malla metálica y consta con una puerta de acceso de 1,50 m de ancho, frente a la escalera de acceso a la terraza de la vivienda.

En la Figura 2.3 se presenta el plano de implantación de la radiobase de acuerdo con las condiciones técnicas analizadas.

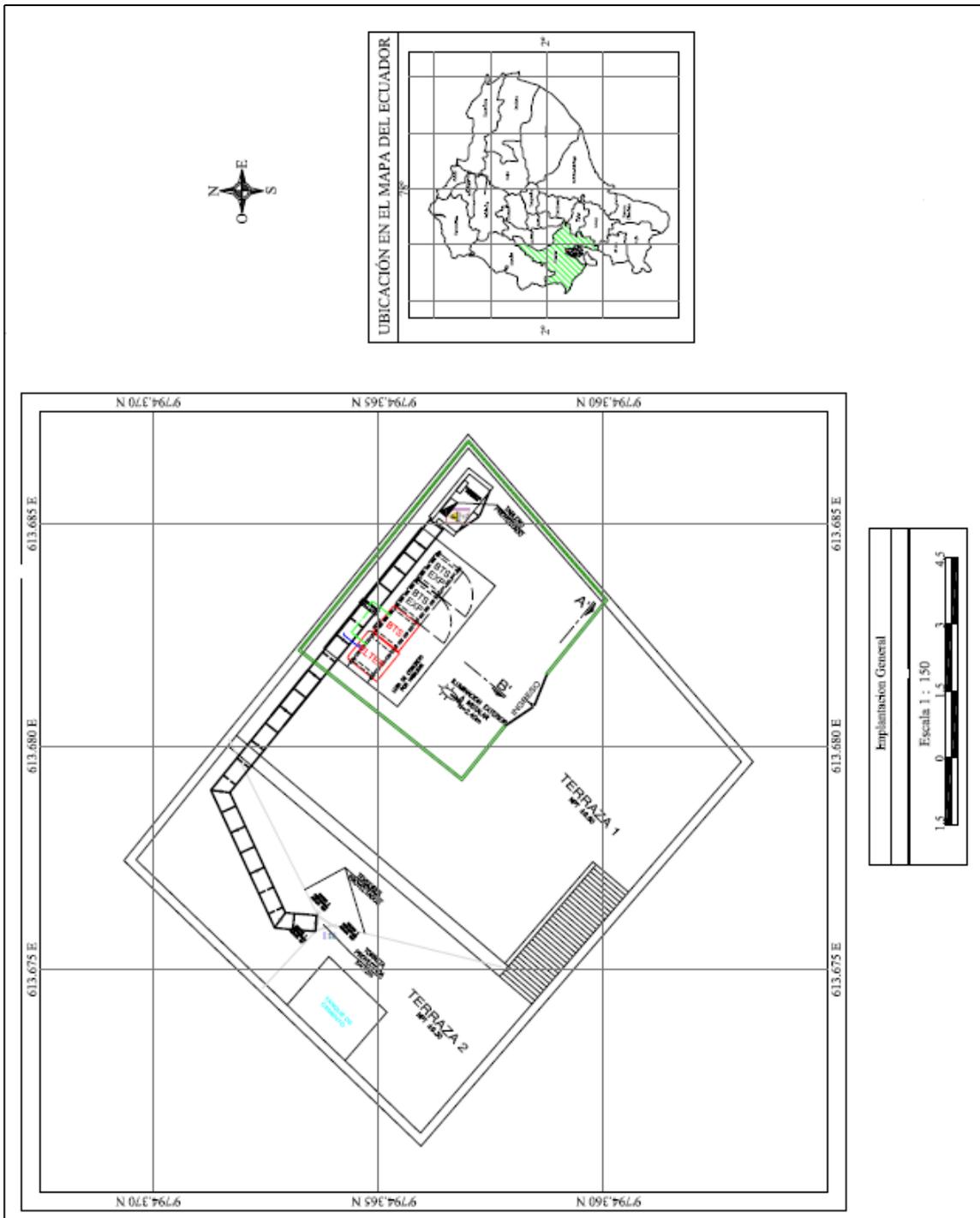
Los trabajos de obras civiles que se tomaron en cuenta para la operación de la radiobase, son los siguientes:

- Habilitar el área para los equipos Outdoor GSM: BTS y ELTEK.
- Se instalo un tablero de distribución el cual alimenta al equipo ELTEK.
- Se acondiciono un reflector frente a los equipos GSM.
- Instalación de escalerillas para todo el recorrido de las líneas GSM.
- Incorporación 3 soportes para las antenas GSM y 1 soporte para la antena de microondas.
- Instalación de 1 barra de tierra en la torreta, para las líneas GSM y para la antena de microondas.
- Se instalo 1 barra de tierra para el equipo GSM y 1 barra de tierra para las estructuras metálicas.
- Incorporación de escalerillas necesarias para cables DC y de tierra.
- Se incorporo 1 soporte de 3" para el pararrayo y se fijará con una platina de fierro en el lado opuesto de la cara de la bajante de la barra de feeders de la torreta.
- Se construyo una visera de protección para los equipos GSM a dos aguas.

En la Tabla 2.1 se presenta el cronograma para el trabajo de investigación y estudio de campo de la radiobase DAULE 2.

Tabla 2.1 Cronograma de actividades para la presentación del trabajo de investigación de la radiobase DAULE 2.

ACTIVIDAD	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
Recopilación de información efecto de radiaciones					
Estudio de campo de la operación de la Radiobase					
Realización del anteproyecto con el director de tesis					
Elaboración de capítulos y subcapítulos de tesis					
Revisión de borrador de tesis					
Entrega del desarrollo de la investigación efectuada y sustentación de la tesis					



Fuente: Base Cartográfica UTM – WGS 56 Zona 17 Sur

Figura 2.5 Plano de implantación de la radiobase

2.4 Descripción de los equipos

El área de cobertura es externa y tiene tres sectores, la configuración de las antenas GSM que funcionan en la radiobase se indica en la Tabla 2.2.

La antena que se utiliza en la radiobase es del tipo array que esta especificada en la tabla con el código 742266 para los sectores 1, 2, 3.

Tabla 2.2. Configuración de las antenas proyectadas

Configuración Propuesta (TRX)	4 + 4 + 4			# de Sectores	3
Antena	Sector 1	Sector 2	Sector 3		
Tipo de Antena	742266	742266	742266		
Altura de antena desde el suelo (mts)	21	21	21		
Orientación de la antena (grados azimuth)	20	120	180		
Inclinación mecánica (grados)	0	0	0		
Inclinación eléctrica (grados)	2	3	3		
Diversidad (S/P)	P	P	P		
MHA	NO	NO	NO		
Altura del Poste/polo (mts)	3	3	3		
Tipo de guía de onda	½ "	½ "	½ "		
Longitud de guía de onda (mts)	37	37	37		
Longitud de la escalerilla portacable (mts)	-	-	-		
Ubicación de las antenas (P1,P2,P3)	P1	P2	P3		

Fuente: Departamento Técnico de CONECEL

2.5 Justificación del Proyecto

Las estaciones de telefonía móvil se caracterizan por ser de bajo impacto ambiental, en las que el único parámetro de relevancia constituye la generación de ondas electromagnéticas.

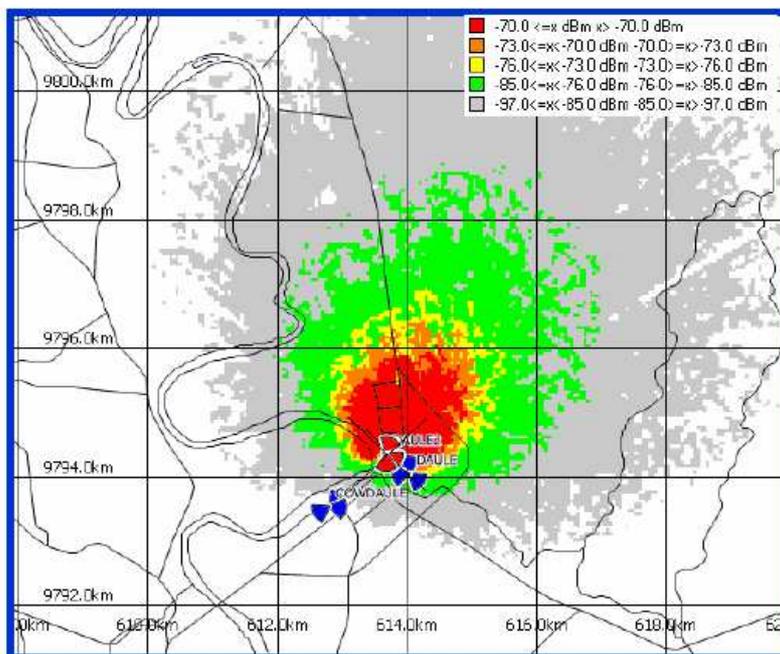
El proyecto de operación de la radiobase DAULE 2, surge por la necesidad de mejorar la cobertura de la señal y brindar un mejor servicio a los clientes de la empresa, esto sin duda tiene repercusiones de carácter técnico y socio-económico en el país. El sitio fue

seleccionado para contribuir la cobertura de la señal de telefonía móvil entre las radiobase DAULE 2.

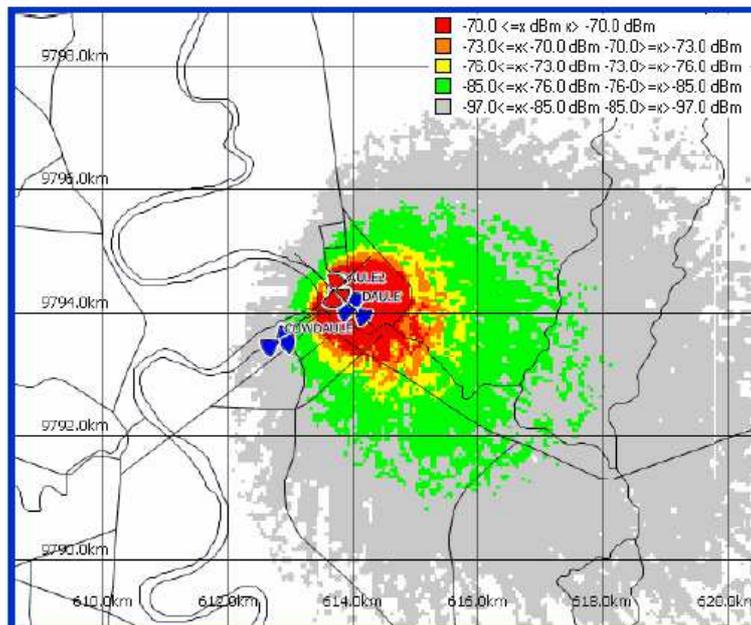
Se realizara una inspección en el lugar donde están instalados los equipos de la radiobase DAULE 2 y se evaluaran aspectos relacionados con el entorno inmediato y su área de influencia.

Adicionalmente se tomara mediciones de parámetros ambientales relacionados con la operación de la radiobase, proponiendo medidas para evitar riesgos ambientales y para manejar estas instalaciones dentro de un marco de seguridad poblacional y alto desempeño ambiental.

En las Figuras 2.7, 2.8 y 2.9 se indica la cobertura de las zonas X, Y , Z de la radiobase DAULE 2.

