

# **UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA PREVIO A LA OBTENCION DEL  
TITULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**Elaboración de un mapa de Contaminación acústica del Distrito  
Metropolitano de Quito - Sur**

---

**Utilizando Sistemas de Información Geográfica**

**AUTOR: José Francisco Díaz Izurieta  
DIRECTORA: Ing. Katty Coral**

**Quito-Ecuador  
2009**

Dedico este trabajo a mi familia,  
en especial a mi tío Audberto Izurieta  
que descanse en paz y de Dios goza.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradezco a Dios por bendecirme y ayudarme a culminar mi carrera

Agradezco a mis padres y a mi tío Juan Izurieta que han sabido guiarme por el camino del optimismo, perseverancia y han confiado en mi proporcionándome su apoyo total e incondicional.

Gracias a todos los maestros que contribuyeron a mi formación, en especial a la Ing. Katty Coral mi directora de tesis y amiga, quien con su paciencia, conocimientos compartidos y su valioso tiempo dedicado, ha hecho de esta tesis posible.

Al Lic. Ignacio Manríquez por su extensa colaboración en la elaboración de mapas y por su sincera amistad.

A CORPAIRE por permitir la realización de esta tesis, por facilitar valiosa información de sus estaciones de monitoreo.

A mi familia y amigos que me brindaron su ayuda en la elaboración de esta tesis.

Gracias a mis amigos Fernando Izurieta, José Rubianes y Andrea Vázquez por su amistad, consejos y ayuda durante estos cinco años de formación profesional.

Finalmente, quiero agradecer a todas aquellas personas que de alguna manera hicieron posible la terminación de esta tesis y que no las mencione, gracias a todos.

## Contenido

1. INTRODUCCION.....	13
1.1. Antecedentes .....	15
1.2. Objetivos .....	16
1.2.1. Objetivo General.....	16
1.2.2. Objetivos Específicos .....	16
1.3. La problemática del ruido en el DMQ.....	16
2. MARCO TEORICO .....	18
2.1. Definiciones.....	18
2.2. Efectos del Ruido en la Salud .....	23
2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SONIDO.....	24
2.4. EL RUIDO .....	25
2.5. Efectos del Ruido .....	26
3. MARCO LEGAL.....	27
3.1. NIVELES MÁXIMOS PERMITIDOS DE RUIDO PARA FUENTES FIJAS ..	27
3.2. NIVELES PERMITIDOS DE RUIDO PARA AUTOMOTORES.....	28
3.3. VALORES GUIA PARA EL RUIDO URBANO EN AMBIENTES ESPECÍFICOS .....	29
3.4. NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO PERMISIBLES SEGÚN USO DEL SUELO 30	
3.5. CAUSA-EFECTO DEL RUIDO.....	31
4. PARTE EXPERIMENTAL .....	32
4.1. Distribución de las estaciones en la campaña de monitoreo .....	32
4.1.1. ESTACIONES DE MONITOREO .....	32
4.2. Metodología .....	33
4.3. Materiales.....	34
4.3.1. SONÓMETRO NO-INTEGRADOR.....	34
4.3.2. SONÓMETRO INTEGRADOR .....	35

4.3.3.	GPS .....	35
4.4.	Formato de Registro de datos:.....	36
4.4.1.	FORMATO PARA REGISTRO DE DATOS .....	36
4.5.	Procedimiento de Muestreo. ....	37
4.6.	Condiciones para el Muestreo.....	38
4.7.	Georeferenciación de los puntos de muestreo.....	38
4.8.	Metodología de registro de datos.....	39
4.9.	Metodología de tratamiento de datos.....	39
4.10.	Metodología de tratamiento de datos generados por un sonómetro no integrador.....	39
4.10.1.	TRATAMIENTO DE DATOS GENERADOS POR UN SONÓMETRO NO-INTEGRADOR .....	40
4.11.	Promedios Mensuales por cada cuartil, para cada horario .....	42
4.12.	Promedios Quimestrales por cada cuartil, de cada horario: .....	43
4.13.	C.E. Puntos de monitoreo.....	44
4.14.	Metodología de integración de datos con el SIG .....	44
4.14.1.	Unificación de las Coordenadas Geográficas .....	44
4.14.2.	Análisis espacial de los datos mediante el programa “ArcMap” .....	45
4.15.	Comparación de resultados obtenidos con sonómetro integrador y sonómetro no integrador.....	47
5.	CARACTERIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO.....	49
5.1.	Estación EL CAMAL ( <i>Ver Mapa 1; ANEXO 19.1.; FOTOS 1-6</i> ).....	49
5.2.	Estación ELOY ALFARO ( <i>Ver Mapa 1; ANEXO 19.2.; FOTOS 7-10</i> ).....	50
5.3.	Estación GUAMANI ( <i>Ver Mapa 1; ANEXO 19.3.; FOTOS 11-18</i> ).....	51
5.4.	Estación MARISCAL ( <i>Ver Mapa 1; ANEXO 19.4.; FOTOS 19-21</i> ) .....	52
5.5.	Estación QUITUMBE ( <i>Ver Mapa 1; ANEXO 19.5.; FOTOS 22-31</i> ).....	53
6.	RESULTADOS .....	54
6.1.	Tablas generales de datos.....	54

6.2. ESTACION EL CAMAL (18).....	55
6.2.1. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “EL CAMAL”- MAÑANA .....	55
6.2.2. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “EL CAMAL”- TARDE .....	57
6.2.3. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “EL CAMAL”- NOCHE .....	59
6.3. ESTACION ELOY ALFARO (6).....	61
6.3.1. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “ELOY ALFARO”- MAÑANA.....	61
6.3.2. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “ELOY ALFARO”- TARDE .....	63
6.3.3. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “ELOY ALFARO”- NOCHE .....	65
6.4. ESTACION MARISCAL (19).....	67
6.4.1. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “MARISCAL”- MAÑANA .....	67
6.4.2. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “MARISCAL”- TARDE.....	69
6.4.3. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “MARISCAL”- NOCHE.....	71
6.5. ESTACION GUAMANÍ (3).....	73
6.5.1. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “GUAMANI”- MAÑANA .....	73
6.5.2. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “GUAMANÍ”- TARDE .....	75
6.5.3. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “GUAMANÍ”- NOCHE .....	77
6.6. ESTACION QUITUMBE (7).....	79
6.6.1. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “QUITUMBE” MAÑANA .....	79

6.6.2. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “QUITUMBE” TARDE .....	81
6.6.3. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “QUITUMBE” NOCHE .....	83
6.6.4. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “QUITUMBE” MAÑANA .....	84
6.6.5. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “QUITUMBE” TARDE .....	86
6.6.6. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “QUITUMBE” NOCHE .....	88
7. Mapas de Ruido.....	90
7.1. Mapa 1: Promedio diario en el DMQ .....	91
7.2. MAPA 2: ESTACIONES DE MONITOREO .....	92
7.3. MAPA 3: PROMEDIO MAÑANAS .....	93
7.4. MAPA 4: PROMEDIO TARDES .....	94
7.5. MAPA 5: PROMEDIO NOCHES .....	95
7.6. PROMEDIOS EL CAMAL (18) .....	96
7.6.1. MAPA 6: PROMEDIOS DE RUIDO MAÑANA .....	96
7.6.2. MAPA 7: PROMEDIOS DE RUIDO TARDE .....	97
7.6.3. MAPA 8: PROMEDIOS DE RUIDO NOCHE .....	98
7.7. PROMEDIOS ELOY ALFARO (6) .....	99
7.7.1. MAPA 9: PROMEDIOS DE RUIDO MAÑANA .....	99
7.7.2. MAPA 10: PROMEDIOS DE RUIDO TARDE .....	100
7.7.3. MAPA 11: PROMEDIOS DE RUIDO NOCHE .....	101
7.8. PROMEDIOS GUAMANI (19) .....	102
7.8.1. MAPA 12: PROMEDIOS DE RUIDO MAÑANA .....	102
7.8.2. MAPA 13: PROMEDIOS DE RUIDO TARDE .....	103
7.8.3. MAPA 14: PROMEDIOS DE RUIDO NOCHE .....	104

7.9.	PROMEDIOS MARISCAL (3).....	105
7.9.1.	MAPA 15: PROMEDIOS DE RUIDO MAÑANA.....	105
7.9.2.	MAPA 16: PROMEDIOS DE RUIDO TARDE .....	106
7.9.3.	MAPA 17: PROMEDIOS DE RUIDO NOCHE .....	107
7.10.	PROMEDIOS QUITUMBE (7).....	108
7.10.1.	MAPA 18: PROMEDIOS DE RUIDO MAÑANA.....	108
7.10.2.	MAPA 19: PROMEDIOS DE RUIDO TARDE.....	109
7.10.3.	MAPA 20: PROMEDIOS DE RUIDO NOCHE .....	110
8.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	111
8.1.	Análisis del Comportamiento temporal del ruido.....	111
8.1.1.	Estación EL CAMAL .....	111
8.1.2.	Estación ELOY ALFARO .....	112
8.1.3.	Estación GUAMANI .....	113
8.1.4.	Estación MARISCAL .....	113
8.1.5.	Estación Quitumbe .....	114
9.	Análisis global de la Zona 1 .....	116
10.	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO PARA LA RED DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL EN EL DMQ 117	
10.1.	Propuesta de Red de Monitoreo de Ruido Ambiental en el DMQ.....	117
11.	CONCLUSIONES.....	119
12.	RECOMENDACIONES .....	122
13.	BIBLIOGRAFIA .....	123
14.	MAPA DE USO DE SUELO EN EL DMQ.....	125
15.	MAPA DE DENSIDAD POBLACIONAL EN QUITO .....	126
16.	ESTACIONES MONITOREADAS .....	127
17.	ESTACIONES DECIBEL- CAMPAÑA 2007; PROMEDIOS MAÑANAS.....	128

18.	ESTACIONES DECIBEL- CAMPAÑA 2007; PROMEDIOS TARDES .....	129
19.	ANEXOS GRAFICOS DE ZONA 1 .....	130
19.1.	EL CAMAL .....	130
19.1.1.	FOTO 1 .....	131
19.1.2.	FOTO 2 .....	131
19.1.3.	FOTO 3 .....	132
19.1.4.	FOTO 4 .....	132
19.1.5.	FOTO 5 .....	133
19.1.6.	FOTO 6 .....	133
19.2.	ELOY ALFARO .....	134
19.2.1.	FOTO 7 .....	135
19.2.2.	FOTO 8 .....	135
19.2.3.	FOTO 9 .....	136
19.2.4.	FOTO 10 .....	136
19.3.	GUAMANI .....	137
19.3.1.	FOTO 11 .....	138
19.3.2.	FOTO 12 .....	138
19.3.3.	FOTO 13 .....	139
19.3.4.	FOTO 14 .....	139
19.3.5.	FOTO 15 .....	140
19.3.6.	FOTO 16 .....	140
19.3.7.	FOTO 17 .....	141
19.3.8.	FOTO 18 .....	141
19.4.	MARISCAL .....	142
19.4.1.	FOTO 19 .....	143
19.4.2.	FOTO 20 .....	143

19.4.3.	FOTO 21 .....	144
19.5.	QUITUMBE.....	145
19.5.1.	FOTO 22 .....	146
19.5.2.	FOTO 23 .....	146
19.5.3.	FOTO 24 .....	147
19.5.4.	FOTO 25 .....	147
19.5.5.	FOTO 26 .....	148
19.5.6.	FOTO 27 .....	148
19.5.7.	FOTO 28 .....	149
19.5.8.	FOTO 29 .....	149
19.5.9.	FOTO 30 .....	150
19.5.10.	FOTO 31 .....	150
20.	QUITUMBE, REFERENCIA. ....	151

## **RESUMEN**

Durante el último trimestre del año 2008, CORPAIRE propuso a la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK efectuar una campaña de monitoreo de ruido ambiental en 19 sitios del Distrito Metropolitano de Quito con el fin de elaborar un estudio de los niveles de ruido en la ciudad.

El presente proyecto, consiste en la "Elaboración de un mapa de Contaminación acústica en el Distrito Metropolitano de Quito en la zona Sur, utilizando Sistemas de Información Geográfica", que permitan definir una estación en la zona, que facilite la complementación de una red de monitoreo de ruido en la ciudad, utilizando estudios complementarios para la distribución de la misma.