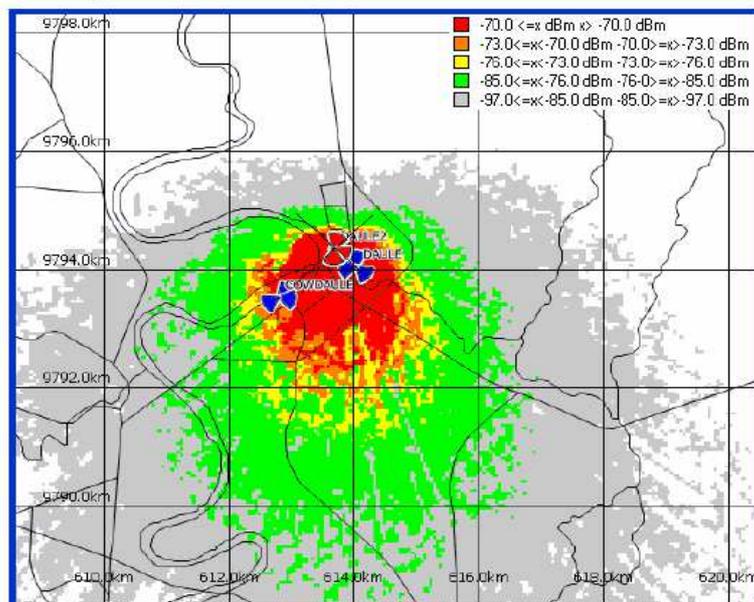


Fuente: Base Cartográfica UTM – WGS 57 Zona 17 Sur
Figura 2.7. Cobertura de la radiobase Daule 2. Sector X



Fuente: Base Cartográfica UTM – WGS 58 Zona 17 Sur

Figura 2.8. Cobertura de la radiobase Daule 2. Sector Y



Fuente: Base Cartográfica UTM – WGS 85 Zona 17 Sur

Figura 2.9. Cobertura de la radiobase Daule 2. Sector Z

2.6 Línea base ambiental del proyecto.

2.6.1 Medio físico

2.6.2 Geología

Geológicamente el área es sencilla, está constituida por una sola unidad, depósitos aluviales del cuaternario reciente que conforman la gran llanura aluvial a nivel regional.

Los depósitos aluviales rellenan una amplia y profunda depresión que se extiende desde el pie de monte de la Cordillera Occidental en el este y hasta el pie de monte de la Cordillera de Balzar en el oeste.

2.6.3 Litología

Localmente y a nivel subsuperficial el área está constituida por una cubierta de limo color gris oscuro, que evidencia el alto contenido de materia orgánica (Humus), limo que está subyacente por niveles de arena y limo, una clásica secuencia para este tipo de valles maduros, donde las acumulaciones que cierran esta secuencia son generalmente de granulometría fina a muy fina y a niveles profundos se intercalan arenas y gravas.

2.6.4 Clima

El Cantón Daule tiene un clima cálido y seco, que corresponde al subtipo climático de sabana tropical.

Para el estudio de las condiciones climáticas del sector donde opera la radiobase se revisó la serie de datos de clima comprendidos en el periodo 2008-2009, información existente obtenida de la estación meteorológica “Daule” del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), ubicada en las coordenadas geográficas: 1° 49’ 43” S, 79° 58’ 47” W.

En la Tabla 2.3 se presenta el resumen estadístico de los datos meteorológicos de la estación Daule.

Tabla 2.3 Resumen estadístico de los datos meteorológicos de la estación Daule

Descripción del paisaje.

Dato	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura Media (°C)	26,1	26,1	26,5	26,6	26,2	25,4	25,0	25,0	25,4	25,7	25,9	26,5	25,9
temperatura Máxima (°C)	35,5	35,5	34,5	34,6	34,2	33,6	33,7	33,8	34,0	35,0	35,5	35,5	35,5
Temperatura Mínima (°C)	16,5	17,0	16,5	16,5	15,6	15,0	15,2	15,9	15,4	15,0	15,2	15,8	15,0
Temperatura Máxima Media (°C)	31,5	30,7	30,6	30,9	30,6	29,9	29,5	29,9	30,7	31,0	31,3	31,9	30,7
Temperatura Mínima Media (°C)	20,0	20,6	21,0	20,7	20,3	19,2	18,8	18,8	18,5	19,0	18,7	19,3	19,6
Humedad Relativa Media %	82	85	85	83	83	82	80	79	77	75	75	78	80
Precipitación (mm)	236,1	227,1	299,9	151,1	44,9	3,6	1,3	0,0	0,10	0,7	0,4	41,7	1007
Precipitación Máxima (mm)	454,5	689,9	505,4	494,6	508	108,8	125,9	43	286,7	53,2	244,4	727,2	2967,5
Precipitación Max. 24 bs (mm)	97,9	95,2	100,1	195,0	70,0	49,0	16,8	26,0	88,2	24,0	57,0	112,0	195,0

Fuente: Instituto Meteorológico

El sector donde se funciona la radiobase DAULE 2 presenta un paisaje urbano de clase media. Las viviendas del sector son de hormigón armado de una y dos plantas.

No se observa cobertura vegetal en el sector.

2.6.5 Medio Socio-económico.

2.6.6 Demografía

De acuerdo a los datos del INEC (censo, 2008) el Cantón Duale, donde se opera la radiobase, cuenta con una población de 85.148 habitantes, 31.763 habitantes en el área urbana y 53.385 habitantes en el área rural.

La población del Cantón Daule, según el Censo del 2008, representa el 2,6 % del total de la provincia del Guayas; ha crecido en el último período intercensal 2006- 2008, a un ritmo del 3,2 % promedio anual. El 62,7% de su población reside en el área rural; se caracteriza por ser una población joven, ya que el 40,6 % son menores de 20 años.

En la Tabla 2.4 se presenta la distribución de la población del Cantón Daule según parroquias.

Tabla 2.4 Distribución de la población del Cantón Daule, Según Parroquias

Parroquias	Total	Hombres	Mujeres
Total	85.148	43.406	41.742
Daule (urbano)	31.763	15.613	16.150
Área rural	53.385	27.793	25.592
Periferia	22.218	11.555	10.663
Juan B. Aguirre	5.058	2.620	2.438
Laurel	8.636	4.508	4.128
Limonar	7.710	4.020	3.690
Los Lojas (E. Baquerizo)	9.763	5.090	4.673

Fuente: INEC 2008

2.6.7 Educación

En la Tabla 2.5 se presentan los niveles de instrucción de la población del Cantón Daule.

Tabla 2.5 Población de 5 años y más, por sexo y por áreas, según niveles de Instrucción

Niveles de instrucción	Total		
	Total	Urbano	Rural
Total	76.132	28.700	47.432
Ninguno	8.491	1.773	6.718
Centro alfab.	331	90	241
Primario	41.235	13.845	27.390

Fuente: INEC 2008

Niveles de instrucción	Total		
	Total	Urbano	Rural
Secundario	15.122	8.568	6.554
Post bachillerato	293	209	84
Superior	2.541	1.854	687
Postgrado	26	23	3
No declarado	8.093	2.338	5.755

Fuente: INEC 2008

2.6.8 Vivienda

En el sector donde opera la radiobase DAULE 2 se caracteriza por la presencia de viviendas de clase media, de estructura de hormigón armado y paredes de bloques.

En las Tablas 2.6 y 2.7 se presentan los datos del INEC del Censo del año 2008 sobre el número de viviendas del Cantón Daule.

Tabla 2.6 Total de viviendas, ocupadas con personas presentes, promedio de Ocupantes por vivienda y densidad poblacional, según el Censo del 2008

Áreas	Total de viviendas	Viviendas particulares ocupadas por personas presentes			Población total	Extensión Km ²	Densidad Hab / Km ²
		Número	Ocupantes	Promedio			
Total Cantón	20.998	18.780	85.001	4,5	85.148	461,6	184,5
Área urbana	7.846	7.041	31.625	4,5	31.763		
Área rural	13.152	11.739	53.376	4,5	53.385		

Fuente: INEC 2008

Tabla 2.7 Viviendas particulares ocupadas, por tipo de vivienda, según Parroquias

Parroquias	Total viviendas	Tipo de vivienda							
		Casa o villa	Depart.	Cuartos en inquil.	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otro
Total cantón	18.780	15.513	385	272	688	1274	484	0	164
Daule	7.041	5.835	328	209	148	231	185	-	105
Periferia	4.809	3.898	11	19	157	564	135	-	25
Juan B. Aguirre	1.160	1.023	1	1	60	59	15	-	1
Laurel	1.982	1.720	12	13	101	100	33	-	3
Limonar	1.703	1.485	10	13	66	59	62	-	8
Los Lojas (Enrique Baquerizo)	2.085	1.552	23	17	156	261	54	-	22

Fuente: INEC 2008

2.6.9 Salud

De acuerdo al Ministerio de Salud Pública y a la Dirección Provincial de Salud del Guayas y al proceso de organización de sus recursos, el cantón Daule y sus unidades de salud constituyen el área de salud 16. La misión de un área de salud es responsabilizarse por la salud pública y la atención de salud (prevención, curación y rehabilitación) personal, familiar y comunitaria.

En la Tabla 2.8 se presenta las unidades que conforman el área de salud 16.

Tabla 2.8 Unidades que conforman el área de salud 16

No	UNIDAD OPERATIVA	TIPOLOGIA	POBLACION 2008	CANTON	PARROQUIA	DISTANCIA A LA JEFATURA DEL AREA		TIPO DE VIA
						Km	Tiempo (Minutos)	
1	DAULE-15 CAMAS	Hospital basico	56.230	DAULE	DAULE			
2	NOBOL	Subcentro de salud rural	9.516	NOBOL	NARCISA DE JESUS	8	10	1er orden
3	PETRILLO	Subcentro de salud rural	6.262	NOBOL	NARCISA DE JESUS	12	15	1er. Orden
4	GUARUMAL	Subcentro de salud rural	1.915	DAULE	DAULE	15	20	1° y 2° orden
5	JUAN BAUTISTA	Subcentro de salud rural	5.317	DAULE	J.B. AGUIRRE	15	15	1er. Orden

	AGURRE							
6	LOS LOJAS	Subcentro de salud rural	10.405	DAULE	LOS LOJAS	20	25	1° y 2° orden
7	LAUREL	Subcentro de salud rural	6.793	DAULE	LAUREL	20	30	1° y 2° orden
8	LIMONAL	Subcentro de salud rural	8.031	DAULE	LIMONAL	15	20	1° y 2° orden
9	YURIMA	Puesto de salud	2.909	PALESTINA	NARCISA DE JESUS	20	30	1° y 2° orden
	TOTAL AREA		107.446					

Fuente: Ministerio de Salud Publica

2.6.10 Actividades económicas

El Cantón Daule es un suelo rico y fértil y su producción agrícola y agropecuaria sirve para mantener y elevar la economía de nuestro país; más de 30.000 hectáreas son dedicadas al cultivo del arroz, siendo Daule el mayor productor de la gramínea, por ello la denominación de “Capital arrocería del Ecuador”. Existen otros productos como el mango, que es exportado, el maíz, tomate, melón, sandías, etc.

En el cantón se encuentran varias haciendas donde se cría ganado, especialmente vacuno, caballar y porcino y la cría de aves de corral. La producción ganadera sobrepasa los 30.000 ejemplares, le sigue el ganado porcino, bovino y caballar.

La artesanía está muy desarrollada en lo que se refiere a la elaboración de vistosos sombreros de paja toquilla, hamacas de mocora, escobas y una gran variedad de efectos para montar a caballo, confeccionados de cuero o maderas, así: estribos, bozales, guarda piernas, conchas, tapaderas, etc.

En relación con la Población Económicamente Activa (PEA) que constituye el 41,3% (28.337 habitantes) dentro del sector, hay que considerar que se encuentran tanto hombres como mujeres, el porcentaje de mujeres que integran la PEA alcanza el 14,5% (4.109 mujeres) mientras que los hombres representan el 85,5% (79.776 hombres).

En la Tabla 2.9 se presenta la población económicamente activa del Cantón Daule, Según los tipos de ocupación.

Tabla 2.9 Población económicamente activa de 5 años y más, por sexo. Cantón Daule

Según grupos ocupacionales			
Grupos de ocupación	Total	Hombres	Mujeres
Total	28.337	24.228	4.109
Miembros, profesionales técnicos	1.335	650	685
Empleados de oficina	583	291	292
Trab. de los servicios	2.939	2.042	897
Agricultores	6.257	6.103	154
Operarios y Operadores de maquinarias	4.047	3.609	438
Trab. No calificados	11.111	9.894	1.217
Otros	2.065	1.639	426
Según ramas de actividad			
Grupos de ocupación	Total	Hombres	Mujeres
Total	28.337	24.228	4.109
Agricultura, ganadería, caza, pesca, silvicultura	14.834	14.545	289
Manufactura	1.406	1.084	322
Construcción	1.179	1.169	10
Comercio	3.668	2.917	751
Enseñanza	1.012	354	658
Otras actividades	6.238	4.159	2.079

Fuente: Censo INEC, 2008

2.6.11 Servicios básicos

El cantón Daule cuenta con los siguientes servicios básicos:

- Luz eléctrica, a cargo de la Empresa Eléctrica Regional Guayas-Los Ríos, CNEL.
- Agua potable: este servicio está a cargo de la Municipalidad de Daule.
- Servicio telefónico. La empresa CNT provee de este servicio al Cantón Daule.
- Recolección de desechos a cargo de la municipalidad.
- Alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial.

2.7 Parámetros ambientales de la zona de influencia de la radiobase

Dada la naturaleza de las instalaciones de telefonía celular móvil y por las actividades de construcción y operación que en adelante se ejecutarán, se consideran relevantes los niveles de radiación electromagnética y de ruido que se generan en este tipo de instalaciones.

En la Tabla 2.10 se detallan los límites máximos de exposición por estación radioeléctrica fija.

Tabla 2.10 Límites máximos de exposición por estación radioeléctrica fija

Tipo de exposición	Rango de frecuencias (f)	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	400-2000 MHz	$3 f^{1/2}$	$0,008 f^{1/2}$	$f/40$
Poblacional	400-2000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$f/200$

Fuente: Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación no Ionizante generadas por uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico. Registro Oficial N°. 536 de marzo 2008

Donde f es la magnitud de la frecuencia indicada en la columna de rango de frecuencias. Datos obtenidos del CONATEL, informan que todas las antenas que funcionan en nuestro medio operan a 850 MHz de frecuencia por lo que el límite poblacional de la densidad de potencia será de 4,25 W/m² y el límite ocupacional será de 21,25 W/m².

2.8 Mediciones de radiación electromagnética

El día 3 de Agosto del 2010 se realizó la medición puntual de radiación electromagnética en los alrededores de la radiobase DAULE 2. En la Figura 2.14 se muestran la ubicación de los puntos de radiación electromagnética en los alrededores de la estación y los puntos de ruido en los linderos.

La medición de radiación electromagnética se la realizó de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación No Ionizante generadas por el uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico elaborado por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones del Ecuador, CONATEL.

En la Tabla 2.11 se presenta los valores de radiación electromagnética no ionizante medidos en los alrededores de la radiobase.

Tabla 2.11 Niveles de Radiación No Ionizante en la radiobase DAULE 2

Punto de medición	Campo Eléctrico V/m		Campo Magnético A/m		Densidad de Potencia S mW/cm ²	
	Avg.	Máx	Avg.	Máx	Avg.	Máx
E1	0,16	0,17	0,0004	0,0005	0,0001	0,0001
E2	0,14	0,19	0,0003	0,0003	0,0001	0,0001
E3	0,12	0,18	0,0002	0,0004	0,0001	0,0001
E4	0,14	0,17	0,0003	0,0004	0,0001	0,0001
E5	0,15	0,18	0,0004	0,0004	0,0001	0,0001
E6	0,18	0,21	0,0003	0,0005	0,0001	0,0001

Fuente: Medición de Campo Agosto 2010

De los resultados obtenidos en la medición de radiación electromagnética en los alrededores de la radiobase DAULE 2, se establece que los valores de densidad de potencia para exposición poblacional están por debajo de los límites establecidos en el Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación no Ionizante generadas por uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico, RO N°. 536 de marzo 2005, que es de 4,25 W/m², cumpliendo de esta forma con la normativa ambiental vigente.

2.9 Mediciones de ruido

El día 3 de Agosto del 2010 se realizó la medición puntual de presión sonora en las instalaciones de la radiobase DAULE 2.

Los sitios determinados para la realización de las mediciones fueron los siguientes:

R1: Lindero norte del predio

R2: Lindero sur del predio

R3: Lindero este del predio

R4: Lindero oeste del predio

En la Tabla 2.12 presentan los valores medición de ruidos en los alrededores de la radiobase.

Tabla 2.12 Niveles de presión sonora equivalente en la radiobase DAULE 2

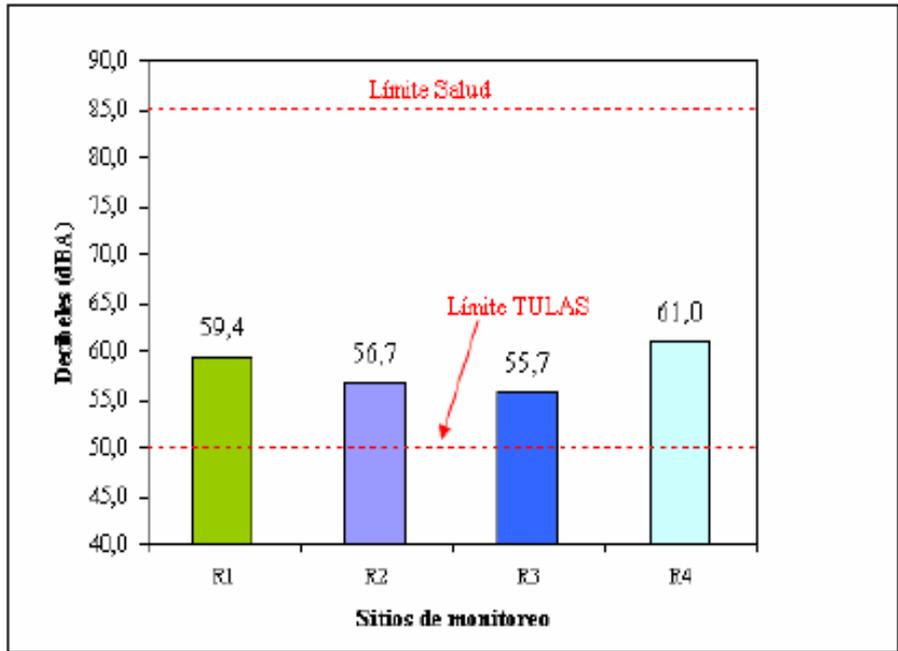
No. de mediciones	R1 (dBA)	R2 (dBA)	R3 (dBA)	R4 (dBA)
1	57,2	55,1	57,3	62,8
2	52,1	62,0	59,4	63,2
3	59,7	54,1	53,2	58,0
4	67,7	56,1	55,0	59,5
5	59,9	59,0	61,2	61,3
6	52,9	57,3	53,5	59,4
7	53,9	58,8	53,4	61,3
8	56,9	57,4	51,9	60,4
9	59,1	53,7	55,1	63,4
10	53,4	53,3	54,3	64,5
NPSeq	59,4	56,7	55,7	61,0

Fuente: Medición de Campo Agosto 2010

La medición de presión sonora equivalente se realizó de acuerdo a lo estipulado en la Tabla 2.12, 1 del Anexo 5 del Libro VI, de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, según Decreto Ejecutivo DE-3516, publicado en el RO-E 2 del 31 de marzo de 2003 y de acuerdo a esta normativa y para el tipo de zona, la radiobase DAULE 2 debe cumplir con los siguientes niveles de presión sonora en ponderación A, en ambientes externos: 50 dBA de 06h00 a 20h00 y 40 dBA de 20h00 a 06h00 en zona residencial.

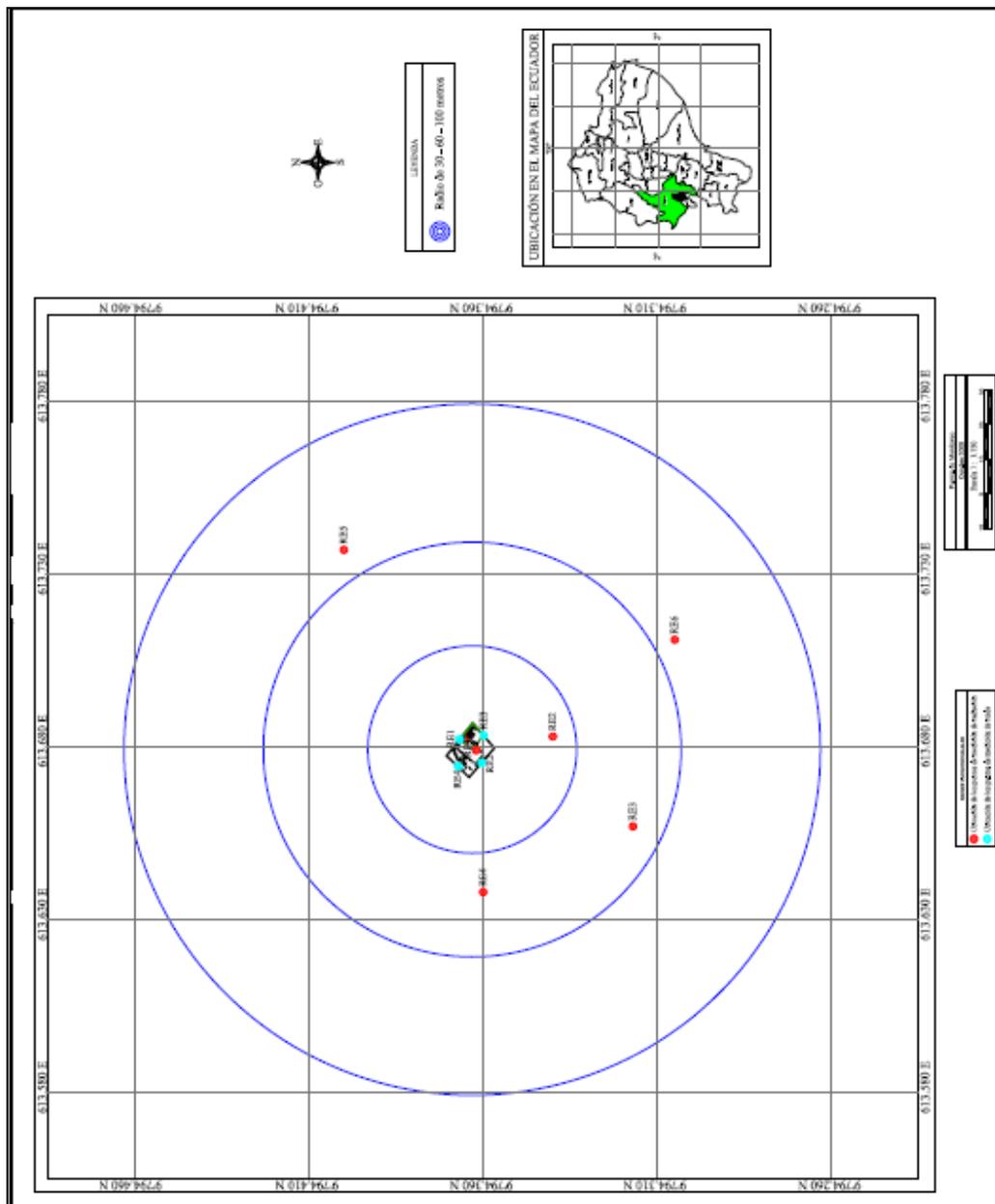
Luego de la medición realizada y del tratamiento de los resultados en los linderos se determinó que los niveles de presión sonora equivalente (NPSeq) están fuera del límite establecido en la Legislación Ambiental vigente (50 dBA) para un nivel diurno (De 06H00 a 20H00) en ambiente externo para zona residencial, sin embargo, estos valores están influenciados principalmente por el tráfico vehicular en la calle Balzar.

Los niveles de presión sonora registrados se presentan gráficamente en la Figura 2.11.



Fuente: Grafica de las Mediciones de Agosto 2010

Figura 2.10 Configuración de los niveles de ruido en la estación radio base DAULE 2



Fuente: Base Cartográfica UTM – WGS 84 Zona 17 Sur

Figura 2.11 Ubicación de los puntos de radiación electromagnética en los alrededores de la estación y los puntos de ruido en los linderos.

CAPITULO 3

IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

En el proceso de desarrollo del Estudio se evaluó la afectación positiva y negativa de la operación de la radiobase sobre el medio ambiente, sobre todo en lo que tiene relación con los aspectos físicos y socioeconómicos del sitio seleccionado, por considerar que estos componentes del entorno pudieran experimentar impactos durante el proceso de funcionamiento de los equipos.

No se consideró la evaluación de aspectos bióticos de la zona por considerarse ésta como altamente intervenida, urbanísticamente consolidada y por tanto no hay existencia de componentes de flora y fauna relevantes.

Las afectaciones ambientales que pueden ocurrir por la operación de las instalaciones de la radiobase DAULE 2 se presentarían como se dijo antes, sobre una zona altamente intervenida, que no mantiene sus condiciones naturales y tiene poca vegetación introducida de tipo ornamental.