Este mapa de ruido, muestra los niveles del ruido ambiental en la ciudad, además dentro de esta investigación, se pueden visualizar, las estaciones que fueron designadas por la CORPAIRE, para su estudio, siendo un punto cero del cual se enfocaron cuatro mediciones a distancias de 25, 50, 75 y 100 metros en dirección de los 4 puntos cardinales, en tres periodos del día y además un blanco para tener una visualización total del estudio.

Esta investigación inició en el mes de febrero del 2009 teniendo una duración de cinco meses, es decir, terminó en el mes de junio del 2009, a excepción de la estación Quitumbe que fue monitoreada hasta el mes de julio del 2009, por haber iniciado en esta zona el funcionamiento de la Terminal de Buses Interprovinciales e Intercantoniales al sur de Quito, estos datos se utilizaron para identificar los puntos críticos que afectan y posiblemente afectarán a los habitantes de la zona. Los valores obtenidos fueron promediados, y utilizados en medida de los criterios de investigación.

### **Descriptor:**

Límite máximo permisible; Leq; Ruido ambiental; SIG; Sonómetro; Mapa de ruido

## **ABSTRACT**

During the last quarter of last year (2008), CORPAIRE proposed to the faculty of environmental sciences of UISEK in Quito- Ecuador, to develop a monitoring campaign in order to measure the excessive sound level that affects the surroundings as well as the environment in general, in 19 different sites throughout the “Distrito Metropolitano de Quito” (Quito’s Metropolitan District).

The current project consists on the development of an acoustics contamination map and record of the southern Metropolitan District, using a Geographical Info System that will allow the use of a monitoring station in the mentioned place or district of the city. Thus, will help to complement a monitoring net of acoustics and sound within the city, using or applying complementary studies for the distribution of the net.

This map shows the levels of environmental contamination sound within the city; aside from this research, it is possible to observe the stations that were appointed from CORPAIRE. For the corresponding monitoring and studies, “being the point zero”, the one from which was based the four measurements within distances of 25, 50, 75 and 100 meters towards the respective four points of the compass. The monitoring of the mentioned ones, is divided in three periods of the day, moreover, a reference target from which, it can be used as the basis for the general visualization.

This whole research started in the past month of February 2009, which lasted a total period of five consecutive months, until June of the mentioned year, except for “Quitumbe station”, which was monitored until the month of July 2009. The intention was to observe the beginning of the early opening as well as the General Process and Functionality of the New Southern Metropolitan District Bus Station for Urban and Rural Transportation Service. The main idea is to monitor and identify the current and future critical sites of the possible impact to the citizens in the zone.

The general results were averaged and used, based on the criterion of the overall research.

### **Key words**

Maximum permissible; Leq; environmental noise; GIS SLM; noise map

## **CAPITULO I**

### **1. INTRODUCCION**

Normalmente, las ciudades son exageradamente ruidosas, ya sea por la cantidad de fuentes generadoras, como por la regularidad con que se manifiestan. La mayoría de investigadores señalan a los vehículos como las fuentes de ruido de mayor efecto en las grandes ciudades del mundo.

El nivel de ruido en la zona sur de la ciudad, está en función de diversos parámetros tales como, tipo de vehículos, carga transportada, condiciones de utilización, intensidad del tráfico y estado de la infraestructura urbana.

Existe un segundo grupo de objetos del ámbito acústico, conocidos como "fuentes fijas", que están directamente relacionados con los centros de recreación, las señales acústicas de los sistemas de seguridad, etc.

Otras fuentes de ruido son las obras públicas viales que también forman parte en la intensidad de tráfico, ya que sus maquinarias producen niveles tan elevados de ruido que se transforman en graves problemas de salud.

Por último, existen fuentes de ruido de menor impacto, de una variada gama de intensidad y de ocurrencia esporádica, como gritos de los niños que juegan en calles y parques, conciertos al aire libre, ferias y vendedores callejeros, sonidos de animales domésticos, fuegos artificiales y venta de gas doméstico, entre otros. Por lo dicho anteriormente, la cuantificación del ruido ambiental de la parte sur de la ciudad permitió realizar un mapa de contaminación acústica de la ciudad al combinar los datos obtenidos con las otras zonas estudiadas. El estudio permitirá a la ciudad y sus autoridades tomar medidas legales y de orden administrativo que permitan controlar los niveles de ruido y preservar la salud de los habitantes dentro y fuera del casco urbano del Distrito Metropolitano de Quito.

Esta investigación permitió la ubicación de cuatro estaciones de monitoreo que servirán de manera permanente en la zona asignada, con este estudio ambiental y sus respectivas conclusiones, se pretende dar una alternativa de solución en mi bienestar común, que prevenga posibles daños fisiológicos en los habitantes y demostrar objetivamente las aéreas más afectadas dentro del rango definido.

La zona del Sur de la ciudad de Quito, forma parte del casco urbano del Distrito Metropolitano. Por tener un uso de suelo en su mayoría industrial, ha recibido inmigrantes de provincias de todo el país que se establecen en la zona, debido a las facilidades mercantiles y oportunidades de trabajo.

En el área se ha visto un crecimiento poblacional bastante acelerado, pues en varios sectores ha rebasado el límite del área industrial. El Municipio de la ciudad ha contribuido a solucionar, en parte, el problema con la elaboración de una zonificación del uso del suelo, dotando de obras de vital importancia para la zona como el terminal terrestre de Quitumbe, así como otras obras de conectividad con el resto de la metrópoli. Esto ha impulsado a las empresas constructoras de conjuntos habitacionales a acelerar su producción, provocando elevada oferta de viviendas.

Este crecimiento acelerado ha provocado en los habitantes cierta desconfianza en relación al manejo ambiental de la zona, ya que por su relación directa con actividades exclusivamente industriales representa un continuo malestar por la contaminación y el excesivo ruido de las fuentes móviles y fijas de la zona dentro del área descrita, ubican con los cuatro puntos monitoreados, en este estudio: Guamaní, Quitumbe, Eloy Alfaro, El Camal.

## 1.1. Antecedentes

Debido a la pujante economía de la ciudad, el Distrito Metropolitano de Quito afronta varios problemas ambientales, siendo de los de mayor consideración el ruido ambiental, calificado científicamente como *Contaminación Acústica*.

Debido a los problemas crónicos que genera el ruido, especialmente en la salud de las personas, se han desarrollado tecnologías de cuantificación del mismo tales como las sonometrías, que se basan en parámetros máximos permisibles que a su vez se encuentran establecidos en normativas o legislaciones. Sin embargo, las tecnologías antiguas, el bajo mantenimiento de los equipos, la falta de previsión en los sistemas de movilización masiva y la poca planificación urbana, entre otros factores, dificulta el cumplimiento de las normativas existentes.

El primer paso para que las normativas se acaten es la concienciación de la ciudadanía, específicamente en información relativa a las emisiones de ruido y calidad de ruido ambiente; por lo que fue necesario para el Distrito Metropolitano de Quito contar con un nuevo estudio que estableció los niveles reales de ruido y su distribución espacial en la ciudad, que a diferencia de los estudios anteriores, se fundamenta en una metodología que permitió obtener valores reales y ubicar las causas del ruido ambiental en aquellas zonas sometidas a un alto impacto.

Este estudio se complementa con la elaboración de mapas de ruido, que identifiquen aquellas zonas de la ciudad con una contaminación acústica que rebasa los límites permisibles establecidos en la normativa para este componente ambiental, y a la vez identifique las causas del ruido ambiental. Finalmente, este estudio debe servir de base técnica para que se tomen los correctivos necesarios para mitigar los efectos del ruido y por último, para diseñar la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

El objetivo general del presente trabajo consistió en generar un mapa de contaminación acústica del Distrito Metropolitano de Quito, que sirva de base para crear la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental de la ciudad, en la zona Sur de la Ciudad.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Los objetivos específicos que se cumplieron fueron los siguientes:

Determinar las zonas en las cuales las emisiones de ruido ambiental superan la normativa respectiva.

Determinar el área de influencia y de cobertura de cada uno de los puntos de muestreo establecidos.

Establecer, en base a la información anterior, los factores que influyen la fluctuación del ruido en cada uno de los puntos de muestreo establecidos.

Recomendar a CORPAIRE, en base a la determinación de las áreas de influencia y cobertura de los puntos de monitoreo, los lugares adecuados para el establecimiento de la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental del Distrito Metropolitano de Quito.

## **1.3. La problemática del ruido en el DMQ**

El Distrito Metropolitano de Quito está dividido en 8 Administraciones Zonales, que contienen a 65 parroquias, de las cuales 32 son urbanas y 33 rurales. En total el DMQ abarca una superficie de 12000 km<sup>2</sup><sup>1</sup>.

El casco urbano de la ciudad de Quito está edificado sobre una meseta a manera de un valle, que presenta en su costado occidental un macizo montañoso que rebasa los 4000 msnm, y por su costado oriental y nororiental otro macizo montañoso de menor altura.

---

<sup>1</sup>Distrito Metropolitano de Quito, [www.dmq.gov.ec](http://www.dmq.gov.ec)

Estos factores hacen que los ruidos muy fuertes se concentren y transmitan a lo largo de la ciudad, tales como explosiones e incluso el ruido generado por aviones. También ocasionan difracción del sonido, que es el cambio de la dirección de propagación de las ondas sonoras cuando chocan contra un obstáculo.

Durante las dos últimas décadas, la ciudad ha afrontado un intenso desarrollo urbano, enfocado en los extremos norte y sur de la ciudad, así como también se ha dirigido hacia los valles orientales. Sin embargo, gran parte de este crecimiento urbano no fue planificado, y como consecuencia, ha repercutido en el aumento del ruido ambiental.

Entre otros factores, Quito se ve afectada por el ruido ambiental debido a la complejidad de su topografía, con calles y avenidas estrechas y empinadas, además por el considerable aumento del parque automotor durante la última década. Según el informe anual 2007 de CORPAIRE, el Distrito Metropolitano de Quito tiene un parque activo de 368.000 vehículos y 20.000 motos, lo que representa un tercio del total nacional.<sup>2</sup>

Considerando que en la ciudad de Quito, las principales fuentes de generación de ruido son los automotores, su crecimiento supone también un preocupante aumento de ruido ambiental.

---

<sup>2</sup> CORPAIRE (2007); **INFORME ANUAL 2007**.; Ecuador, 2007

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEORICO

#### 2.1. Definiciones

Se consideran las definiciones establecidas en el Reglamento de Prevención de la Contaminación Ambiental por Ruido, Acuerdo Ministerial No. 7789. R.O.560 de 12 de Noviembre de 1990 y en el Texto Unificado de Legislación Ambiental de 2002 que a continuación se indican.

**Ruido:** El ruido es un sonido molesto producido en un sistema inadecuado y en el momento inadecuado. Técnicamente el “ruido es una forma de energía que se transmite por ondas a través de las moléculas del aire o de cualquier otro material, con una velocidad constante, y cuya intensidad disminuye con la distancia”<sup>3</sup>.

Para efectos prácticos, el ruido se distingue entre ruido laboral y ruido ambiental. El ruido laboral es el que se produce en los centros de trabajo. “El ruido ambiental es el producido por los focos de ruido presentes en el medio exterior o aquellos que inciden en receptores sensibles al ruido debido a una propagación del sonido por el medio exterior. Desde este punto de vista, los principales focos de ruido son las infraestructuras del transporte, la industria y el medio urbano”<sup>4</sup>. Además, existen otros focos menos relevantes por su incidencia o su reciente aparición.

**Decibel:** Se conoce como decibel a la “Unidad dimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad media y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para descubrir niveles de presión, de potencia o intensidad sonora”<sup>5</sup>.

$$NPS = 20 \log_{10} \left[ \frac{PS}{20 * 10^{-6}} \right] \quad (0)$$

Donde, PS es la presión sonora expresada en pascales (N/m<sup>2</sup>)

---

<sup>3</sup> HARRIS, Cyril M., **MANUAL DE MEDIDAS ACÚSTICAS Y CONTROL DE RUIDO**, Volumen I y II, Tercera Edición, Mc Graw Hill, España 1995

<sup>4</sup> VARIOS; “**CRITERIOS DE SALUD AMBIENTAL: EL RUIDO**”. Edit, La Barca; México; 1980.

<sup>5</sup> RIVAS, Servin; **ACADEMIA DE ACÚSTICA, ESIME, IPN**; Primer congreso mexicano de acústica.. Monterrey, NL, México, 22 y 23 de septiembre de 1994.