3.1 Análisis preliminar de las posibles afecciones a producirse

El análisis de las posibles afecciones a producirse por las diferentes etapas del proyecto permite tener una idea preliminar de cuáles son los aspectos más relevantes dentro de éste. Se utilizó el método de listas, en la forma que se detalla a continuación en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Lista de control para sintetizar los impactos ambientales

COMPONENTE FISICO	SI	PUEDE SER	NO
¿PRODUCIRA EL PROYECTO:			X
Pendientes o terraplenes inestables?			X
Una amplia destrucción del desplazamiento del suelo?			X
Impactos sobre terrenos agrícolas?			X
Emisiones de contaminantes que provoquen deterioro de la calidad del aire?			X
Olores desagradables?			X
Alteración del aire por humedad o temperatura?			X
Emisiones de contaminantes peligrosos regulados por la ley?			X
Cambios en las corrientes o movimientos de masa de agua dulce?			X
Alteraciones en el curso o en los caudales de avenida?			X
Contaminación de las reservas publicas de agua?			X
Riesgo de exposición de personas o bienes a peligros asociados al agua tales como inundaciones?			X
Impacto sobre o construcción en un humedal o llanura de inundación interior?			X
Residuos sólidos o basuras en volumen significativo?			X
Aumento de los niveles sonoros previos?			X
Mayor exposición de la gente a ruidos elevados?			X
COMPONENTE: CALIDAD VISUAL, RELACIONES CULTURALES			
EL PROYECTO?			
Cambiara una vista escénica o un panorama abierto al público?		X	
Creara una ubicación estéticamente ofensiva a la vista del público?			X
Cambiara significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo?		X	
Arqueológica, cultura e historia ¿ el proyecto?			
Alterara sitios, construcciones, objetos o edificio de interés arqueológico, cultural o histórico?			X
Residuos peligrosos ¿El proyecto?			
Implicara la generación, transporte, almacenaje o eliminación de algún residuo peligroso regado?			X

Fuente: Método de Lista del Departamento técnico de CONECEL

COMPONENTE: BIOTICO	SI	PUEDE SER	NO
VIDA VEGETAL ¿PRODUCIRA EL PROYECTO?			X
Cambios en la diversidad o productividad o en el número de alguna especie de plantas?			X
Reducción del número de individuos de alguna especie animal considerada como única, rara o en peligro de extinción?			X
Introducción de especies nuevas dentro de la zona o creara una barrera para el normal desarrollo de las especies existentes?			X
VIDA ANIMAL ¿PRODUCIRA EL PROYECTO?			
Reducirá el hábitat o número de individuos de alguna especie animal considerada como única?			X
Provocara la atracción o la invasión de vida animal?			X
Provocara problemas de interacción entre animales y humanos?			X
Uso del suelo ¿El proyecto?			
Alterara sustancialmente los usos actuales o previstos del área?		X	
Recursos naturales El proyecto?			
Destruirá sustancialmente algún recurso natural?			X
Esta situada en un área designada o que esta considerada reserva natural o ecológica?			X
Transporte y flujo de tráfico ¿El proyecto producirá?			X
Un movimiento adicional al vehículo?			X
Un impacto considerable sobre los sistemas actuales de transportes?			X
La construcción de accesos nuevos?			X
Riesgo de accidentes ¿El proyecto?			
Implicara el riesgo de explosión o escape de sustancias potencialmente peligrosas incluyendo productos químicos u otras sustancias toxicas en el caso de un accidente o de una situación desagradable?			X
Economía ¿El proyecto?			
Tendrá algún efecto adverso sobre las condiciones económicas locales o regionales?			X
Reacción social Es este proyecto?			X
Conflicto en potencia?			X
Una contradicción respecto a los planes u objetivos ambientales que se han adoptado a nivel local?			X

Fuente: Método de Lista del Departamento técnico de CONECCEL

3.2 Comparación, evaluación ambiental y selección de las alternativas

En el presente Estudio se ha considerado la evaluación de las siguientes alternativas:

3.2.1 Alternativa cero (sin proyecto)

La selección de esta alternativa implicaría a los moradores del sector de la Calle Balzar del Cantón Daule no contar con una mejor calidad del servicio de telefonía móvil en cuanto a cobertura, lo que perjudica indirectamente las actividades del sector.

3.2.2 Alternativa con proyecto “Operación de la radiobase”

La elección del sitio donde se encuentra ubicada la radiobase en el sector de la Calle Balzar, obedece a requerimientos del medio.

Del análisis de la información técnica proporcionada por la empresa se concluye que la radiobase DAULE 2 cumplirá con lo dispuesto en el “*Reglamento de protección de radiación no ionizante generado por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico*”, resolución N° 536 de CONATEL, (03/03/2005).

Por lo expuesto, se concluye que esta alternativa es la óptima y que luego de la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se generarán durante las fases de operación, la empresa deberá implementar el Plan de Manejo Ambiental propuesto.

3.3 Matriz de identificación de impactos

Luego del análisis preliminar de los impactos reales y potenciales que pueden ocurrir en el proyecto, se tomaron en cuenta los impactos derivados de las dos etapas del proyecto:

- Supervisión de la infraestructura civil
- Operación del sistema de telefonía celular

Para cada una de las acciones fueron identificados los impactos reales y potenciales, los mismos que se valoraron conforme a lo establecido en la matriz de impactos ambientales.

3.3.1 Supervisión de la infraestructura civil de la radiobase

Los puntos más relevantes durante la revisión de la radiobase serán:

- Verificar refuerzo estructural en terraza.
- Base para equipos outdoor.

- Revisión de torreta, de escalerillas para líneas GSM, de polos para antenas GSM y tablero de distribución energía
- Sistema de aterrizamiento

3.3.2 Operación de la radiobase

La operación no requiere de sistemas complicados de manejo, personal, ni materiales especiales; ésta se relaciona más con el mantenimiento que se le debe dar a la radiobase en lo que respecta al sistema de abastecimiento del fluido eléctrico, baterías y partes auxiliares, cables, etc. Estas actividades conllevan una serie de acciones, entre ellas:

- ✓ Mantenimiento de la antena y equipos de telefonía celular.
- ✓ Mantenimiento de estructuras civiles.
- ✓ Mantenimiento de baterías y cables.

3.3.3 Retiro o abandono de las instalaciones

Esta es una etapa en la cual se indicará el tipo de manejo que deberá realizarse en el caso de que las instalaciones deban ser cambiadas de lugar, o vayan a dejar de funcionar definitivamente, lo que producirá las siguientes acciones:

- Desmontaje de las instalaciones: antenas, torreta, cables, baterías.
- Eliminación del cuarto y de las bases y colocación de material nuevo donde sea necesario.

Tabla 3.2 Interacción entre acciones e impactos ambientales durante las fases de operación de la radiobase.

Componente Ambiental	Acción	Impacto
Atmósfera	Tránsito de transporte pesado para eliminación y disposición de los escombros	Contaminación por polvo
	Operación de medios de transporte	Generación de ruido
	Ensamble de torreta y equipos	Generación de ondas electromagnéticas
Suelos	Transmisión	---
Paisaje	Tránsito de vehículos durante la construcción	Modificación del paisaje urbanístico
Fauna y flora	Instalación de la torreta y antenas	Area urbanística consolidada
Socioeconomía	No aplica	Riesgos en salud y seguridad
	Construcción de la estructura civil	Mejoramiento de la prestación de servicios
	Operación de la radiobase	Molestias por impacto visual

3.4 Criterios para la valoración de los impactos ambientales

3.4.1 Características de los impactos

En la Tabla 3.3 se describe las características de los impactos ambientales.

Tabla 3.3 Características y valoración de los impactos

Características relativas a	Valor	Definiciones
Carácter genérico del impacto	Beneficioso	Consideración positiva respecto al estado previo a la actuación
	Adverso	Consideración negativa respecto al estado previo a la actuación
Tipo de acción	Directo	Provocan la actuación y ocurren en el mismo sitio al mismo tiempo

Fuente: Método de Lista del Departamento técnico de CONECEL

Características relativas a	Valor	Definiciones
del impacto (relación causa efecto)	Indirecto	Los provoca la actuación y se producen más tarde en el tiempo, aunque son razonablemente predecibles
Sinergia o acumulación	Sí	Existencia de efectos poco importantes individualmente, que puedan dar lugar a otros mayores actuando en su conjunto; o posible inducción de impactos acumulados
	No	Lo contrario de lo anterior
Proyección en el tiempo	Temporal	Si presenta de forma intermitente mientras dura la actividad que lo provoca
	Permanente	Si aparece de forma continuada o tiene un efecto intermitente pero sin final
Proyección en el espacio	Localizado	Si el efecto es puntual
	Extensivo	Si se hace notar en una superficie más o menos extensa
Cuenca espacial del impacto	Próximo a la fuente	Si el efecto se produce cerca de la actuación
	Alejado a la fuente	Si el efecto se manifiesta a distancia apreciable de la actuación
Reversibilidad (por la sola acción de los mecanismos)	Reversible	Si las condiciones originales reaparecen en cierto tiempo
	Irreversible	Si la sola acción de los procesos naturales es incapaz de recuperar aquellas condiciones originales
Recuperación	Recuperable	Se pueden ejecutar medidas correctoras que minimicen o eliminen el impacto, se consiga o no alcanzar o mejorar las condiciones originales
	Irrecuperable	Cuando no son probables tales medidas correctivas

Fuente: Método de Lista del Departamento técnico de CONECEL

3.4.2 Escala de niveles de impactos

Para la valoración más objetiva de los impactos, se consideraron los niveles que se indican a continuación:

- **Compatible:** impacto de poca magnitud. En el caso de impactos compatibles adversos habrá recuperación inmediata de las condiciones originales tras el cese de la acción. No se precisan prácticas correctoras.
- **Moderado:** la recuperación de las condiciones originales requiere cierto tiempo y es aconsejable la aplicación de medidas correctoras.
- **Severo:** la magnitud del impacto exige, para la recuperación de las condiciones iniciales del medio, la introducción de prácticas correctoras. La recuperación, aún con estas prácticas, exige un periodo de tiempo dilatado.
- **Crítico:** la magnitud es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de las condiciones ambientales, sin posible recuperación de dichas condiciones. Es poco factible la introducción de prácticas correctoras.

Se indica también si existe ausencia de impactos significativos por causa de la acción analizada, en cuyo caso no es necesaria la descripción del impacto objeto de los parámetros anteriores.

3.5 Identificación y valoración de impactos en la fase de operación

3.5.1 Componente físico.

La radiobase no requiere de personal técnico permanente en el sitio; las labores de control y mediciones esporádicas las ejecutará el personal de la empresa asentado en Guayaquil (un técnico para inspección y mantenimiento mensual), el que se desplazará hasta el sitio de ubicación de la radiobase solamente para realizar estas labores.

3.5.2 Impacto por ruido

La energización de la radiobase puede causar en el ambiente el aumento permanente y constante de ruido debido a que ésta produce un zumbido en la zona, estos niveles no superarán los 50 dBA, valor límite para un nivel diurno (de 06H00 a 20H00) que establece

el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria para zonas residenciales, por lo tanto este impacto se ha considerado como no significativo.

3.5.3 Impacto visual

Los cambios en el paisaje del sector por la ubicación de la torreta de 12 m de altura, es un impacto negativo, pero considerando que el sector es una zona urbanísticamente consolidada se lo ha calificado como de baja magnitud.

3.5.4 Impacto por efluentes, emisiones, manejo de desechos

No se producirán efluentes ni emisiones así como afectaciones sobre el componente físico de la zona de influencia. Los desechos sólidos no peligrosos que se generen serán muy limitados y se dispondrán de modo que los impactos por estas acciones no serán significativos.

3.5.5 Impacto por generación de desechos peligrosos

Durante la etapa de operación se generarán desechos peligrosos como baterías y transformadores, los cuales serán retirados de la radiobase, almacenados en bodega hasta su disposición final con gestores autorizados.

El inadecuado manejo de estos desechos se ha calificado como un impacto potencial, negativo de baja magnitud e importancia si se aplican las medidas establecidas en el PMA propuesto en el Capítulo 4.

3.5.6 Impacto por incremento en las radiaciones electromagnéticas.

Se producirá un incremento en las radiaciones electromagnéticas en la zona pero este impacto será de baja magnitud e importancia. Al respecto, es conveniente para efecto de una objetiva valoración exponer criterios técnicos como los siguientes:

- El cálculo de la distancia de seguridad para la exposición poblacional está definida en el *Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación no Ionizante generadas por uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico. Registro Oficial N° 536 de marzo 2005*, donde se establece el Formulario para Estudio Técnico de Emisiones de RNI (cálculo de la distancia de seguridad)

- Para conocer con exactitud la dosis que se está recibiendo, se debe conocer la densidad de potencia de salida de la antena, es decir la potencia de emisión, y la distancia a la que está una persona o la inducción magnética.
- Algunas medidas realizadas en las proximidades de instalaciones celulares, especialmente aquellas con antenas montadas sobre torres, han mostrado que la densidad de potencia a ras de suelo está muy por debajo, hasta en 100 veces, de los límites, recomendados por el *Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación no Ionizante generadas por uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico Registro Oficial N° 536 de marzo 2005* (Fuente SUPERTEL)
- En los casos en que estas antenas se ubican en la azotea de los edificios es posible que en el ambiente existan otras señales, distintas a las de comunicaciones móviles, cuyos niveles superen el valor de 1 mW/cm². Sin embargo solo es posible encontrar niveles de exposición próximos a los límites de seguridad en zonas muy próximas a la antena y directamente enfrente de ella. (Fuente SUPERTEL)

3.5.7 Componente biótico

No se producirán impactos sobre flora y fauna como consecuencia de la operación de la radiobase. La zona de implantación forma parte del sector consolidado urbanístico del Cantón Daule donde la vegetación, flora y fauna no son elementos que conforman el espacio ecológico del sector.

3.5.8 Componente socio-económico

La etapa de operación de la radiobase demanda de baja cantidad de personal (un técnico para inspección y mantenimiento mensual), por lo que la generación de empleo es una acción positiva, localizada, temporal, directa pero de baja magnitud e intensidad, no despierta expectativas en la población en cuanto a las posibilidades de mejoramiento de salarios, o incremento de relaciones comerciales indirectas.

Desde el punto de vista económico el proyecto permitirá mejorar un servicio tan importante a un sector del Cantón Daule, el cual cuenta con un servicio adecuado, pero que requiere de

mejoras, lo cual se considera como un efecto altamente positivo, pues favorecerá al sistema socio-económico general del país y específico de la región.

No se esperan impactos reales en la fase de operación, ya que por lo que antecede, no se producirán emisiones, efluentes, en tanto que la radiación electromagnética generada no tiene un estado de definición frente a las posibles afectaciones a la salud poblacional, de acuerdo a la información existente a nivel mundial.

3.6 Mecanismos de Participación Ciudadana y Expectativas de la población.

Se realizó la Presentación Pública de los resultados del EIA, en cumplimiento a lo dispuesto en el *“Reglamento de Aplicación de los mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental, Decreto Ejecutivo No. 1040”*

3.7 Interpretación de la Matriz para la evaluación de los impactos ambientales.

La Matriz de Impacto que se presenta, permite la identificación y valoración de los impactos que por sus características pueden ser ajustados durante el desarrollo de las distintas fases del proyecto, realizando un análisis de las relaciones de causalidad entre una acción dada y sus efectos reales o potenciales sobre el entorno. Estos sistemas son de gran utilidad para valorar cualitativamente y cuantitativamente varias alternativas.

Uno de los ejes de la matriz contiene los componentes ambientales que pueden ser afectados por cualquier tipo de acción humana, el otro eje contiene la descripción del impacto.

En la matriz que se presenta en las Tablas 3.4 se valora la magnitud del impacto en una escala de ponderación de 1 a 3, valor que es positivo o negativo dependiendo del efecto sobre el componente ambiental respectivo y si éste es favorable o desfavorable para el medio. También se valora la importancia del impacto en una escala de ponderación de 1 a 3 para cada componente ambiental considerado. De esta manera, la matriz de impacto permite identificar los impactos más importantes que generarán la operación de la radiobase y del sistema.

Como se puede apreciar en la matriz 3.4, existen pocas condiciones negativas. Estas acciones son fundamentalmente temporales.

**MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES
FASE DE OPERACIÓN**

Componentes ambientales	Características del impacto							Valoración	
	Carácter	Tipo	Extensión	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad	Magnitud		
Componente físico									
Agua	----	----	----	----	----	----	----	----	
Suelos	----	----	----	----	----	----	----	----	
Atmósfera	----	----	----	----	----	----	----	----	
Ruido	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Generación de ondas electromagnéticas	Negativo	Directo	Localizado	Permanente	----	----	-1	-1	
Morfología y paisaje (Impacto visual)	Negativo	Directo	Localizado	Permanente	----	----	-1	-1	
Resechos no peligrosos	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Resechos peligrosos	Negativo	Directo	Localizado	Temporal	Reversible	----	-1	-1	
Componente biótico									
Flora	----	----	----	----	----	----	----	----	
Fauna	----	----	----	----	----	----	----	----	
Componente socio-económico y cultural									
Riesgos en salud y seguridad	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Empleo	Positivo	Directo	Localizado	----	----	----	1	1	
Mejoramiento de un servicio	Positivo	Directo	Extensivo	Permanente	----	----	3	3	
Recreación	----	----	----	----	----	----	----	----	
Actividades comerciales	----	----	----	----	----	----	----	----	
Percepción medio ambiental	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Servicios básicos	----	----	----	----	----	----	----	----	

Simbología:

ND = no definido

NS = no significativo

Total impactos positivos fase de operación: 2

Total impactos negativos fase de operación: 3

Valoración impactos positivos: 4

Valoración impactos negativos: -3

Fuente: Departamento Técnico de CONECEL

Tabla 3.4 Matriz de identificación y valoración de impactos ambientales en la fase de operación.

CAPITULO 4

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

El Plan de Manejo Ambiental (PMA), como herramienta de gestión ambiental, ha sido establecido para proteger los componentes del ecosistema natural que constituyen el entorno de las instalaciones de la radiobase DAULE 2 y su operación. El Plan propuesto tiene como objetivos:

- Minimizar los impactos sobre el entorno, derivados de las actividades de construcción de las obras civiles de la radiobase y durante la operación de estas instalaciones.
- Proporcionar un instructivo para el manejo de las actividades de operación de las instalaciones en condiciones ambientalmente eficientes que permitan preservar el entorno donde se ubica, a fin de cumplir con lo establecido en las Leyes y Reglamentos vigentes tanto en el área de las telecomunicaciones, como en los aspectos ambientales de competencia.
- Establecer el programa de mediciones ambientales que por la naturaleza de las instalaciones de telecomunicaciones se requieran en el futuro.
- Mantener un programa de seguimiento y evaluación de las medidas ambientales que se adopten, en concordancia con los objetivos generales y específicos de operación de las instalaciones.

El PMA propuesto tiene los siguientes programas:

- Plan de mitigación, prevención y control de impactos
- Plan de control y disposición de residuos
- Plan de monitoreo y seguimiento
- Plan de educación ambiental
- Plan de Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional (SHSO)
- Plan de Relaciones Comunitarias
- Plan de Contingencias
- Plan de abandono de las instalaciones

4.1 Plan de mitigación, prevención y control de impactos.

4.1.1 Fase de operación.

• Paisaje

1. Con la intención de lograr la mimetización con el entorno y para atenuar el impacto visual producido, luego de la instalación se ordeno pintar la torreta, los soportes, los cables, las antenas y demás implementos de color gris claro.
2. Se recomienda pintar el contenedor de los equipos de telecomunicaciones del color de la edificación y buscar una ubicación adecuada del mismo de tal forma que no sobresalgan del perfil de la fachada, a fin de minimizar su impacto visual.

4.2 Plan de control y disposición de residuos durante la fase de operación

4.2.1 Desechos sólidos no peligrosos

No se considera generación de desechos sólidos domésticos durante la operación de la radiobase, pero se induce que podría existir alguno originado por las labores de mantenimiento de las instalaciones.

Se recomiendan las siguientes medidas para el manejo de estos desechos:

1. Durante la fase de operación, se mantendrá en el sitio un recipiente fijo, de plástico o metal, que sirva para disposición temporal de residuos cuando se ejecuten las acciones de control de la radiobase y su mantenimiento, éstos residuos pueden ser: cartones, papel, tarrinas, etc. La cantidad de desechos durante esta fase será insignificante pero aportará a mantener un aceptable valor escénico del sitio de implantación de la radiobase. El desalojo del recipiente será de responsabilidad del usuario o del técnico que realice el mantenimiento. El responsable que ingresa a la radiobase deberá llenar una Hoja de Registro de los desechos no peligrosos que se generan y se entregará junto al informe de mantenimiento. En esta hoja de registros se indicará además el sitio de disposición final de estos residuos. Los cables, equipos eléctricos, luces, contactores, que puedan ser reutilizados se almacenarán en las bodegas del proveedor de mantenimiento hasta su uso y el material que no puede ser reciclado se almacenarán en bodega hasta disponer de gestores autorizados por el Ministerio del Ambiente para la disposición final de estos desechos. El

responsable del mantenimiento incluirá al informe de mantenimiento el registro con los datos de los desechos que se generen y su disposición final.

4.2.2 Desechos peligrosos

Los residuos peligrosos que se generarán por el funcionamiento de la radiobase son: las baterías de los equipos de telecomunicaciones, transformadoras y desechos de pintura que se generarán durante el mantenimiento de las instalaciones y equipos.

Se recomiendan las siguientes medidas para el manejo de estos desechos:

1. Las baterías se almacenarán en la respectiva bodega, en un sitio con protecciones anti derrame, ventilado y cubierto, independiente del resto de material almacenado, hasta realizar la entrega a gestores autorizados por el Ministerio del Ambiente.
2. Los transformadores se almacenarán en la bodega, en un sitio con protección anti derrame, ventilado y cubierto, independiente del resto del material almacenado. Los transformadores se mantendrán almacenados hasta que el Ministerio del Ambiente disponga de gestores autorizados para este tipo de desechos.
3. Los residuos de pintura deberán ser acumulados en recipientes rotulados en la bodega del contratista de mantenimiento y se deberán entregar a los gestores autorizados.

4.2.3 Residuos líquidos

1. No se producirán aguas servidas domésticas durante la fase de operación, ya que los equipos tienen autonomía de funcionamiento y requieren control periódico de corto tiempo, de modo que no se espera mantener operadores permanentemente en el sitio donde se ubican los equipos.
2. Las aguas lluvias pueden ser descargadas a través del drenaje de aguas lluvias de la terraza donde se ubica la torreta.
3. Puesto que no se generarán aguas residuales de procesos durante la fase de operación, el control de calidad de las aguas, no será necesario de acuerdo a lo establecido en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, en lo referente al recurso agua Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: recurso agua, Anexo 1, Libro VI, De la Calidad Ambiental).

4.3 Plan de monitoreo.

4.3.1 Medio físico.

Este plan tiene como objetivo el monitoreo sistemático de las instalaciones durante la operación, de modo que las condiciones en lo posible se mantengan dentro de los parámetros establecidos en las leyes ambientales vigentes.

El monitoreo ambiental durante la fase de operación estará dirigido en especial a los componentes aire y ruido, y se ejecutará a través de inspecciones técnicas de la obra civil. Por la dimensión de ésta, no se requiere realizar mediciones instrumentales.

La obra civil es muy reducida, de modo que no se considera necesario establecer alguna frecuencia de monitoreo de calidad de aguas.

Puesto que no existen procesos de combustión ni mecanismos generadores de emisiones en la fase de operación, no será necesario imponer sistemas de control de calidad del aire en términos de especies químicas ni material particulado.

El ruido como desecho energético es insignificante en este tipo de instalaciones, por lo que no requiere de seguimiento ni monitoreo durante la fase de operación, sin embargo se realizará una medición de ruido en un punto dentro de las instalaciones y un punto fuera de ellas con una frecuencia anual.

4.3.2 Monitoreo de radiación electromagnética en las instalaciones.

En la fase de operación, el monitoreo de la emisión de ondas electromagnéticas (RNI) será realizado por la Superintendencia de Telecomunicaciones, SUPERTEL, en la frecuencia establecida por este organismo o cuando existan modificaciones en la radiobase, de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnicas Ambientales para prevención y control de la contaminación Ambiental, Registro oficial N° 41 del 14/03/2007.

4.4 Plan de educación y capacitación ambiental.

Todos los involucrados deben acatar las disposiciones de Seguridad Industrial y Control Ambiental que para el efecto se colocarán en forma de avisos y letreros ubicados en lugares visibles del sitio de operación.