**Fuente Fija:** La fuente fija se considera “como un elemento o un conjunto de elementos capaces de producir emisiones de ruido desde un inmueble, ruido que es emitido hacia el exterior, a través de las colindancias del predio, por el aire y por el suelo. La fuente fija puede encontrarse bajo la responsabilidad de una sola persona física o social”<sup>6</sup>.

**Generadores de Electricidad de Emergencia:** Los generadores de electricidad de emergencia, se designa “al conjunto mecánico de un motor de combustión interna y un generador de electricidad, instalados de manera estatica o que se puedan ser transportados e instalados en un lugar específico, y que es empleado para la generación de energía eléctrica en instalaciones tales como edificios de oficinas y/o de apartamentos, centros comerciales, hospitales, clínicas, industrias. Generalmente, estos equipos no operan de forma continua. Esta norma no es aplicable a aquellas instalaciones de generación de energía eléctrica destinadas al sistema nacional de transmisión de electricidad, y que se utilizan tecnología de motores de combustión interna”<sup>7</sup>.

**Nivel de Presión Sonora:** El nivel de presión sonora, expresado en decibeles, es “la relación entre la presión sonora siendo media y una expresión sonora de referencia, matemáticamente se define”<sup>8</sup>.

**NPS:** Las NPS, es “aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A(dB(A)), que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total que el ruido medido Donde PS es la presión sonora expresada en Pascales(N/m<sup>2</sup>)”<sup>9</sup>; siendo, Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq) y el Nivel de Presión Sonora corregido.

**Receptor:** Se conoce como Receptor a la “persona o personas afectadas por el ruido”<sup>10</sup>

---

<sup>6</sup> Ibid.

<sup>7</sup> Ibid.

<sup>8</sup> Organización Panamericana de la Salud; **“CRITERIOS DE SALUD AMBIENTAL: EL RUIDO”**, Artículo: “Contaminación por ruido: formulación del problema y de las medidas a adoptar para reducir sus efectos”; Mexico; 1980.

<sup>9</sup> Ibid.

<sup>10</sup> VARIOS; **DICCIONARIO LA BOHE**; Edit, El Triunfo; Bogotá, 1990

**Respuesta Lenta:** La respuesta lenta, es “la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de un segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPS lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) lento”<sup>11</sup>.

**Ruido Estable:** El Ruido Estable es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora en un rango inferior o igual a 5dB(A) Lento, observado en un periodo de tiempo igual a un minuto”<sup>12</sup>.

**Ruido Fluctuante:** El ruido fluctuante, se lo conoce como “aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango superior a 5dB(A) Lento, observado en un periodo de tiempo igual a un minuto”<sup>13</sup>.

**Ruido Imprevisto:** El Ruido Imprevisto, es aquel “ruido fluctuante que presenta una variación de nivel de presión sonora superior a 5dB(A) Lento en un intervalo mayor a un segundo”<sup>14</sup>.

**Ruido de Fondo:** El ruido de fondo se lo conoce como aquel “ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por fuente objeto de evaluación”<sup>15</sup>.

**Vibración:** Una oscilación en que la cantidad es un parámetro que define el movimiento de un sistema mecánico, y la cual puede ser el desplazamiento, la velocidad y la aceleración.

**Zona Hospitalaria y Educativa:** Son aquellas en que los seres humanos requieren de particulares condiciones de serenidad y tranquilidad, a cualquier hora en un día.

---

<sup>11</sup> VARIOS; **CRITERIO DE SALUD 12, EL RUIDO**, Organización Mundial de la Salud

<sup>12</sup> Ibid.

<sup>13</sup> Ibid.

<sup>14</sup> Ibid.

<sup>15</sup> Ibid.

**Zona Residencial:** Aquella cuyos usos de suelo permitidos, de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial, corresponden a residencial, en que los seres humanos requieren descanso o dormir, en que la tranquilidad y serenidad son esenciales.

**Zona Comercial:** Aquella cuyos usos de suelo permitidos son de tipo comercial, es decir, áreas en que los seres humanos requieren conversar, y tal conversación es esencial en el propósito del uso de suelo.

**Zona Industrial:** Aquella cuyos usos de suelo es eminentemente industrial, en que se requiere la protección del ser humano contra daños o pérdida de la audición, pero en que la necesidad de conversación es limitada.

**Zonas Mixtas:** Aquellas en que “coexisten varios de los usos de suelo definidos anteriormente. Zona residencial mixta comprende mayoritariamente uso residencial, pero en que se presentan actividades comerciales. Zona mixta comercial comprende un uso de suelo predominantemente comercial, pero en la que se puede verificar la presencia, limitada, de fábricas o talleres. Zona mixta industrial se refiere a una zona con uso de suelo industrial predominante, pero en que es posible encontrar sea residencias o actividades comerciales.”<sup>16</sup>

**Mapa Acústico o de Ruido:** “Conjunto de mediciones del nivel sonoro de un determinado lugar que han sido plasmadas en un mapa geográfico y que muestran el nivel de presión, potencia o intensidad sonora de dicho sitio. En la actualidad los mapas de ruido se generan a partir de Sistemas de Información Geográfica”.<sup>17</sup>

**Sonómetro:** “Instrumento diseñado para responder al sonido en aproximadamente la misma manera que lo hace el oído humano y dar mediciones objetivas y reproducibles del nivel de presión sonora. Generalmente cada sonómetro consiste de un micrófono, una sección de procesamiento y una unidad de lectura.

---

<sup>16</sup> TULAS, Libro VI, Anexo 5

<sup>17</sup> Grupo de Acústica, Curso de Acústica en Bachillerato, Aplicaciones al estudio del ruido, <http://www.ehu.es/acustica/bachillerato/genes/genes.html>, 2003.

El micrófono convierte la señal sonora a una señal eléctrica equivalente. El tipo más adecuado de micrófono para sonómetro es el micrófono de condensador, el cual combina precisión con estabilidad. La señal eléctrica producida por el micrófono es muy pequeña y debe ser amplificada por un preamplificador antes de ser procesada".<sup>18</sup>

El micrófono capta tres diferentes características estandarizadas internacionalmente, las ponderaciones "A", "B" y "C". Además de una o más de estas redes de ponderación, los sonómetros usualmente tienen también una red "LINEAL". Esto no pondera la señal, sino que deja pasar la señal sin modificarla.

Después que la señal ha sido ponderada y/o dividida en bandas de frecuencia, la señal resultante es amplificada, y se determina el valor Root Mean Square (RMS), que es un valor promedio matemático especial y de importancia en las mediciones de sonido porque está relacionado directamente con la cantidad de energía del sonido que está siendo medido.

La última etapa del sonómetro es la unidad de lectura que muestra el nivel sonoro en decibeles (dB), u otros como el dBA, que significa que el nivel sonoro medido ha sido ponderado con el filtro A.

Existen diversos tipos de sonómetros que se diferencian principalmente del grado de precisión que deben cumplir en relación a los valores que son capaces de medir. Ellos son los sonómetros tipo 0, 1, 2 y 3. El sonómetro Tipo 0 se utiliza generalmente en laboratorios especializados y sirve como dispositivo estándar de referencia. El Tipo 1, se utiliza tanto en laboratorio como en terreno cuando el ambiente acústico debe ser especificado y/o medido con precisión.

El Tipo 2, es adecuado para mediciones generales en terreno y el tipo 3 se utiliza para realizar mediciones de reconocimiento.<sup>19</sup>

Difracción del sonido: La difracción es el cambio en la dirección de propagación de las ondas sonoras cuando chocan contra un obstáculo. Como resultado de la difracción, al chocar las ondas sonoras contra una barrera, ésta no extiende una sombra acústica aguda, si no en su lugar, las ondas sonoras se flexionan sobre la parte superior de la barrera.<sup>20</sup>

---

<sup>18</sup> TULAS, Libro VI, Anexo 5

<sup>19</sup> Gobierno de Chile, Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), Portal, El Sonómetro, <http://www.conama.cl/portal/1301/article-41326.html>; 2008

<sup>20</sup> Harris, C (1995) MANUAL DE MEDIDAS ACÚSTICAS Y CONTROL DEL RUIDO. Volumen I.

## 2.2. Efectos del Ruido en la Salud<sup>21</sup>

Si bien es cierto, los efectos del ruido sobre la salud aún no están definidos con precisión, sin embargo, por lo general ocasionan efectos sobre la sensibilidad auditiva humana, es decir, puede ocurrir pérdida del sentido del oído.

“Los efectos de una exposición prolongada a altos niveles de ruido ocasiona patologías como el Trauma acústico, que supone un daño orgánico inmediato del oído por excesiva energía sonora, produciendo una rotura completa y alteración del órgano de Corti”<sup>22</sup>.

En general, los efectos de la exposición a altos niveles de ruido que pueden hacer disminuir la capacidad auditiva pueden ocurrir en ambientes laborales, conciertos al aire libre, discotecas, carreras automovilísticas, zonas donde se dispara y por parlantes y audífonos. Debido a la considerable *variación de la sensibilidad humana con respecto a los problemas auditivos, la naturaleza peligrosa de un ambiente ruidoso se describe en función del “riesgo del daño”*<sup>23</sup>. Esto se define como la probabilidad de una población expuesta al ruido de sufrir de sordera debido al ruido. Este riesgo se considera mínimo en niveles equivalentes de exposición al ruido inferiores de 75 dB(A) durante un período de 8 horas.

Los efectos significativos en la perturbación del sueño comienzan a partir de aproximadamente 30 dB Leq<sup>24</sup> y se agravan cuando el nivel máximo del ruido aumenta. Aunque el nivel total equivalente del ruido sea bastante bajo, una pequeña cantidad de eventos de ruido con un nivel máximo de la presión del sonido afectará el sueño. Por consiguiente, las guías de ruido para la comunidad, cuya finalidad es evitar la perturbación del sueño, se expresan en función del nivel equivalente de la presión del sonido del ruido así como los niveles máximos y la cantidad de eventos de ruido. Cuando el nivel de fondo es bajo, es importante limitar los eventos del ruido que exceden 45 dBA. Por consiguiente, en el control de la exposición del ruido, también se debe considerar el nivel equivalente de la presión del sonido, los niveles pico del ruido y el número de eventos.

---

<sup>21</sup> Berglund, B. Lindvall, T. Schwella, D. GUIAS PARA EL RUIDO URBANO. OMS. (1999)

<sup>22</sup> Ibid

<sup>23</sup> Ibid

<sup>24</sup> Ibid

En lo que se refiere a las enfermedades cardiovasculares, la evidencia general indica que existe poca asociación entre la exposición de largo plazo a los ruidos y el aumento de la *presión arterial* o *hipertensión*<sup>25</sup>. La evidencia en los efectos psicofisiológicos, como la movilidad gastrointestinal, es menos clara. Se requiere más investigación para estimar los riesgos cardiovasculares y psicofisiológicos de largo plazo causados por el ruido. En vista de los resultados ambiguos, no se puede determinar ningún valor guía para estos efectos críticos. El ruido puede actuar como un estímulo de distracción y afectar el estado psicofisiológico del individuo. Un evento nuevo, como el inicio de un ruido desconocido causará distracción e interferirá en muchos tipos de tareas.

### **2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SONIDO**

Se conocen las siguientes características físicas, atribuidas al sonido, las mismas, que están relacionadas con la propiedad del sonido que tiene que ver con la onda sonora:

El sonido en cualquier superficie sólida que vibre, genera unas perturbaciones análogas en el medio que se encuentra. Es la fuente más simple del sonido.

En el aire el sonido se propaga en todas direcciones en forma de ondas esféricas, que son ondas de presión.

El oído distingue las sensaciones sonoras de otras, debido a que aprecia tres características del sonido, el tono, el timbre y la intensidad

La intensidad se refiere a sonidos fuertes y débiles, el tono es la cualidad, graves y agudos, y el timbre es la característica que nos permite diferenciar dos sonidos que tienen el mismo tono, pero que provienen de distinta fuente.

A demás, se puede mencionar también otro aspecto importante del sonido, este es, *el tono*. El tono está determinado por la frecuencia de vibración, la intensidad con la amplitud de vibración, el timbre por la naturaleza de la vibración es decir por la forma de la onda, correspondiendo el tono, al número de ondas que cada segundo llega al oído, de manera que éste es más agudo cuanto mayor es la frecuencia.

---

<sup>25</sup> Ibid

El tono puede medirse por la frecuencia o número de “vibraciones por segundo. La unidad de frecuencia es el Hertz que es igual a una vibración por segundo. El oído humano detecta frecuencias en un rango de 20 y 20.000 hertzios”<sup>26</sup>.

La *fuerza o intensidad* de un sonido está relacionada con la amplitud de la vibración, una cuerda que se separa mucho de su posición de equilibrio suena más fuerte que si la separamos un poco. Se llama intensidad de un movimiento ondulatorio a “*la cantidad de energía transportada por unidad de tiempo a través de la unidad de superficie normal a la dirección de la propagación*”<sup>27</sup>.

La recepción de una onda sonora por el oído engendra una vibración de las partículas del aire situadas delante del tímpano con una frecuencia y amplitud definida. Esta vibración puede considerarse también a las variaciones de presión del aire en el mismo punto.

La energía mecánica transmitida por la onda de presión en la unidad de tiempo es la magnitud que caracteriza a una fuente de sonido y se llama potencia sonora.

## 2.4. EL RUIDO

No existe una definición inequívoca de ruido. De forma amplia, se puede definir como ruido cualquier sonido no deseado que puede interferir la recepción de un sonido.

Así, el ruido acústico “es aquel ruido (entendido como sonido molesto) producido por la mezcla de ondas sonoras de distintas frecuencias y distintas amplitudes”<sup>28</sup>. La mezcla se produce a diferentes niveles ya que se conjugan tanto las frecuencias fundamentales como los armónicos que las acompañan. La representación gráfica de este ruido es la de una onda sin forma (la sinusoide ha desaparecido).

---

<sup>26</sup> Martínez, P. y Moreno, A. ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL CON SIG DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN MADRID Y SUS DISTRITOS. GeoFocus. (Artículos) nº5. [geofocus.rediris.es/2005/Articulo12\\_2005.pdf](http://geofocus.rediris.es/2005/Articulo12_2005.pdf). 2005

<sup>27</sup> Ibid.

<sup>28</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Ruido\\_ac%C3%BAstico](http://es.wikipedia.org/wiki/Ruido_ac%C3%BAstico)

Entre sus características primordiales que diferencian al ruido con otros contaminantes son:

Su producción es la más barata y su emisión requiere muy poca energía.

Su medición y cuantificación es compleja.

No genera residuos, no produce un efecto acumulativo en el medio aunque sí puede producirlo en el hombre.

Su radio de acción es inferior al de otros contaminantes.

No se propaga mediante los sistemas naturales como sería el caso del aire contaminado que se mueve por la acción del viento.

Se percibe por el único sentido del oído, esto hace que su efecto sea subestimado. A diferencia del ruido, la contaminación del agua se percibe por su aspecto, olor y sabor.

## **2.5. Efectos del Ruido**

Los principales males causados por la exposición a ruido, son “la interferencia en la comunicación, la pérdida de la audición, la perturbación del sueño, y el estrés”<sup>29</sup>.

Se pueden citar varios ejemplos en escala representativa de los efectos que produce el ruido en los seres vivos:

---

<sup>29</sup> EWARS 2008, Robinson; **EL RUIDO Y LA CIUDAD**; Edit, Apolo, 2da Edición; Bogotá, Colombia; 2001  
26

### 3. MARCO LEGAL

Norma Técnica para el control de ruido causado por fuentes fijas y móviles.  
**Ordenanza Metropolitana No. 213**

Esta norma tiene por objeto determinar los métodos y procedimientos para la determinación de los niveles de ruido ambiental provenientes de fuentes fijas y móviles, y los límites permisibles para emisiones de ruido de vehículos.

#### 3.1. NIVELES MÁXIMOS PERMITIDOS DE RUIDO PARA FUENTES FIJAS

TABLA 1

TIPO DE ZONA SEGÚN EL USO DEL SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq Db{(a)}	
	DE 06:00 A 20:00	DE 20:00 A 06:00
Zona Equipamientos y Protección (1)	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial Múltiple (2)	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Industrial 1	60	50
Zona Industrial 2 (3)	65	55
Zona Industrial 3, 4, 5 (4)	70	60

Notas:

[<sup>1</sup>] Equipamientos se refiere al suelo destinado a actividades e instalaciones que generen bienes y servicios que posibiliten la recreación, cultura, salud, educación, transporte, servicios públicos e infraestructura. Uso de Protección Ecológica, es el suelo destinado al mantenimiento o recuperación de ecosistemas por razones de calidad ambiental y de equilibrio ecológico.

[<sup>2</sup>] Corresponde a áreas de centralidad en las que coexisten residencia, comercio, industria de bajo y mediano impacto, servicios y equipamientos compatibles o condicionados.

[<sup>3</sup>] Industria de tipología de mediano impacto ambiental.

[<sup>4</sup>] Industria de tipología de alto impacto, peligrosa y mixta.

### 3.2. NIVELES PERMITIDOS DE RUIDO PARA AUTOMOTORES

TABLA 2

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD DEL MOTOR EN LA PRUEBA {rpm}	NPS MÁXIMO {dB (A)}
Motocicletas o similares	Motocicletas, tricars, cuadrones y los vehículos de transmisión de cadena, con motores de 2 ó 4 tiempos	De 4.000 a 5.000	90
Vehículos livianos	Automotores de cuatro ruedas con un peso neto vehicular inferior a 3.500 kg	De 2.500 a 3.500	88
Vehículos pesados para carga	Automotores de cuatro o más ruedas, destinados al transporte de carga, con un peso neto vehicular superior o igual a 3.500 kg	De 1.500 a 2.500	90
Buses, busetas	Automotores pesados destinados al transporte de personas con un peso neto vehicular superior o igual a 3.500 kg	De 1.500 a 2.500	90

### 3.3. VALORES GUIA PARA EL RUIDO URBANO EN AMBIENTES ESPECÍFICOS

**CUADRO 1**

<b>AMBIENTE ESPECÍFICO</b>	<b>EFFECTO (s) CRÍTICO (s) SOBRE LA SALUD</b>	<b>L<sub>Aaq</sub> {dB(A)}</b>	<b>Tiempo {horas}</b>	<b>L<sub>max</sub> Fast {Db}</b>
Exteriores	Molestia grave en el día y al anochecer	55	16	0
	Molestia moderada en el día y al anochecer	50	16	0
Interior de la vivienda, dormitorios	Interferencia en la comunicación oral y molestia moderada en el día y al anochecer	35	16	
	Trastorno del sueño durante la noche	30	8	45
fuera de los dormitorios	Trastorno del sueño, ventana abierta (valores en exteriores)	45	8	60
Salas de Clase e interior de centros preescolares	Interferencia en la comunicación oral, disturbio en el análisis de información y comunicación del mensaje	35	Durante clases	0
Dormitorios de centros preescolares	Trastorno del sueño	30	Durante clases	0
Escuelas, áreas exteriores de juegos	Molestia (fuerte externa)	55	Durante el juego	0
Hospitales, pabellones, interiores	Trastorno del sueño durante la noche	30	8	40
	Trastorno del sueño durante el día y al anochecer	30	16	0
Hospitales, salas de tratamiento, interiores	Interferencia en el descanso y la recuperación	# 1		
Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interiores y exteriores	Deficiencia auditiva	70	24	110

Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento	Deficiencia auditiva (patrones: <5 veces/año)	100	4	110
Discursos públicos, interiores y exteriores	Deficiencia auditiva	85	1	110
Música y otros sonidos a través de audífonos o parlantes	Deficiencia auditiva (valor de campo libre)	85 # 4	1	110
Sonidos de impulso de juguetes, fuegos artificiales y armas	Deficiencia auditiva (adultos)	0	0	140 #2
	Deficiencia auditiva (niños)	0	0	120 #2
Exteriores de parques de diversión y áreas de conversación	Interrupción de la tranquilidad	# 3		

# 1: Lo más bajo posible

# 2: Presión sonora máxima (no LAF, máx) medida a 100 mm del oído

# 3: Se debe preservar la tranquilidad de los parques y áreas de conservación y se debe mantener, baja la relación entre el ruido intruso y el sonido natural de fondo.

# 4: Con audífonos, adaptando a valores de campo libre.

**(TULAS, Libro VI, Anexo V) TABLA 1<sup>4</sup>**

**3.4. NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO PERMISIBLES SEGÚN USO DEL SUELO**

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

### 3.5. CAUSA-EFECTO DEL RUIDO

TABLA 2.01

DbA	Ejemplo	Efecto. Daño a largo plazo
10	Respiración. Rumor de hojas	Gran tranquilidad
20	Susurro	Gran tranquilidad
30	Campo por la noche	Gran tranquilidad
40	Biblioteca	Tranquilidad
50	Conversación tranquila	Tranquilidad
60	Conversación en el aula	Algo molesto
70	Aspiradora. Televisión alta	Molesto
80	Lavadora. Fábrica	Molesto. Daño posible
90	Moto. Camión ruidoso	Muy molesto. Daños
100	Cortadora de césped	Muy molesto. Daños
110	Bocina a 1 m. Grupo de rock	Muy molesto. Daños
120	Sirena cercana	Algo de dolor
130	Cascos de música estrepitosos	Algo de dolor
140	Cubierta de portaaviones	Dolor
150	Despegue de avión a 25 m	Rotura del tímpano

Fuente: EWARS, Robinson; EL RUIDO Y LA CIUDAD. 2008

### CAPITULO III

#### 4. PARTE EXPERIMENTAL

##### 4.1. Distribución de las estaciones en la campaña de monitoreo

Para el presente estudio, las 19 estaciones zonales del Distrito Metropolitano de Quito, fueron divididas entre los cuatro integrantes del grupo de muestreo, como se muestra en la Tabla No. 01.

La división de las estaciones fue realizada considerando la facilidad de desplazamiento hacia la estación, la cercanía al lugar y el conocimiento del área por parte de los integrantes.

##### 4.1.1. ESTACIONES DE MONITOREO

Tabla No. 01

Campaña de monitoreo de Ruido Ambiental 2009 en el DMQ				
No.	Estación	Código Estación	Zona	Encargado
1	Guamaní	GUA	1	Francisco Díaz
2	Quitumbe	QTM		
3	Camal	CAM		
4	Eloy Alfaro	ALF		
5	Mariscal	MAR		
6	Centro	CEN	2	Francisco Rubianes
7	Valle de Los Chillos	VLC		
8	Tumbaco	TUM		
9	Calderón	CAL		
10	Carapungo	CAR		
11	Alameda	ALA	3	Nadia Vásquez
12	Belisario	BEL		
13	Estación Norte	ENOR		
14	Jipijapa	DMA		
15	SOLCA	SOLK	4	Andrés Izurieta
16	COFAVI	COF		
17	Pablo Arturo Suárez	PAS		
18	La Delicia	LDEL		
19	Cotocollao	COT		

Fuente: Grupo de Investigación

## 4.2. Metodología

La molestia que el ruido origina ha contribuido al empleo de diferentes parámetros e índices para valorar los niveles de ruido existentes en un determinado punto. Actualmente, es uniforme a nivel internacional el empleo de niveles expresados en decibelios A (dBA) y el empleo de índices respectivos del día completo, o de periodos del día, basándose el concepto de nivel continuo (LAeq) para caracterizar el ruido. Con estos índices se pretende la caracterización de las situaciones promedio originadas por una fuente de ruido ambiente en su entorno.

En función a la legislación existente y la densidad poblacional en el área de estudio dentro del Distrito Metropolitano se evaluarán las posibilidades de la implementación de estaciones de monitoreo en sitios de interés. Es importante indicar que los datos fueron tomados durante un quimestre del año 2009.

Es importante destacar que las metodologías de evaluación del ruido ambiental a nivel general son de dos tipos: las *mediciones* y *promedio de valores representativos*. Las *mediciones* son la metodología mas aplicada y consiste en evaluar los niveles de ruido en un punto con un equipo de medida del nivel de presión sonora que en este caso es el sonómetro (integrador).

Este equipo se coloca a un metro y medio sobre la superficie del suelo y se dirige la toma de medidas en los cuatro puntos cardinales, se debe tomar en cuenta la presencia de superficies próximas que reflejen en el sonido, en este caso las mediciones de ruido son cuatro distancias de propagación por punto cardinal de 25, 50, 75, 100 metros desde el punto cero, en tres periodos del día y blanco.

El monitoreo de ruido consiste en realizar mediciones una vez al mes en tres periodos del día y un blanco, en la mañana (de 6:00 a 12:00), en la tarde (de 12:00 a 18:00), en la noche (de 18:00 a 24:00) y el blanco (de 0:00 a 6:00) a las distancias de propagación anteriormente citadas. El monitoreo inicio en febrero 2009 y finalizo en julio 2009.