El Plan de Educación Ambiental general se resume en las siguientes actividades:

- Reuniones de trabajo para discutir temas sobre Seguridad Industrial y disposiciones y políticas ambientales empresariales.
- Inducción al personal y contratistas futuros sobre los procedimientos de seguridad para trabajos eléctricos y de altura, los cuales se adjuntan en el Anexo C.
- Inducciones cortas sobre el Plan de Manejo ambiental que incluye: manejo de desperdicios sólidos y manejo de riesgos de accidentes durante la operación de la radiobase, dirigidos al personal encargado de operación y mantenimiento de las instalaciones y transportadores permanentes de insumos requeridos.

La programación y seguimiento del cumplimiento de estas actividades deberán estar liderados por un departamento técnico especialista en el área.

Durante la etapa de operación de la radiobase, se realizarán las siguientes capacitaciones:

- Plan de Manejo Ambiental.
- Plan de manejo de desechos.
- Seguridad Industrial.
- Uso de Equipos de Protección Personal: protectores auditivos, casco, guantes, botas y arnés de seguridad, según el tipo de mantenimiento que se realice a la radiobase.

Se mantendrán registros de las capacitaciones, las que incluyen el nombre de los capacitados, fecha, tema tratado y responsable.

4.5 Plan de relaciones comunitarias.

Con el fin de desarrollar las actividades con normalidad en un plano de armonía y sin afectar a la comunidad del área de influencia, se deberán realizar las siguientes actividades durante la operación de la radiobase.

- Realizar charlas comunitarias siempre y cuando sean solicitadas por la comunidad aledaña o el Municipio del Cantón Daule.
- Difusión en una página web el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental de la red de telefonía celular en el país.

4.6 Plan de compensación y rehabilitación

Este plan no aplica puesto que el proyecto no afectará a áreas verdes, con flora y fauna nativas.

4.7 Plan de Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional

Se deberán respetar las siguientes reglas básicas de Seguridad e Higiene:

- Mantener la señalización interna y externa perfectamente visible en todos los lugares de la radiobase.
- Implementar carteles y señales de seguridad de acuerdo a las normas nacionales e internacionales vigentes para:
 - ✓ Las zonas de riesgo.
 - ✓ Las zonas de seguridad.
 - ✓ Zonas restringidas.
 - ✓ Vías de ingreso.
 - ✓ Zona de rebasamiento.
 - ✓ Zona ocupacional.
 - ✓ Extintores portátiles de incendio.
 - ✓ Salidas de emergencia entre otros.
 - ✓ No es permitido fumar dentro de las instalaciones.
 - ✓ No es permitido el consumo de bebidas alcohólicas o el uso no autorizado de drogas dentro de los límites de las instalaciones.
 - ✓ Armas de fuego u otro tipo de arma no son permitidas en las instalaciones.
 - ✓ Si es observado un acto o situación insegura inmediatamente éste debe ser informado al personal del departamento técnico.
 - ✓ El personal debe hacer uso correcto del equipo de protección personal: protectores auditivos, casco, guantes, botas y arnés de seguridad, según el tipo de mantenimiento que se realice a la radiobase.

La radiobase dispondrá de un extintor contra incendio tipo CO2 de 10 lbs, que se ubicará en un sitio estratégico.

4.8 Plan de Contingencias

El Plan de Contingencias para la radiobase, debe ser previsto para una adecuada respuesta a los contratiempos previsibles, accidentes y emergencias.

Como resultado de las operaciones de una radiobase, pueden ocurrir las siguientes contingencias:

- Emisiones elevadas de radiación electromagnética por variaciones de campo eléctrico o magnético o cambios en la frecuencia de las instalaciones.
- Accidentes de trabajo involuntario o por efectos de catástrofes naturales.
- Incendio o defectos de equipos, debido a descuido del personal o por causas premeditadas.

4.8.1 Objetivos

Para este tipo de instalaciones se requiere un plan de contingencias cuyos objetivos

Son:

- Prevenir, mitigar y controlar las emisiones de radiación electromagnética sobre el medio inmediato.
- Prevenir, mitigar y controlar situaciones de emergencia producidas por derrames ocasionales de electrolitos de las baterías y aceites lubricantes o incendios en las instalaciones y en el entorno de la radiobase.
- Proporcionar a los organismos de dirección una respuesta inmediata ante situaciones imprevistas que pueden causar afectación a los recursos de la zona de implantación, como resultado del funcionamiento de las instalaciones de la radiobase.

4.8.2 Análisis de riesgos

El objetivo es prevenir y reducir los accidentes debidos a factores operacionales y naturales. Para determinar la posibilidad de ocurrencia de accidentes, es necesaria una evaluación periódica de las condiciones de operación de las instalaciones, revisión de las bases y la estructura de la torreta, a fin de determinar las contingencias que podrían producirse por factores operacionales, entre los cuales se deben considerar:

Inestabilidad y falla de la torreta, caída de esta o desprendimiento de las antenas, fallas humanas, instalaciones eléctricas inadecuadas o desestabilización del terreno.

La evaluación de riesgos incluirá un análisis que garantice su reducción o eliminación mediante el cumplimiento de controles periódicos de la calidad de las instalaciones que deberán ser efectuados por personal capacitado, o en su defecto por un contratista externo.

4.8.3 Acciones y prioridades

Dentro del Plan de Contingencias para el control ambiental de las instalaciones se establecerán las acciones y prioridades que se indican a continuación:

- Protección de las vidas humanas, considerando entre otros, los riesgos por emisión de radiación electromagnética.
- Protección a la propiedad pública y los recursos ambientales.
- Mejoramiento de los sistemas de seguridad y protección contra incendios.
- Conformación de una brigada para atacar las contingencias

4.8.4 Acciones a desarrollarse ante las contingencias operacionales.

Ocurrida una contingencia como las citadas antes se deberán tomar las acciones siguientes:

- Aumento excesivo de radiación electromagnética por cambios operacionales.

El personal técnico a cargo de las instalaciones deberá cortar su señal hasta que el problema sea superado y los niveles de radiación alcancen los valores establecidos en la línea base ambiental de la zona de operación.

No se permitirá personas no autorizadas en el interior de las instalaciones y hasta 50 metros desde el sitio donde se ha producido la contingencia.

Luego de restaurado el servicio, dos horas después deberá realizarse una medición de control de los parámetros de campo eléctrico y campo magnético.

- Caída de la torreta o incendio en las instalaciones.

Aún cuando en la zona de operación de las instalaciones los vientos no tienen velocidades altas, la estructura de cimentación será suficientemente segura y no se esperarían contingencias como la señalada, no se esperarían incendios no premeditados, sin embargo si estas contingencias ocurren, se tomarán las siguientes acciones:

- Desconectar todas las fuentes de alimentación de energía para evitar cortocircuitos y afectaciones a las conexiones eléctricas de las instalaciones.

- Retirar las antenas.
- Revisar la torreta en toda su armadura y retirar las estructuras dañadas, reemplazarlas y proceder a la instalación total desde las bases.
- Bloquear el cuarto de baterías para evitar su contacto con otros elementos.
- Retirar las bases de concreto y estructurar las nuevas bases con los refuerzos que sean del caso. Los escombros serán retirados del lugar y dispuestos en el lugar que asigne el Municipio de Daule.

En caso de incendios se seguirá el mismo procedimiento pero además se efectuará un ataque directo al fuego desde la fuente y en el área de propagación usando el extintor contra incendios o agua de estar disponible en el sitio.

- Derrames de electrolitos de las baterías

Si se produce esta contingencia, considerando el carácter ácido del líquido derramado, el operador o individuo que sea responsable del control del derrame deberá usar guantes de protección, antes de proceder al control del derrame.

Puesto que la cantidad de electrolito no es significativa (en casos extremos el derrame puede ser de hasta 10 litros de solución ácida), se deberá disponer en el sitio de agua suficiente para provocar la dilución del ácido y evitar su acción agresiva sobre los individuos.

El sitio donde ocurrió el derrame debe ser lavado con agua en cantidad suficiente para evitar la acción agresiva del ácido sobre suelos con plataforma de cemento.

4.8.5 Reportes de accidentes-incidentes.

El propósito de elaborar reportes de accidentes – incidentes, es determinar las causas que lo provocaron, prevenir que vuelvan a ocurrir, alertar a otras localidades y por sobre todo, estimular las ideas para mejorar y realizar operaciones seguras. Se define como accidente a todo evento indeseable y no planificado que ocasiona daño a una persona y/o perjuicio a la propiedad o al medio ambiente. Incidente es todo evento indeseable que puede ocasionar o resultar en un accidente.

A fin de mantener un control adecuado de un accidente – incidente y tomar las medidas técnicas más acertadas, se deberá, por parte del encargado de la operación de la radiobase,

llenar un formulario denominado “Reporte de Incidentes”, cuyas características serán definidas de acuerdo a los manuales de operación existentes.

4.9 Plan de abandono de las instalaciones.

Este plan tiene como objetivo el definir procedimientos para que se desarrolle el proceso de abandono de las instalaciones de modo que no sean afectadas las condiciones ambientales establecidas en la Línea Base Ambiental de las instalaciones.

En el proceso de desocupación del sitio, se deberá retirar todos los equipos disponibles, empezando primeramente con el desalojo de los equipos de RF y los equipos de alimentación, para después empezar con la desconexión de las líneas de transmisión que van desde la caseta hasta las antenas. Después se deberá desensamblar la torreta, empezando desde la parte más alta de la misma. Finalmente, se procederá a la eliminación de la construcción del cuarto de equipos.

Los residuos de paredes, cimentaciones y otros, serán evacuados del lugar al sitio que determine el Municipio de Daule. Se cuantificarán los desechos y se llevará un registro que será entregado al departamento municipal que corresponda. Toda el área deberá ser restituida.

Todas las acciones de desalojo de la obra civil que se ejecutarán, solo serán factibles si no hay otra alternativa de uso de ésta, siempre que lo que sea decidido no afecte al entorno inmediato.

El abandono de las instalaciones deberá ser oportunamente notificado a los organismos de telecomunicaciones (SENATEL y CONATEL) y al Municipio de Daule.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Como resultado de las inspecciones técnicas efectuadas al sitio de operación de la radiobase DAULE 2, se concluye que el proyecto es técnicamente factible, ya que las necesidades de mantener la cobertura del servicio de telefonía celular de la empresa identifica este sitio como idóneo para el enlace de cobertura con otras estaciones ubicadas en la zona geográfica donde opera la misma.

Desde el punto de vista ambiental, la construcción y operación de estaciones de telefonía móvil, son acciones de bajo impacto, donde las afectaciones que pueden ocurrir sobre el entorno solo son temporales en el proceso de construcción, son de bajo nivel ocupacional, no inciden negativamente en la economía de los centros poblacionales involucrados con el proyecto.

En lo que respecta a la emisión de ondas electromagnéticas, los niveles de radiación electromagnética medidos en este tipo de instalaciones son muy inferiores a los límites poblacionales establecidos por la legislación ecuatoriana.

Es por lo indicado que el proyecto de instalación de la radiobase DAULE 2 es técnica y ambientalmente factible.

5.2 Recomendaciones

Para minimizar el impacto que toda obra de infraestructura genera sobre el medio socioeconómico que le rodea, se recomienda tomar en consideración las siguientes acciones, cuyo objetivo es el de aumentar el nivel de desempeño ambiental, evitando conflictos con los grupos poblacionales y organismos de control:

- Realizar los monitoreos ambientales recomendados en el PMA del proyecto, manteniendo registros de su ejecución.
- Dar a conocer a las autoridades que correspondan sobre el funcionamiento tendiente a demostrar que las instalaciones no ejercen influencia negativa sobre el entorno inmediato.

- Disponer adecuadamente los desechos no peligros y peligrosos que se generen por la operación de la radiobase.