### 4.3. Materiales

Durante el primer mes de la fase de campo se utilizó un sonómetro no integrador, cuyas especificaciones se encuentran detalladas a continuación.

Sonómetro Integrador Registrador: Medición de Ruido en dBA

#### 4.3.1. SONÓMETRO NO-INTEGRADOR

**TABLA N<sup>o</sup>. 3.01**

Marca	Thomas Scientific	
Escala de medición	65-130 Db	
Escala de frecuencia	30 Hz – 12 kHz	
Ponderación de frecuencia	“A” y “C”	
Tiempo de respuesta	Rápido y Lento	
Escala de linealidad	65 Db	
Resolución en pantalla	0.1 dB	
Rango de Error	± 2 dB	

**Fuente:** Manual de Procedimientos de Equipo

Posteriormente en el mes de marzo, se comenzó a utilizar un sonómetro integrador con las siguientes especificaciones.

Sonómetro Integrador Registrador: Medición de Ruido en dBA

### 4.3.2. SONÓMETRO INTEGRADOR

TABLA N<sup>o</sup>. 3.02

Marca	Extech Instruments	
Escala de medición	30-130 dB	
Escala de frecuencia	31.5 Hz – 8 kHz	
Ponderación de frecuencia	“A” y “C”	
Tiempo de respuesta	Rápido, Lento e Impulso	
Escala de linealidad	100 dB	
Resolución en pantalla	0.1 dB	
Rango de Error	± 1.5 dB	

Fuente: Manual de Procedimientos de Equipo

Dispositivo GPS (Global Positioning System) con chip de alta sensibilidad: Referenciación geográfica.

### 4.3.3. GPS

TABLA N<sup>o</sup>. 3.03

Marca	Garmin	
Modelo	LEGEND Etrex	
Característica	Chip de alta sensibilidad	
Rango de Error	± 3m (24 satélites)	

Fuente: Manual de Procedimientos de Equipo

#### 4.4. Formato de Registro de datos:

Este formato fue diseñado para esta campaña de muestreo

#### 4.4.1. FORMATO PARA REGISTRO DE DATOS

TABLA N<sup>o</sup>. 3.04

Hoja de Registro de Datos - Sonometría Tesis Ruido																
Fecha	DOMINGO 20-02-2009						Estación	SOLCA								
Hora	12h00 - 13h40						Ubic. GPS	078° 28'12,3" W				00°08'10,2" S				
Altitud	2889 m.s.n.m						Respons.	V-Z								
Ubic. GPS	078° 28'12,5" W 00°08'09,3" S				078° 28'11,6" W 00°08'09,8" S				078° 28'12,2" W 00°08'11,0" S				078° 28'13,2" W 00°08'10,4" S			
Dirección	CUARTIL 25m Norte				CUARTIL 25m Este				CUARTIL 25m Sur				CUARTIL 25m Oeste			
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora
Norte	65,4	00:09:91			63,6	00:09:51			72,6	00:07:48			76,1	00:12:11		
Este	75,9	00:07:62			59,3	00:06:77			62,9	00:02:15			74,4	00:05:26		
Sur	79,1	00:07:71			61,5	00:07:97			74,6	00:14:52			61,1	00:10:43		
Oeste	68,1	00:09:32			62,3	00:08:95			61,1	00:03:07			59,3	00:06:63		
Ubic. GPS	078° 28'12,6" W 00°08'08,5" S				078° 28'10,7" W 00°08'09,4" S				078° 28'12,0" W 00°08'11,9" S				078° 28'14,2" W 00°08'10,5" S			
Dirección	CUARTIL 50m Norte				CUARTIL 50m Este				CUARTIL 50m Sur				CUARTIL 50m Oeste			
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora
Norte	74,5	00:10:86			64,9	00:06:84			73,8	00:08:25			64,2	00:08:01		
Este	66,7	00:10:27			52,8	00:06:96			69,0	00:03:63			53,0	00:15:56		
Sur	75,5	00:05:56			55,5	00:05:51			62,7	00:04:86			65,9	00:11:58		
Oeste	72,5	00:09:96			54,9	00:11:00			65,3	00:09:46			62,8	00:03:38		
Ubic. GPS	078° 28'12,8" W 00°08'07,7" S				078° 28'09,7" W 00°08'09,1" S				078° 28'11,9" W 00°08'12,7" S				078° 28'15,0" W 00°08'10,7" S			
Dirección	CUARTIL 75m Norte				CUARTIL 75m Este				CUARTIL 75m Sur				CUARTIL 75m Oeste			
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora
Norte	67,3	00:07:89			65,0	00:08:66	Pito		70,0	00:04:44			53,3	00:05:62		
Este	75,9	00:06:83			74,2	00:07:39			65,7	00:04:38			63,3	00:08:85		
Sur	68,8	00:08:38			52,0	00:12:33			68,0	00:04:77			72,2	00:07:74	Moto	
Oeste	73,2	00:06:69			-	-			69,5	00:07:06			64,1	00:05:45		
Ubic. GPS	078° 28'13,0" W 00°08'06,9" S				078° 28'09,9" W 00°08'08,7" S				078° 28'11,7" W 00°08'13,5" S				078° 28'15,7" W 00°08'10,9" S			
Dirección	CUARTIL 100m Norte				CUARTIL 100m Este				CUARTIL 100m Sur				CUARTIL 100m Oeste			
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora
Norte	74,6	00:04:88			68,0	00:04:24			65,9	00:12:62			68,8	00:04:36		
Este	62,3	00:06:36			64,1	00:03:57			60,7	00:11:24			69,7	00:06:32		
Sur	69,4	00:08:61			54,3	00:09:37			65,3	00:11:63			60,1	00:08:46		
Oeste	52,6	00:05:27			51,1	00:08:45			63,8	00:05:52			61,5	00:11:80		
Hoja de Registro de Datos - Sonometría Tesis Ruido																
Fecha	MARTES 12-05-2009						Estación	SOLCA								
Hora	12:10 - 12:50						Ubic. GPS	078° 28'12,3" W				00°08'10,2" S				
Altitud	2889 m.s.n.m						Respons.	Z-V								
Ubic. GPS	078° 28'12,5" W 00°08'09,3" S				078° 28'11,6" W 00°08'09,8" S				078° 28'12,2" W 00°08'11,0" S				078° 28'13,2" W 00°08'10,4" S			
Dirección	CUARTIL 25m Norte				CUARTIL 25m Este				CUARTIL 25m Sur				CUARTIL 25m Oeste			
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora
Norte																
Este	80,3	0:01:00			77,5	0:01:00			79,9	0:01:00			77,7	0:01:00		
Sur																
Oeste																
Ubic. GPS	078° 28'12,6" W 00°08'08,5" S				078° 28'10,7" W 00°08'09,4" S				078° 28'12,0" W 00°08'11,9" S				078° 28'14,2" W 00°08'10,5" S			
Dirección	CUARTIL 50m Norte				CUARTIL 50m Este				CUARTIL 50m Sur				CUARTIL 50m Oeste			
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora
Norte																
Este	77,9	0:01:00			65,7	0:01:00			73,5	0:01:00			69,7	0:01:00		
Sur																
Oeste																
Ubic. GPS	078° 28'12,8" W 00°08'07,7" S				078° 28'09,7" W 00°08'09,1" S				078° 28'11,9" W 00°08'12,7" S				078° 28'15,0" W 00°08'10,7" S			
Dirección	CUARTIL 75m Norte				CUARTIL 75m Este				CUARTIL 75m Sur				CUARTIL 75m Oeste			
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora
Norte																
Este	74,9	0:01:00			68,2	0:01:00			73,8	0:01:00			68,1	0:01:00		
Sur																
Oeste																
Ubic. GPS	078° 28'13,0" W 00°08'06,9" S				078° 28'09,9" W 00°08'08,7" S				078° 28'11,7" W 00°08'13,5" S				078° 28'15,7" W 00°08'10,9" S			
Dirección	CUARTIL 100m Norte				CUARTIL 100m Este				CUARTIL 100m Sur				CUARTIL 100m Oeste			
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora
Norte																
Este	71,6	0:01:00			67,0	0:01:00			75,9	0:01:00			68,7	0:01:00	Esmeril en lubricadora	
Sur																
Oeste																

Fuente: Autores

#### 4.5. Procedimiento de Muestreo.

Se considero el siguiente procedimiento para realizar el muestreo en los diferentes puntos a examinar:

1. Ubicarse sobre el punto cero de la estación.
2. Buscar en el GPS el punto 25 metros norte.
3. Recorrer 25m hacia el norte guiándose con el GPS. Esperar a que éste indique que se llegó al punto elegido.
4. Colocar el trípode sobre el suelo y extenderlo hasta la altura especificada de 1,5m.
5. Apuntar el micrófono del sonómetro hacia el norte.
6. Prender el sonómetro.
7. Escoger la función para medición en modo lento "Slow".
8. Escoger la ponderación de frecuencia "A", para medir ruido dBA (filtro para ambientes abiertos)
9. Escoger el tipo de medición de ruido "Leq" (Presión Sonora Equivalente)
10. Calibrar el tiempo de integración a 1 minuto.
11. Iniciar la medición.
12. Al cumplirse 15 segundos de medición, girar 90 grados hacia el este.
13. Al cumplirse 30 segundos de medición, girar 90 grados hacia el sur.
14. Al cumplirse 45 segundos de medición, girar 90 grados hacia el oeste.
15. Al cumplirse 60 segundos de medición, el sonómetro se detendrá automáticamente, mostrando en su pantalla el valor correspondiente a la Presión Sonora Equivalente medida y ponderada.
16. Anotar el valor en la hoja de registro, en la casilla correspondiente para ese cuartil.
17. Plegar el trípode.
18. Avanzar hasta el siguiente cuartil, caminando 25 metros en la misma dirección inicial.
19. Repetir el mismo procedimiento para cada cuartil hasta finalizar la medición en la estación.
20. Por lo tanto, teniendo todos los datos digitados en una hoja electrónica de Excel, se agruparon los valores de cada cuartil, por cada horario y por cada mes, generado tablas de cálculo
21. Luego, se calcularon los promedios, siguiendo la secuencia que se muestra a continuación.

#### **4.6. Condiciones para el Muestreo**

Para proceder a la toma de muestras, se hizo una valoración de las condiciones que presentaba cada estación en lo relativo al espacio físico que tenía para el muestreo. Por lo tanto, acorde a la metodología definida para la división espacial de las estaciones, se identificó en cada una de ellas los puntos en los que se iba a efectuar el monitoreo.

Cabe mencionar que se colocó el sonómetro sobre cada punto de monitoreo, para identificar posibles obstrucciones que éste pueda tener y que impidan hacer una medición adecuada del ruido.

Por lo tanto, cada punto de monitoreo fue escogido en función del cumplimiento con los siguientes criterios:

Desde el punto de monitoreo, debe haber una distancia horizontal libre de obstáculos físicos igual o mayor a 3m en 180 grados hacia el horizonte, medidos a partir del sonómetro.

Desde el punto de monitoreo debe haber un espacio físico igual o mayor a 4 metros del centro del carril de la calle más próxima. Debe existir la posibilidad de situar el sonómetro a 1,5m sobre el nivel del suelo.

Adicionalmente cabe mencionar que, para evitar errores de medición, no se tomaron muestras cuando había condiciones de lluvia, ya que el golpe de las gotas de agua contra el suelo, aumenta considerablemente el ruido.

#### **4.7. Georeferenciación de los puntos de muestreo**

Con el fin de que las mediciones sean hechas siempre en los mismos lugares para no perder apreciación, se tomó las coordenadas geográficas de cada punto de monitoreo con un aparato GPS. Además esto sirvió para el posterior mapeo y ubicación geográfica digital de cada punto de monitoreo.

#### **4.8. Metodología de registro de datos**

Los datos de campo del monitoreo fueron registrados en hojas con un formato especialmente diseñado para este fin, mismas que permitieron mantener un orden en la anotación de los datos.

Posteriormente, luego de cada monitoreo, los datos fueron anotados en una hoja electrónica de Excel, con el mismo formato de la hoja de campo.

#### **4.9. Metodología de tratamiento de datos**

Cabe recalcar que para cada estación, se tomó un solo dato mensual por cada horario. Es decir que de cada estación, se hicieron tres mediciones en un mes, correspondientes a los tres horarios, mañana, tarde y noche.

Por lo tanto, teniendo todos los datos digitados en una hoja electrónica de Excel, se agruparon los valores de cada cuartil, por cada horario y por cada mes, generando tablas como las que se muestran en el Anexo,

#### **4.10. Metodología de tratamiento de datos generados por un sonómetro no integrador.**

Debido a que los valores registrados por el sonómetro no fueron calculados por este aparato considerando la variable tiempo, se precisó efectuar un tratamiento matemático con el fin de obtener el valor  $L_{eq}$ , equivalente a los valores obtenidos por el sonómetro integrador.

#### 4.10.1. TRATAMIENTO DE DATOS GENERADOS POR UN SONÓMETRO NO-INTEGRADOR

**TABLA NO. 3.05**

PUNTO	DETERMINACIÓN	1	2	3	4	Pi (s)	Pi Fracción	Prom (NP Si/10)	NP Si/10	$10^{(NPSi/10)}$	Pi Fracción* $10^{(NPSi/10)}$
25	Norte	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
	Este	56,5	55,4	56,5	59,8	20	0,3	57,05	5,71	506.990,71	168.996,90
	Sur	57	56,3	58,7	59,3	20	0,3	57,83	5,78	606.038,20	202.012,73
	Oeste	59,8	54,8	56,8	55,8	20	0,3	56,80	5,68	478.630,09	159.543,36
					Σ	60				Σ	530.553,00
										log	5,72
										NP Seq	57,25

Fuente: Autores

En las columnas “1”, “2”, “3” y “4” se colocaron los datos obtenidos del sonómetro,

En la columna Pi(s) se colocó el tiempo de medición para cada medición.

Pi fracción corresponde a la fracción que representa cada Pi(s) por el tiempo total de medición.

PROM (NPSi) es el promedio de los valores “1”, “2”, “3”y “4”.

Este último valor se divide para 10.

Se eleva a 10 el valor obtenido en la anterior columna.

Finalmente se multiplica este resultado por Pi fracción.

La suma de todas las filas obtenidas da como resultado un valor que al someterlo a la función Log se obtiene el NPSeq deseado. Valor que es comparable al de un sonómetro integrador.

Para comprobar que estos datos equivalen a los del sonómetro integrador, el último mes (julio) se tomaron los valores de ruido de todas las estaciones con ambos sonómetros. Y se estableció un porcentaje de error para validar los datos del sonómetro no integrador.

Para establecer el porcentaje de error, se usó la siguiente fórmula:

$$\%E = \frac{d_i * d_{ni} *}{d_i * } \times 100 \quad (1)$$

Donde:

**di** = Dato del sonómetro integrador

**dni** = dato del sonómetro no integrador

**\*** = datos promediados a base de 4 mediciones por cuartil

#### 4.11. Promedios Mensuales por cada cuartil, para cada horario

Los promedios mensuales para cada estación, de cada cuartil y por cada horario, se obtuvieron aplicando las siguientes ecuaciones:

Cuartil 25 metros:

$$Leq25_{Mensual} = \frac{Leq25N + Leq25E + Leq25S + Leq25W}{4} \quad (2)$$

Cuartil 50 metros:

$$Leq50_{Mensual} = \frac{Leq50N + Leq50E + Leq50S + Leq50W}{4} \quad (3)$$

Cuartil 75 metros:

$$Leq75_{Mensual} = \frac{Leq75N + Leq75E + Leq75S + Leq75W}{4} \quad (4)$$

Cuartil 100 metros:

$$Leq100_{Mensual} = \frac{Leq100N + Leq100E + Leq100S + Leq100W}{4} \quad (5)$$

Donde:

**Leq**: Presión sonora equivalente en 1 minuto, promedio de 1 mes.

**25**: Cuartil 25 metros.

**50**: Cuartil 50 metros.

**75**: Cuartil 75 metros.

**100**: Cuartil 100 metros.

**N**: Norte.

**E**: Este.

**S**: Sur.

**W**: Oeste

#### 4.12. Promedios Quimestrales por cada cuartil, de cada horario:

Una vez calculados los promedios por cada mes, se reunieron todos estos datos, y se aplicaron las fórmulas que se muestran a continuación:

Cuartil 25 metros:

$$\text{Leq}_{25\text{Quimestral}} = \frac{\text{Leq}_{25\text{mes } 1} + \text{Leq}_{25\text{mes } 2} + \text{Leq}_{25\text{mes } 3} + \text{Leq}_{25\text{mes } 4} + \text{Leq}_{25\text{mes } 5}}{5}$$

(6)

Cuartil 50 metros:

$$\text{Leq}_{50\text{Quimestral}} = \frac{\text{Leq}_{50\text{mes } 1} + \text{Leq}_{50\text{mes } 2} + \text{Leq}_{50\text{mes } 3} + \text{Leq}_{50\text{mes } 4} + \text{Leq}_{50\text{mes } 5}}{5}$$

(7)

Cuartil 75 metros:

$$\text{Leq}_{75\text{Quimestral}} = \frac{\text{Leq}_{75\text{mes } 1} + \text{Leq}_{75\text{mes } 2} + \text{Leq}_{75\text{mes } 3} + \text{Leq}_{75\text{mes } 4} + \text{Leq}_{75\text{mes } 5}}{5}$$

(8)

Cuartil 100 metros:

$$\text{Leq}_{100\text{Quimestral}} = \frac{\text{Leq}_{100\text{mes } 1} + \text{Leq}_{100\text{mes } 2} + \text{Leq}_{100\text{mes } 3} + \text{Leq}_{100\text{mes } 4} + \text{Leq}_{100\text{mes } 5}}{5} \quad (9)$$

Donde:

**Leq:** Presión sonora equivalente en 1 minuto, promedio de 5 meses.

**25:** Cuartil 25 metros.

**50:** Cuartil 50 metros.

**75:** Cuartil 75 metros.

**100:** Cuartil 100 metros.

**N:** Norte.

**E:** Este.

**S:** Sur.

**W:** Oeste

Por lo tanto, luego de tener un valor promedio de 5 meses, por cuartil y para cada uno de los tres horarios y blanco, se obtuvieron 3 tablas de datos, correspondientes a los horarios de la mañana, tarde, noche y blanco. Este insumo sirvió para posteriormente generar los mapas de ruido.

#### **4.13. C.E. Puntos de monitoreo**

Los puntos de monitoreo fueron seleccionados por CORPAIRE, en base a la consultoría realizada por la firma *Decibel* en el año 2008.

#### **4.14. Metodología de integración de datos con el SIG**

##### **4.14.1. Unificación de las Coordenadas Geográficas**

La ciudad de Quito posee su propio sistema de referencia geográfica, llamado coordenadas UTMQ, que están basadas en un sistema de referencia Nor-este. Por lo tanto, cuando CORPAIRE indicó la ubicación de los puntos donde se debía hacer el monitoreo, el primer paso fue unificar el sistema de referencia geográfico.

Luego, los datos tomados con el GPS correspondientes al levantamiento de los puntos de monitoreo fueron descargados, tabulados y mapeados en el programa ArcGis. Con esto, se pudo graficar un mapa de los sitios que fueron monitoreados y posteriormente interpolar este mapa con los archivos Raster que se poseen actualmente en el municipio de Quito, pertenecientes a su base de datos de Sistemas de Información Geográfica. Posteriormente, se ingresaron los valores promediados que fueron el resultado del monitoreo quimestral de las estaciones.

#### 4.14.2. Análisis espacial de los datos mediante el programa “ArcMap”<sup>30</sup>

El programa ArcMap dentro de su herramienta ***Spatial Analyst***, tiene ciertas aplicaciones que permiten modelar la correlación espacial de datos puntuales, ello implica calcular su valor en función de su localización geográfica y comportamiento en su entorno más o menos próximo.

Con este antecedente, se decidió usar el método ***Inverse Distance Weighted*** (IDW), mismo que únicamente depende de un parámetro, el exponente que indica la mayor o menor ponderación de la distancia inversa entre el punto problema y los datos (Power) para generar un área de influencia de un factor a calcular. Ello implica que nunca generará valores fuera del rango de los datos. Para este estudio, el modelo IDW es aplicable, ya que se adapta a fluctuaciones significativas de los datos medidos, como es el caso de los Leq, generados en el monitoreo de ruido ambiental de una ciudad, a diferencia del otro método de interpolación (Spline), que no soporta las salidas de rango excesivas en las zonas relativamente próximas, cosa que sucede en este estudio, debido a la diferencia de niveles de ruido entre estaciones próximas.

***IDW*** calcula un estimado de distancia inversa ponderada, en la cual los puntos lejanos al centro de la celda (y su vecindad) obtienen un valor más bajo que los cercanos, interpolando la información para obtener en el caso de este estudio, el comportamiento del ruido y la dispersión que éste ocasiona.

Al momento de convertir la información puntual a información raster, se generan varias deficiencias, como es el caso de que el valor de un punto se encuentre en el borde de dos o más celdas, es así que en el método IDW, se distinguen 4 situaciones para determinar en cuál celda cae el punto:

Un punto está exactamente en medio de una celda

Un punto está exactamente en el borde de las 4 celdas

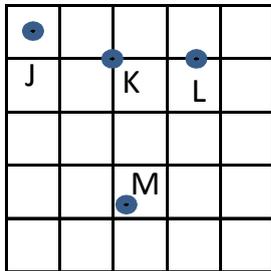
Un punto está exactamente en el borde de las 4 celdas y equidistante a las otras dos celdas más cercanas

Todos los otros casos

---

<sup>30</sup> Proaño, A. (2007) MONITOREO DE RUIDO PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS EN PLATAFORMAS HELITRANSORTABLES DENTRO DEL PARQUE NACIONAL YASUNÍ, DURANTE LA FASE CONSTRUCTIVA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA. UISEK (TESIS DE GRADO)

## SITUACIONES DIFERENTES PARA LA CONVERSIÓN PUNTO A CUADRÍCULA MEDIANTE EL MÉTODO IDW



En la situación J, el punto coincide con el centro de la cuadrícula y el valor del punto es asignado exclusivamente a esa celda. Esto es como se realiza tanto en los métodos “simple” e “IDW”.

En las situaciones K, L, el sistema SIG asigna arbitrariamente el valor del punto a uno de las cuatro o dos celdas. En lugar de usar reglas arbitrarias, el IDW utiliza una técnica de distancia balanceada ponderada en la cual el valor de un punto se asigna a más de una celda en situaciones K, L y M.

En la situación K, el valor del punto es dividido equitativamente entre las 4 celdas. En la situación L, se divide el valor del punto entre las 2 celdas. En la situación M, se asignan los valores de distancias inversas ponderadas a las 4 celdas más cercanas usando la siguiente ecuación, en la cual la distancia de un punto a una celda es calculada como la distancia desde la ubicación del punto al centro de la celda.

## ECUACIÓN DE ASIGNACIÓN DE VALORES PONDERADOS

$$Z_i = \frac{1}{d_i * \sum_{i=1}^N \frac{1}{d_i}} * Z_p \quad (10)$$

Donde:

**Z<sub>i</sub>**: valor de la celda i

**Z<sub>p</sub>**: valor del punto p

**D<sub>i</sub>**: distancia del punto p al centro de la celda i

**N**: número de las celdas entre las que p se encuentra.

### 4.15. Comparación de resultados obtenidos con sonómetro integrador y sonómetro no integrador.

Debido a que el primer mes de la campaña de monitoreo, se realizó el muestreo de ruido usando un sonómetro No-Integrador, fue necesario comparar la validez de los datos con aquellos generados con el sonómetro integrador.

Para esto, se tomó el dato generado por el sonómetro No-Integrador en cada cuartil y el dato generado por el sonómetro Integrador, igualmente de cada cuartil y se aplicó la fórmula que se muestra a continuación:

$$\%E = \frac{d_i * - d_{ni} *}{d_i * } * 100 \quad (11)$$

Donde:

**d<sub>i</sub>**: dato de sonómetro integrador

**d<sub>ni</sub>**: dato de sonómetro no-integrador

Luego de aplicar esta fórmula para todos los datos tomados en el mes de febrero y junio, se concluye que el porcentaje de error entre los datos de cada equipo está en el rango de 0 a 3%, por lo que los datos obtenidos durante el mes de febrero son válidos para este estudio y por tanto trazables a aquellos obtenidos en los cuatro meses restantes con el sonómetro integrador.