5.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- M.I. Municipalidad del Cantón Daule, Unidad de medio Ambiente.
- Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación no Ionizante generadas por uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico. Registro Oficial N°. 536 de marzo 2005.
- Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, emitido mediante Decreto Ejecutivo No. 3399 del 28 de noviembre de 2002, publicado en el Registro Oficial No.725 del 16 de diciembre del 2002.
- Tratado del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid. Tomo IV. 1981.
- Manual de medidas acústicas y control del ruido. Tomes I y II. Cyril M. Harris. McGraw-Hill. España. 1995.
- Mariano Seoánes Calvo, 1995. Auditorías Medioambientales y Gestión Medioambiental de la Empresa, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Recomendación del Consejo de 12 de julio de 1999 (DOCE 30-7-99), relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (CEM) de 0 Hz a 300 GHz. España. 1999.
- Industria, Campos Electromagnéticos y Salud B. Ribas, O. García Arribas, M. Pérez Calvo, E.L.B. Novelli, L.P. Rodríguez y E. Varela. Industria Farmacéutica, 15 (2), 75- 83, 2000. ISSN: 0213-5574.
- J.A. D'Andrea: Behavioral evaluation of microwave irradiation. Bioelectromag., 20, 64- 74, 1999.
- Mariano Seoánes Calvo. Ingeniería del Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 1996.
- ICNIRP: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields
- <http://www.monografias.com/trabajos55/radiaciones-electromagneticas/radiaciones-electromagneticas.shtml#radiac>

- <http://www.ni.com/multisim/>.
- <http://www.ingenieria-electronica.com>

5.4 GLOSARIO DE TÉRMINOS Y SIGLAS

- ❖ **Aguas residuales:** Aguas resultantes de actividades industriales que se vierten como efluentes.
- ❖ **Ambiente:** Conjunto de elementos bióticos y abióticos, y fenómenos físicos, químicos y biológicos que condicionan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos. Generalmente se le llama medio ambiente.
- ❖ **Área de influencia:** Comprende el ámbito espacial en donde se manifiestan los posibles impactos ambientales y socioculturales ocasionados por las actividades hidrocarburíferas.
- ❖ **Área de influencia directa:** Comprende el ámbito espacial en donde se manifiesta de manera evidente, durante la realización de los trabajos, los impactos socio ambientales.
- ❖ **Campos electromagnéticos:** Se denominan a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo, de frecuencias de hasta 300 GHz.
- ❖ **Clima:** Estado medio de los fenómenos meteorológicos que se desarrollan sobre un espacio geográfico durante un largo período. Está determinado por una serie de factores: inclinación del eje terrestre, proporción tierra-mar, latitud, altitud, exposición a los vientos, etc., y se encuentra articulado a un conjunto de elementos tales como presión, humedad, temperatura, pluviosidad, nubosidad, etc.
- ❖ **Contaminación:** Proceso por el cual un ecosistema se altera debido a la introducción, por parte del hombre, de elementos sustancias y/o energía en el ambiente, hasta un grado capaz de perjudicar su salud, atentar contra los sistemas ecológicos y organismos vivientes, deteriorar la estructura y características del ambiente o dificultar el aprovechamiento racional de los recursos naturales.

- ❖ **Desecho:** Denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales o basuras procedentes de la actividades humanas o bien producto que no cumple especificaciones. Sinónimo de residuo.
- ❖ **Efluente:** Que fluye al exterior, descargado como desecho con o sin tratamiento previo; por lo general se refiere a descargas líquidas hacia cuerpos de aguas superficiales.
- ❖ **Emisión:** Es la radiación producida por una única fuente de radiofrecuencia de una estación radioeléctrica fija.
- ❖ **Estación radioeléctrica fija:** Estación que utiliza frecuencias específicas asignadas para su operación con coordenadas geográficas fijas. Se compone de equipos transmisores y receptores, elementos radiantes y estructuras de soporte necesarios para la prestación del servicio de telecomunicaciones.
- ❖ **Estudio de Impacto Ambiental:** Documento Técnico que proporcionan información que permiten la predicción e identificación de los impactos ambientales, así como el planteamiento de las medidas ambientales más adecuadas, para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales negativos de cualquier actividad, en el marco de un plan de manejo.
- ❖ **Estructuras de soporte:** Término genérico para referirse a torres, mástiles, o edificaciones en las cuales se soportan las estaciones radioeléctricas.
- ❖ **Exposición poblacional:** Se define como la exposición poblacional a los niveles de emisiones de radiación no ionizantes que se aplican a la población o público en general cuando las personas expuestas no puedan ejercer control sobre dicha exposición.
- ❖ **Geomorfología:** Estudia las formas superficiales de la tierra, describiéndolas (morfoloía), ordenándolas e investigando su origen y desarrollo (morfogénesis).
- ❖ **Gestión ambiental:** Conjunto de políticas, estrategias, normas, actividades operativas y administrativas de planeamiento, financiamiento y control estrechamente vinculadas y orientadas a lograr la máxima racionalidad en los procesos de conservación y protección del medio ambiente para garantizar el desarrollo sustentable, ejecutadas por el Estado y la sociedad.

- ❖ **Intensidad de campo eléctrico:** Fuerza por unidad de carga que experimenta una partícula cargada dentro de un campo eléctrico. Se expresa en voltios por metro (V/m).
- ❖ **Intensidad de campo magnético:** Magnitud vectorial axial que junto con la inducción magnética, determina un campo magnético en cualquier punto del espacio. Se expresa en amperios por metro (A/m).
- ❖ **BTS:** Las estaciones base de telefonía móvil son radios bidireccionales multicanal de baja potencia, es decir, emiten y reciben varias señales a la vez. Las Estaciones Base cubren un área de terreno conocido como “celda”. Las celdas son más grandes en terrenos llanos donde la señal no se ve interrumpida por obstáculos del terreno o edificios. Cuando una persona que está usando el móvil, se traslada, la señal de radiofrecuencia pasa de una Estación Base a otra, permitiendo una comunicación continua.
- ❖ **GSM** son las siglas de *Global System for Mobile communications* (Sistema Global para las comunicaciones Móviles), es el sistema de teléfono móvil digital más utilizado y el estándar de facto para teléfonos móviles en Europa.
- ❖ **Límites máximos de exposición:** Valores máximos de las intensidades de campo eléctrico y magnético o la densidad de potencia asociada con estos campos, a los cuales una persona puede estar expuesta.
- ❖ **Límite permisible:** Valor máximo de concentración de elemento(s) o sustancia(s) en los diferentes componentes del ambiente, determinado a través de métodos estandarizados, y reglamentado a través de instrumentos legales.
- ❖ **Monitoreo (ambiental):** Seguimiento permanente mediante registros continuos, observaciones y mediciones, muestreos y análisis de laboratorio, así como por evaluación de estos datos para determinar la incidencia de los parámetros observados sobre la salud y el medio ambiente.
- ❖ **Nivel de emisión:** Valor promedio de la intensidad de campo eléctrico o magnético en la zona de acceso a una estación radioeléctrica fija, la cual opera a una frecuencia específica. Este valor se obtiene con un medidor de banda angosta. Densidad de potencia: Potencia por unidad de superficie normal a la dirección de propagación de la onda electromagnética, en Watts por metro cuadrado (W/m²)

- ❖ **Plan de Manejo Ambiental:** Documento que establece en detalle y en orden cronológico las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos, o acentuar los impactos positivos causados en el desarrollo de una acción propuesta. Por lo general, el plan de manejo ambiental consiste de varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto propuesto.
- ❖ **Radiación No Ionizante (RNI):** Incluye todas las radiaciones y campos del espectro electromagnético que no poseen la suficiente energía para producir la ionización de materia. Se caracterizan por poseer longitudes de onda mayores de 100 nanómetros.
- ❖ **Residuos peligrosos:** Aquellos residuos que debido a su naturaleza y cantidad son potencialmente peligrosos para la salud humana o el medio ambiente. Requieren un tratamiento o técnicas de eliminación especial para terminar o controlar su peligro.
- ❖ **Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: recurso agua,** cuyo objetivo es proteger la calidad de este recurso para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, ecosistemas y ambiente en general, estableciendo los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado; criterios de calidad de aguas y métodos-procedimientos para determinar presencia de contaminantes. (Anexo 1, Libro VI, De la Calidad Ambiental)
- ❖ **Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados,** cuyo objetivo es preservar la calidad del suelo determinando normas generales para suelos de distintos usos; criterios de calidad y remediación para suelos contaminados. (Anexo 2, Libro VI, De la Calidad Ambiental).
- ❖ **Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión,** las cuales establecen límites permisibles de emisiones de aire desde diferentes actividades y provee herramientas de gestión destinadas a promover el cumplimiento de valores de calidad del aire ambiental. (Anexo 3, Libro VI, De la Calidad Ambiental).

- ❖ **Norma de Calidad de Aire Ambiente**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel del suelo. (Anexo 4, Libro VI, De la Calidad Ambiental).
- ❖ **Límites máximos permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y para vibraciones**, que establecen los niveles de ruido máximo permisibles y métodos de medición de estos niveles, así como proveen valores para la evaluación de vibraciones en edificaciones. (Anexo 5, Libro VI, De la Calidad Ambiental)
- ❖ **Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición final de desechos sólidos no-peligrosos**, que estipula normas para prevenir la contaminación del agua, aire y suelo, en general. (Anexo 6, Libro VI, De la Calidad Ambiental).
- ❖ Reglamento de protección de emisiones de radiación no ionizante generadas por el uso de frecuencias del espectro radioelétrico, Resolución del CONATEL N° 1 publicada en el Registro Oficial No. 536 del 3 de marzo de 2005).

5.5 SIGLAS

- ❖ **CONATEL:** Consejo Nacional de Telecomunicaciones del Ecuador.
- ❖ **dBA:** Decibel (dB), Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o de intensidad sonora.
- ❖ **GSM:** Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM) es un sistema estándar para comunicación utilizando teléfonos móviles que incorporan tecnología digital.
- ❖ **INAMHI:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- ❖ **NPSeq:** niveles promedio de presión sonora equivalente.
- ❖ **Supertel:** Superintendencia de Telecomunicaciones.
- ❖ **Conatel:** Consejo Nacional de Telecomunicaciones.
- ❖ **TULAS:** Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, según Decreto Ejecutivo DE-3516, publicado en el RO-E 2 del 31 de marzo de 2003.

Anexos

Anexo A
Fotografías



Vista de frente de la radiobase



Cuarto de Generadores



Antena de la Radiobase

Anexo B
Reportes de Laboratorios

Mediciones del Nivel de Presión Sonora

En el predio donde opera la radiobase DAULE 2 se realizaron mediciones en los cuatro linderos para la determinación de los Niveles de Presión Sonora Equivalente en el ambiente externo durante 15 minutos. Los puntos fueron designados de la siguiente manera:

R1: Lindero Norte.

R2: Lindero Sur.

R3: Lindero Este.

R4: Lindero Oeste.

Nivel de Presión Sonora Equivalente (NPSeq) en el Punto R1

Hora	NPSeq (dBA)	Observaciones
11:15	59,4	Ruido producido por tráfico vehicular y actividades de los moradores

Nivel de Presión Sonora Equivalente (NPSeq) en el Punto R2

Hora	NPSeq (dBA)	Observaciones
11:30	56,7	Ruido producido por tráfico vehicular y actividades de los moradores

Nivel de Presión Sonora Equivalente (NPSeq) en el Punto R3

Hora	NPSeq (dBA)	Observaciones
11:45	55,7	Ruido producido por tráfico vehicular y actividades de los moradores

Nivel de Presión Sonora Equivalente (NPSeq) en el Punto R4

Hora	NPSeq (dBA)	Observaciones
12:00	61,0	Ruido producido por tráfico vehicular y actividades de los moradores

Niveles de Presión Sonora Equivalente en la RADIOBASE DAULE 2

Descripción del lugar de monitoreo: RADIOBASE DAULE 2
 Hora de Inicio: 11h15

No. de mediciones	R1 (dBA)	R2 (dBA)	R3 (dBA)	R4 (dBA)	Observaciones
1	57,2	55,1	57,3	62,8	Ruido producido por tráfico vehicular y actividades de los moradores
2	52,1	62	59,4	63,2	
3	59,7	54,1	53,2	58	
4	67,7	56,1	55	59,5	
5	59,9	59	61,2	61,3	
6	52,9	57,3	53,5	59,4	
7	53,9	58,8	53,4	61,3	
8	56,9	57,4	51,9	60,4	
9	59,1	53,7	55,1	63,4	
10	53,4	53,3	54,3	64,5	
NPSeq Promedio	59,4	56,7	55,7	61,0	

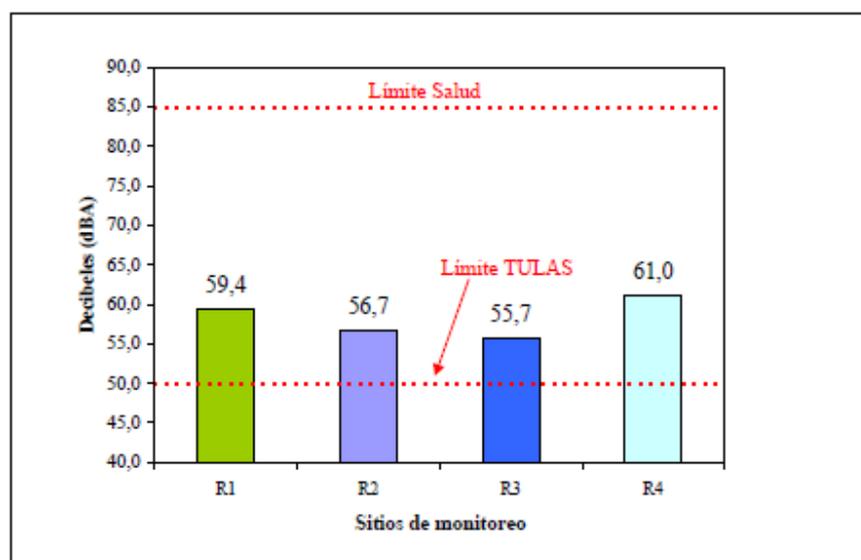
Punto R1: Lindero Norte

Punto R2: Lindero Sur

Punto R3: Lindero Este

Punto R4: Lindero Oeste

Configuración de los NPSeq en la RADIOBASE DAULE 2



INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS (NPSeq).

El predio donde opera la radiobase DAULE 2 se encuentra en una zona residencial. Para este tipo de zona se establece en el Anexo 5 del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, publicado en el RO-E 2 del 31 de marzo de 2003, que para un período laboral diurno de 06H00 a 20H00 el nivel máximo permisible de presión sonora es de **50 dBA**.

De acuerdo a las mediciones realizadas el día 3 de Agosto del 2010 en los linderos del predio de la radiobase DAULE 2 se concluye que el Nivel de Presión Sonora Equivalente determinado se encuentra sobre el nivel máximo permisible establecido en la norma anteriormente descrita, para los puntos R1, R2, R3 y R4 debido a la influencia del tráfico vehicular en el sector.

Mediciones de Radiación No Ionizante

- **Generalidades**

El día 3 de Agosto del 2010 se realizó la medición de radiación No Ionizante en las instalaciones de la RADIOBASE DAULE 2.

- **Sitio de medición**

Los sitios determinados para la realización de las mediciones fueron los siguientes:

Interno.- Se hizo una medición en el interior de la radiobase.

Externo.- Se efectuaron cinco mediciones de radiación en los alrededores de la radiobase para determinar la incidencia de ésta hacia el entorno.

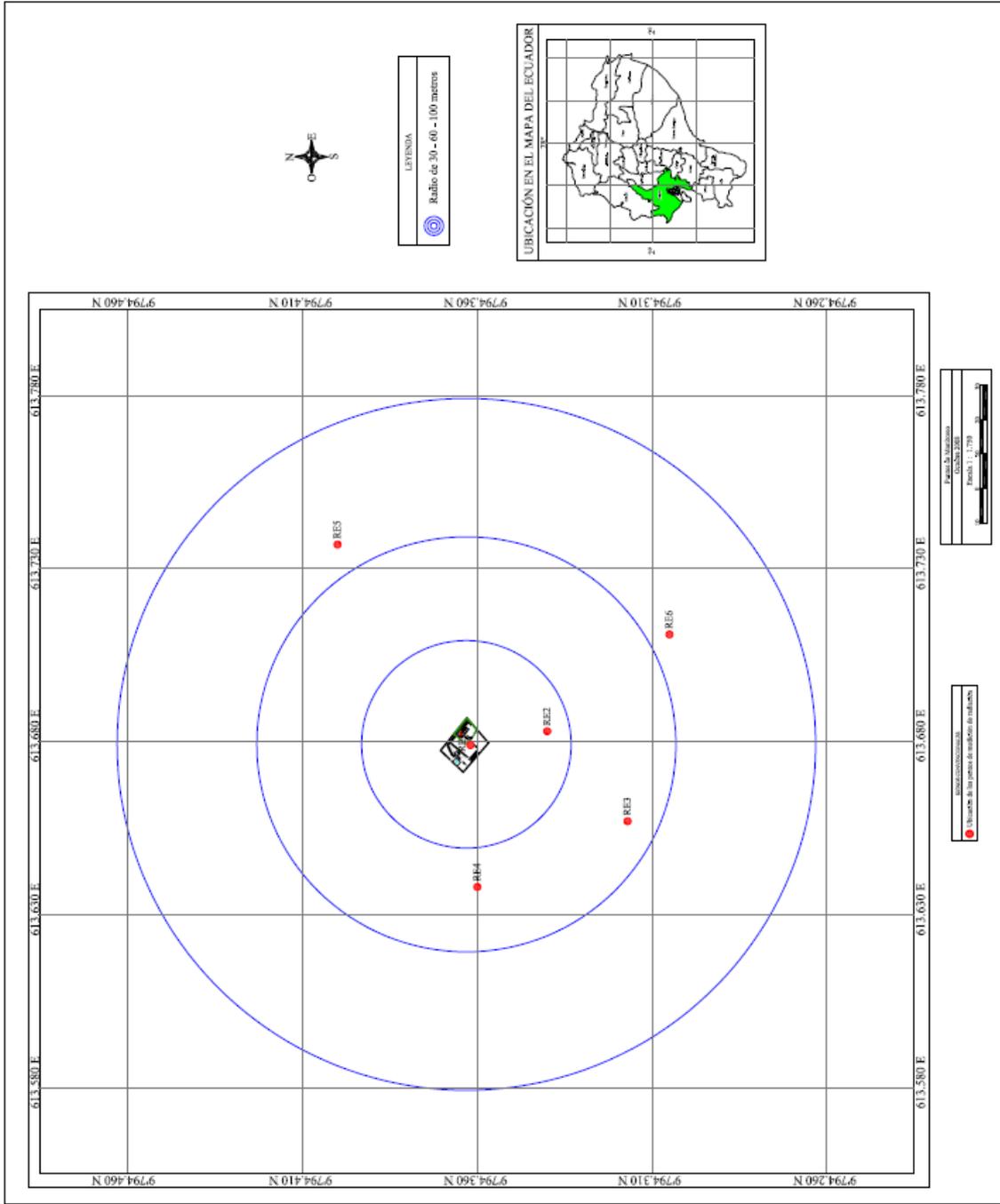


Figura Anexo B.- Leyenda de Radiobase.

Niveles de Radiación No Ionizante en la Radiobase DAULE 2

Descripción del lugar de monitoreo: RADIOBASE DAULE 2

Hora de Inicio: 11H15

Punto de medición	Coordenadas UTM		Campo Eléctrico V/m		Campo Magnético A/m		Densidad de Potencia S W/m ²	
	E	N	Avrg	Máx	Avrg	Máx	Avrg	Máx
P1	613.679	9'794.362	0,16	0,17	0,0004	0,0005	0,0001	0,0001
P2	613.683	9'794.340	0,14	0,19	0,0003	0,0003	0,0001	0,0001
P3	613.657	9'794.317	0,12	0,18	0,0002	0,0004	0,0001	0,0001
P4	613.638	9'794.360	0,14	0,17	0,0003	0,0004	0,0001	0,0001
P5	613.737	9'794.400	0,15	0,18	0,0004	0,0004	0,0001	0,0001
P6	613.711	9'794.305	0,18	0,21	0,0003	0,0005	0,0001	0,0001

Figura 1. Niveles de Campo Eléctrico en la RB DAULE 2

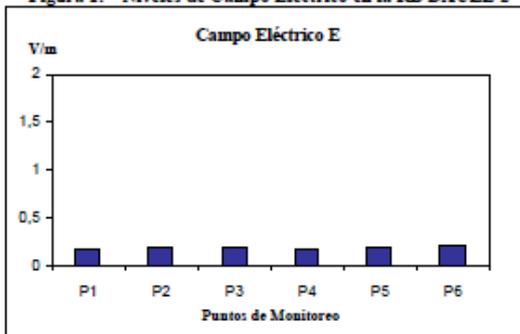


Figura 2. Niveles de Campo Magnético en la RB DAULE 2

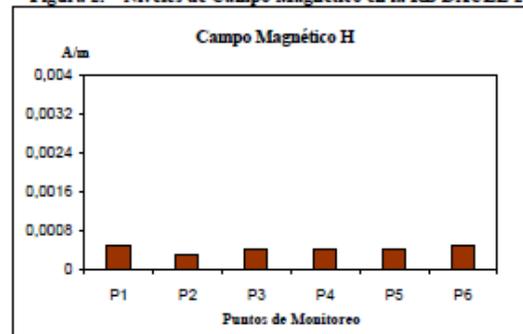
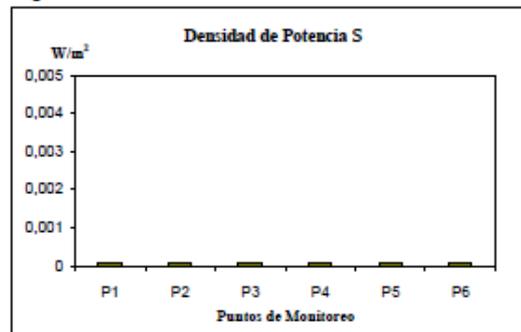


Figura 3. Niveles de Densidad de Potencia en la RB DAULE 2



INTERPRETACION DE RESULTADOS.

La medición de radiación No Ionizante se realizó de acuerdo a lo estipulado en el Registro Oficial N° 536 - del 3 de marzo de 2005. La antena de la Radiobase “DAULE 2” utiliza una frecuencia de operación de 850 MHz y según el reglamento debe cumplir por el tipo de exposición Poblacional los siguientes niveles de radiación No Ionizante:

- Intensidad de Campo Eléctrico (E): 40,09 V/m.
- Intensidad de Campo Magnético (H): 0,1079 A/m
- Densidad de Potencia de onda plana: 4,25 (W/m²)

Luego de la medición realizada y del tratamiento de los resultados en los sitios indicados se determinó que los valores monitoreados de radiación No Ionizante, están por debajo del límite establecido en la Legislación vigente mencionada. Los valores de radiación No Ionizante registrados se presentan en la Tabla 1 y su representación gráfica de los valores de Campo Eléctrico, Campo Magnético y Densidad de Potencia en las Figuras 1, 2 y 3 respectivamente.

Anexo C
Equipos de Medición

Sonómetro Integrado Tipo I



Características Generales:

- Sonómetro Digital
- Tipo II
- Cumple con normas ANSI S1.4 1983 Type 2A Standard y IEC 651 Type 2
- Ideal para realizar estudios bajo la norma 011-STPS-2001 de una manera precisa y eficiente.

Especificaciones:

- Ponderación: dB A dB B y dB C
- Respuesta: Rápida, Lenta e Impulso.
- Rango de medición: 30 130 Dba
- Rango dinámico de 70 dB en 2 sub-rangos de: 30-100 dB y 50-130 dB
- Funciones SPL y LMAX
- Ficha Técnica: "CEL 240"

Medidor de radiación con sonda triaxial para campos magnéticos



Especificaciones Técnicas

Rangos de medición	micro Tesla:	0 ... 20 μ T / 0 ... 200 μ T / 0 ... 2000 μ T
	mili Gauss:	0 ... 200 mGs / 0 ... 2000 mGs / 0 ... 20000 mGs
Resolución	0,01 / 0,1 / 1 μ T (dependiendo del rango) 0,1 mGs / 1 mGs / 10 mGs	
Precisión	$\pm 4\%$ + 3 d (en rango 20 μ T y 200 mG) $\pm 5\%$ + 3 d (en rango 200 μ T y 2000 mGs) $\pm 10\%$ + 5 d (en rango 2000 μ T y 20000 mGs) Las precisiones dadas se refieren a: 50 - 60 Hz y < 3 V/m (RF).	
Frecuencia	30 ... 300 Hz	
Pantalla	Pantalla LCD	
Alimentación	1 batería de 9 V	
Dimensiones	medidor de campos magn.: 195 x 68 x 30 mm sonda: 225 x 75 x 55 mm	

Anexo D
Plano de Ubicación de la Radiobase



Anexo E
Resumen de tesis