Posteriormente, teniendo ya un mapa de ruido que diferencie espacialmente las variaciones de presión sonora equivalente y las diferencie por colores, se aplicó la función "Contour" que está dentro de la herramienta Spatial Analyst. Esta función dibuja isolíneas a manera de contornos, representando valores de constantes de celda, lo que significa que esta función es capaz de graficar isófonas o líneas que unen puntos con un mismo valor de presión sonora equivalente

## CAPITULO IV

### 5. CARACTERIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

#### 5.1. Estación EL CAMAL (*Ver Mapa 1; ANEXO 19.1.; FOTOS 1-6*)

**Ubicación:** Adrian Navarro y José Hinostrroza

**Situación Geográfica**

S 00° 15' 07,6" W 078° 31' 01,1"

**Puntos de Referencia:** Hospital Municipal Materno Infantil San José del Sur

**Tipos de Uso de Suelo**

**Residencial Múltiple**

**Límite Máximo Permisible día:** 55 dB

**Límite Máximo Permisible noche:** 45 dB

**Equipamiento y Protección**

**Límite Máximo Permisible día:** 45 dB

**Límite Máximo Permisible noche:** 35 dB

**Nivel de Tráfico:** Medianamente alto, la estación se encuentra en la calle Adrian Navarro. Esta es una avenida transitada por vehículos livianos. Sin embargo, por las observaciones hechas a lo largo de los cinco meses de muestreo, los vehículos que generan la mayor cantidad del ruido reportado son comerciantes que intentan llegar al mercado cercano. Por otra parte, hay que considerar que la Calle Adrian Navarro presenta una inclinación no pronunciada, factor que no demanda un mayor esfuerzo a los motores, al tener que remontar una pendiente.

**Condiciones del Pavimento:** El pavimento en el área está mal mantenido, existen baches y daños estructurales en la capa de rodadura, que contribuyen con el aumento de los niveles de ruido.

**Focos de emisión de Ruido:** el principal foco de emisión de ruido en este sector, es la intersección entre la Calle Adrian Navarro y Andrés Pérez, debido al alto nivel de tráfico que confluye en este lugar, teniendo mayor connotación el tráfico liviano y pesado que circula por la Andrés Pérez.

## 5.2. Estación ELOY ALFARO (*Ver Mapa 1; ANEXO 19.2.; FOTOS 7-10*)

**Ubicación:** Alonso de Angulo y Cesar Chiriboga.

### **Situación Geográfica**

S 00° 14' 51,3" W 078° 31' 29,7"

**Puntos de Referencia:** Administración Zonal Eloy Alfaro

### **Tipos de Uso de Suelo**

#### **Residencial**

**Límite Máximo Permisible día:** 50 dB

**Límite Máximo Permisible noche:** 40 dB

**Nivel de Tráfico:** Bastante alto, se encuentra entre la Av. Alonso de Angulo. Es un barrio muy tranquilo por el que no existe gran afluencia de tráfico, pero existe un horario en el que éste aumenta considerablemente.

**Condiciones del Pavimento:** El pavimento en el área está bien mantenido, no existen baches ni daños estructurales en la capa de rodadura que generen un incremento en el ruido.

**Focos de emisión de Ruido:** Existen varios factores, entre estos el más importante es el tráfico en horario escolar, bocinas de vehículos, buses de transportación masiva y vehículos pesados en general

**Ladridos de perros:** Debido a que Eloy Alfaro es una zona netamente residencial, existen muchas viviendas con mascotas, en su mayoría perros. Cuando estos ladran, aumentan los niveles de ruido considerablemente, aproximadamente unos 10 dB sobre la media.

### **5.3. Estación GUAMANI (Ver Mapa 1; ANEXO 19.3.; FOTOS 11-18)**

**Ubicación:** Patricio Romero y Calle 1.

**Situación Geográfica**

S 00<sup>0</sup> 20' 00,6" W 078<sup>0</sup> 33' 13,4"

**Puntos de Referencia:** Escuela Municipal Julio E. Moreno

**Tipos de Uso de Suelo**

**Residencial Múltiple**

**Límite Máximo Permisible día:** 55 dB

**Límite Máximo Permisible noche:** 45 dB

**Nivel de Tráfico:** Bajo

El punto cero de la estación se encuentra ubicado en la esquina de la escuela Municipal Julio E. Moreno. El nivel de ruido en esta estación depende en gran manera del tráfico vehicular y especialmente de tracto camiones, que circulan por la calle Patricio Romero que avanza hacia la Calle Lucia Albán y posteriormente a la Av. Maldonado.

**Condiciones del Pavimento:** Sector adoquinado, en mal estado, área de asfalto está deteriorada pero presenta algunas mejoras por el municipio.

**Focos de emisión de Ruido:** Tracto camiones, busetas escolares, vehículos livianos, la escuela.

#### **5.4. Estación MARISCAL (Ver Mapa 1; ANEXO 19.4.; FOTOS 19-21)**

**Ubicación:** Luis Cordero y Reina Victoria.

##### **Situación Geográfica**

S 00° 12' 06,3" W 078° 29' 21,1"

**Puntos de Referencia:** Conjunto Residencial Almagro

##### **Tipos de Uso de Suelo**

###### **Industrial Múltiple**

**Límite Máximo Permisible día:** 65 dB

**Límite Máximo Permisible noche:** 55 dB

###### **Residencial**

**Límite Máximo Permisible día:** 50 dB

**Límite Máximo Permisible noche:** 40 dB

**Nivel de Tráfico:** Alto. Circulación de buses y vehículos livianos.

Esta estación se ve afectada por el tráfico de las tres vías que rodean, la Avenida Cristóbal Colón, Calle Reina Victoria y Calle Luis Cordero. Todas presentan una gran afluencia de vehículos livianos y buses principalmente, convirtiendo al tráfico en el principal sino único factor de generación de ruido.

**Condiciones del Pavimento:** La calle Reina Victoria presenta un pavimento en buenas condiciones, al igual que la calle Luis Cordero. En contraste, el pavimento de la Avenida Cristóbal Colon tiene un creciente deterioro.

**Focos de emisión de Ruido:** En esta estación, aparte del alto tráfico, existen negocios que generan ruido, como bares y clubes nocturnos, sin llegar a ser valores tan altos como aquellos generados por el tráfico vehicular.

## 5.5. Estación QUITUMBE (*Ver Mapa 1; ANEXO 19.5.; FOTOS 22-31*)

**Ubicación:** Quitumbe Ñan y Cóndor Ñan

### **Situación Geográfica**

S 00° 17' 44,9" W 078° 32' 56,4"

**Puntos de Referencia:** Administración zonal Quitumbe.

### **Tipos de Uso de Suelo**

#### **Residencial Múltiple**

**Límite Máximo Permisible día:** 55 dB

**Límite Máximo Permisible noche:** 45 dB

#### **Industrial Múltiple**

**Límite Máximo Permisible día:** 65 dB

**Límite Máximo Permisible noche:** 55 dB

#### **Equipamiento y Protección**

**Límite Máximo Permisible día:** 45 dB

**Límite Máximo Permisible noche:** 35 dB

**Nivel de Tráfico:** Bastante Alto. Circulación de vehículos pesados y livianos.

Esta estación se ve afectada principalmente por el ruido generado por el tráfico de la nueva terminal terrestre, como también la influencia de las constructoras y su maquinaria pesada sobre la vía.

**Condiciones del Pavimento:** En general es un pavimento nuevo, en el este es un camino rustico de tierra.

**Focos de emisión de Ruido:** Buses, Tracto Camiones, vehículos livianos, bocinas, ambulancias, vehículos policiales, constructoras.

## **CAPITULO V**

### **6. RESULTADOS**

#### **6.1. Tablas generales de datos**

A continuación se presentan las tablas de los valores obtenidos en el muestreo de ruido quimestral efectuado en las cinco estaciones analizadas.

Como referencia, el color amarillo de las celdas representa el valor de Leq medido y ponderado de cada cuartil, el color anaranjado representa el valor que tuvo que ser calculado en base de un promedio efectuado en aquellos cuartiles que no pudieron ser medidos debido a los obstáculos físicos. Finalmente, el color rojo representa el promedio de cada cuartil, es decir el valor promedio de cuatro datos correspondientes al área de medición en círculo.

## 6.2. ESTACION EL CAMAL (18)

En los diferentes horarios a monitorear se obtuvo los siguientes resultados:

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario mañana en el sector “El Camal”

### 6.2.1. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “EL CAMAL”- MAÑANA

TABLA N<sup>o</sup>. 4.01

		MAÑANA				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	62,9	63,2	65,7	65,1	65,4
	Este	55,2	58,1	53,4	58,7	63,5
	Sur	62,7	64,9	63,7	64,4	66,7
	Oeste	66,4	68,2	65,5	66,5	66,6
	PROMEDIO	61,8	63,6	62,1	63,7	65,6
50 metros	Norte	62,5	62,5	65,5	64,7	65,8
	Este	60,1	60,1	55,1	56,4	66,4
	Sur	69,1	69,1	63,2	65,9	66,5
	Oeste	66,3	63,3	66,4	65,4	62,9
	PROMEDIO	66,3	63,8	62,6	63,1	65,4

75 metros	Norte					
	Este	67,6	67,6	64,6	65,7	67,5
	Sur	73,8	73,8	73,6	76,4	69,7
	Oeste	74,0	75,0	73,9	74,2	68,0
	PROMEDIO	71,8	72,1	70,7	72,1	68,4
100 metros	Norte					
	Este	72,3	72,4	72,5	73,2	66,4
	Sur	45,5	45,4	54,2	65,5	65,3
	Oeste	54,8	54,1	53,4	64,6	64,6
	PROMEDIO	57,5	57,3	60,0	67,8	65,4

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "El Camal", sector sur de Quito.

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario tarde en el sector “El Camal”

**6.2.2. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “EL CAMAL”- TARDE**

**TABLA N<sup>o</sup>. 4.02**

		TARDE				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	65,5	63,2	65,7	63,8	56
	Este	65,8	58,1	53,4	64,6	57,9
	Sur	63,5	64,9	63,7	64,6	55,7
	Oeste	63,8	68,2	65,5	65,4	54,7
	PROMEDIO	64,7	63,6	62,1	64,6	56,1
50 metros	Norte	55,4	62,5	65,5	54,1	56,4
	Este	65,9	60,1	55,1	64,2	62,8
	Sur	65,2	69,1	63,2	64,8	53,6
	Oeste	74,8	63,3	66,4	73,4	69,8
	PROMEDIO	74,8	63,8	62,6	64,1	60,7
75 metros	Norte					
	Este	64,4	67,6	64,6	64,1	54,7
	Sur	64,6	73,8	73,6	64	55,5
	Oeste	65,9	75,0	73,9	64,2	57,8
	PROMEDIO	65,0	72,1	70,7	64,1	56,0

100 metros	Norte					
	Este	74,4	72,4	72,5	73	56
	Sur	67,4	45,4	54,2	64	64,8
	Oeste	64	54,1	53,4	65,9	62,2
	PROMEDIO	68,6	57,3	60,0	67,6	61,0

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "El Camal", sector sur de Quito.

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario noche en el sector “El Camal”

**6.2.3. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “EL CAMAL”- NOCHE**

**TABLA N<sup>o</sup>. 4.03**

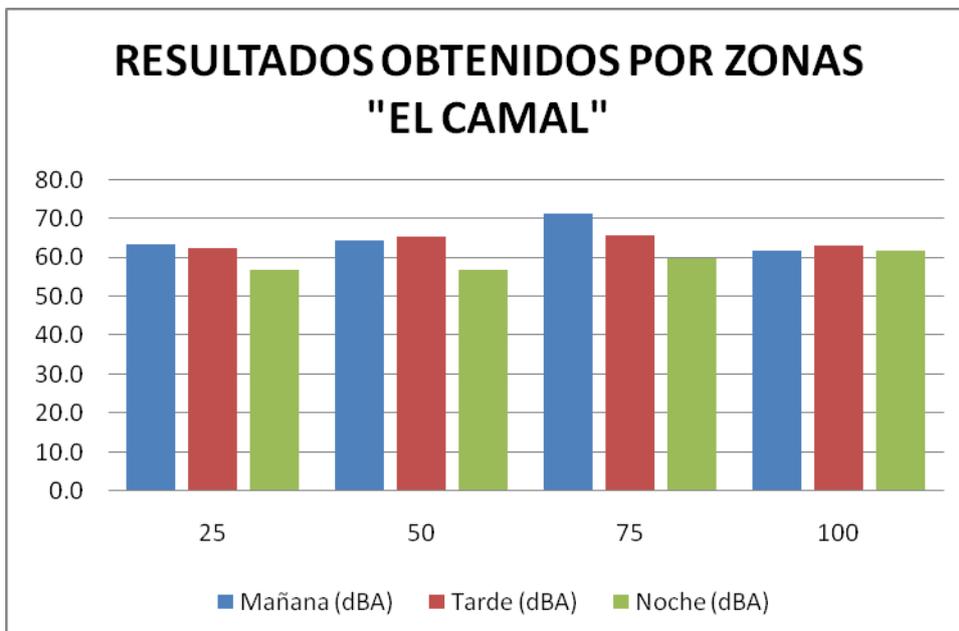
		NOCHE				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	44,6	42,7	64	63,8	63,8
	Este	45,4	44,2	65	64,6	64,6
	Sur	43,9	44,8	64,2	64,6	64,6
	Oeste	45,4	44,7	65,5	65,4	65,4
	PROMEDIO	44,8	44,1	64,7	64,6	64,6
50 metros	Norte	44,6	41,9	55,9	54,1	54,1
	Este	53,8	50,5	54	64,2	64,2
	Sur	55	56,4	65	64,8	64,8
	Oeste	46,7	44,2	65,2	73,4	73,4
	PROMEDIO	46,7	48,3	60,0	64,1	64,1
75 metros	Norte					
	Este	54	56,5	73,6	64,1	64,1
	Sur	44	46,8	65,2	64	64
	Oeste	59	56,5	55,5	64,2	64,2
	PROMEDIO	52,3	53,3	64,8	64,1	64,1

100 metros	Norte					
	Este	63,5	50,2	64,2	73	73
	Sur	51,8	45,5	65,5	64	64
	Oeste	56,4	54,8	65,6	65,9	65,9
	PROMEDIO	57,2	50,2	65,1	67,6	67,6

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "El Camal", sector sur de Quito.

**Resumen y gráfica de barras**

Cuartil (m)	Horario		
	Mañana (dBA)	Tarde (dBA)	Noche (dBA)
25	63,3	62,2	56,6
50	64,2	65,2	56,6
75	71,0	65,6	59,7
100	61,6	62,9	61,6



Fuente: Estudios realizados en monitoreo

### 6.3. ESTACION ELOY ALFARO (6)

En los diferentes horarios a monitorear se obtuvo los siguientes resultados:

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario mañana en la estación "ELOY ALFARO"

#### 6.3.1. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN "ELOY ALFARO"- MAÑANA

**TABLA N<sup>o</sup>. 4.04**

		MAÑANA				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	50,9	75,2	74,4	64,2	74,8
	Este	64,8	72,5	75	73,3	73,9
	Sur	66,8	67,2	61,5	65,3	63,8
	Oeste	65,3	71,6	73,5	65,8	72,3
	PROMEDIO	62,0	71,6	71,1	67,2	71,2
50 metros	Norte	34,1	74	75,8	72,5	74
	Este	55	71,7	72,9	64,4	72,6
	Sur	62,7	65,9	66,5	68,3	64,9
	Oeste	65,6	73,8	77,4	71,6	76,1
	PROMEDIO	65,6	71,4	73,2	69,2	71,9
75 metros	Norte	44,5	65,8	65,3	65,2	64,5
	Este	54,5	65,3	62,1	67,9	64,8
	Sur	57,4	68,2	64,5	67,3	65,9
	Oeste	64,5	75	76,3	68,9	73,4
	PROMEDIO	55,2	68,6	67,1	67,3	67,2

100 metros	Norte	55,1	65,3	63,5	64,6	66,3
	Este	54,2	62,5	61,4	68,3	64,1
	Sur	53,1	67,1	68,1	63,4	62,8
	Oeste	63,1	72,6	74,3	68,4	73,5
	PROMEDIO	56,4	66,9	66,8	66,2	66,7

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "Eloy Alfaro", sector sur de Quito.

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario tarde en el estación “Eloy Alfaro”

**6.3.2. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “ELOY ALFARO”- TARDE**

**TABLA N°. 4.05**

		TARDE				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	71,9	67,4	64,1	65,4	66,2
	Este	66,8	71,3	73,4	72,2	74,1
	Sur	65,9	70,2	74,5	68,8	72,1
	Oeste	72,5	65,2	62,4	63,4	63,7
	PROMEDIO	69,3	68,5	68,6	67,5	69,0
50 metros	Norte	66,9	69,1	62,4	66,2	65,2
	Este	70,7	64	64,5	62,8	65,9
	Sur	64,3	68,3	79,5	67,5	65,3
	Oeste	74,1	66,8	65,5	66,4	61,8
	PROMEDIO	74,1	67,1	68,0	65,7	64,6
75 metros	Norte	71	65,6	63,5	67,2	65
	Este	65,3	72,3	74,5	71,3	76,1
	Sur	72,1	68,3	63,5	66,3	65,3
	Oeste	65,2	67,7	68,7	63,4	68,3
	PROMEDIO	68,4	68,5	67,6	67,1	68,7

100 metros	Norte	68	66,5	65,4	65,2	66,8
	Este	64,5	66,2	66,9	62,3	65,2
	Sur	65,7	64,3	66,8	61,8	65,8
	Oeste	63,8	61,3	62,1	62,3	63,4
	PROMEDIO	65,5	64,6	65,3	62,9	65,3

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "Eloy Alfaro", sector sur de Quito.

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario noche en el sector “Eloy Alfaro”

### 6.3.3. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “ELOY ALFARO”- NOCHE

TABLA N<sup>o</sup>. 4.06

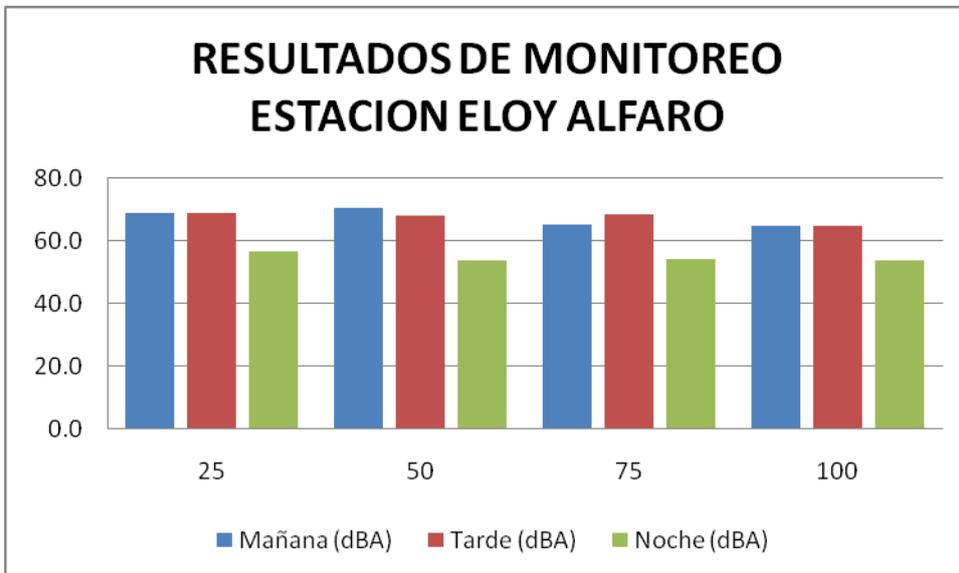
		NOCHE				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	44,4	46,4	63,1	65,4	55,9
	Este	52,9	52,9	62,6	65	54,8
	Sur	48,2	48,2	63,9	67,5	56,3
	Oeste	46,7	45,3	63,5	68,1	58,9
	PROMEDIO	48,1	48,2	63,3	66,5	56,5
50 metros	Norte	44,9	41,3	63,9	65,4	57
	Este	54,1	40,9	66	65,9	53,5
	Sur	43,5	44,3	65,4	63,4	58,3
	Oeste	41,5	42,6	62,5	63,4	53,8
	PROMEDIO	41,5	42,3	64,5	64,5	55,7
75 metros	Norte	45,3	43,2	54,6	65,4	54,9
	Este	47,7	49,2	63,5	65,9	53,5
	Sur	35,6	35,2	66,5	63,4	49,5
	Oeste	47,6	49,7	65,1	63,4	58,1
	PROMEDIO	44,1	44,3	62,4	64,5	54,0

100 metros	Norte	45	44	64,9	66,4	55,8
	Este	46,7	48,5	68,7	63,5	55,4
	Sur	35,7	33,2	68,1	63,4	47,5
	Oeste	43,8	47,3	51,3	69,3	55,9
	PROMEDIO	42,8	43,3	63,3	65,7	53,7

Fuente: Monitoreo mañana, zona del “Eloy Alfaro”, sector sur de Quito.

**Resumen y gráfica de barras**

Cuartil (m)	Horario		
	Mañana (dBA)	Tarde (dBA)	Noche (dBA)
25	68,6	68,6	56,5
50	70,2	67,9	53,7
75	65,1	68,0	53,9
100	64,6	64,7	53,7



Fuente: Resultados de Monitoreo, Estación Eloy Alfaro

#### 6.4. ESTACION MARISCAL (19)

En los diferentes horarios a monitorear se obtuvo los siguientes resultados:

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario mañana en el estación "Mariscal"

##### 6.4.1. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN "MARISCAL"- MAÑANA

TABLA N<sup>o</sup>. 4.07

		MAÑANA				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	73,4	73,4	73,7	73,4	65,9
	Este	71,8	71,8	74,3	72,6	63,9
	Sur	73,5	73,5	75,9	72	67,8
	Oeste	73,8	73,8	75,2	73,3	66,1
	PROMEDIO	73,1	73,1	74,8	72,8	65,9
50 metros	Norte	72,9	72,9	74,7	73,5	64,6
	Este	73,7	73,7	74,6	74,2	64
	Sur	73,5	73,5	73,7	72,8	65,1
	Oeste	75	75	74,3	74,2	64,8
	PROMEDIO	75,0	73,8	74,3	73,7	64,6
75 metros	Norte	72,7	72,7	73,7	72,6	64,3
	Este	74	74	73,3	74,4	65,8
	Sur	70,5	70,5	72,2	72,5	64,3
	Oeste	66,3	66,3	65,1	66,1	63,2
	PROMEDIO	70,9	70,9	71,1	71,4	64,4

100 metros	Norte	73,1	73,1	74,1	72,4	65
	Este	72,5	72,5	73,1	73,5	65,2
	Sur	70,7	70,7	65,2	72,3	65
	Oeste	73	73	76,1	71,9	66,7
	PROMEDIO	72,3	72,3	72,1	72,5	65,5

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "Mariscal", sector sur de Quito.

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario tarde en el sector "Mariscal"

#### 6.4.2. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN "MARISCAL"- TARDE

TABLA N<sup>o</sup>. 4.08

		TARDE				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	65,1	66,9	63,2	65,3	65,1
	Este	64,2	65,8	62,9	63,9	64,2
	Sur	66,9	69	65,4	65,3	66,9
	Oeste	64,4	64,6	64,6	64,8	64,4
	PROMEDIO	65,2	66,6	64,0	64,8	65,2
50 metros	Norte	72,2	71,6	74,4	64,7	72,2
	Este	71,5	72,2	74	65,6	71,5
	Sur	64,1	66,9	66,9	64,7	64,1
	Oeste	72,6	71,3	71,3	64,3	72,6
	PROMEDIO	72,6	70,5	71,7	64,8	70,1
75 metros	Norte	64,7	71,4	73,1	64	64,7
	Este	50,7	67,8	68,1	64,6	43,7
	Sur	65	67,5	67,5	64,6	65
	Oeste	64,6	65,1	65,1	64,2	64,6
	PROMEDIO	61,3	68,0	68,5	64,4	59,5

100 metros	Norte	64,6	65,8	63,8	64	64,6
	Este	63,4	66,1	65,4	64,4	63,4
	Sur	65,3	68,5	68,5	65,9	65,3
	Oeste	63,9	64,3	64,3	64,7	63,9
	PROMEDIO	64,3	66,2	65,5	64,8	64,3

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "Mariscal", sector sur de Quito.

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario noche en el sector "Mariscal"

### 6.4.3. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN "MARISCAL"- NOCHE

TABLA N°. 4.09

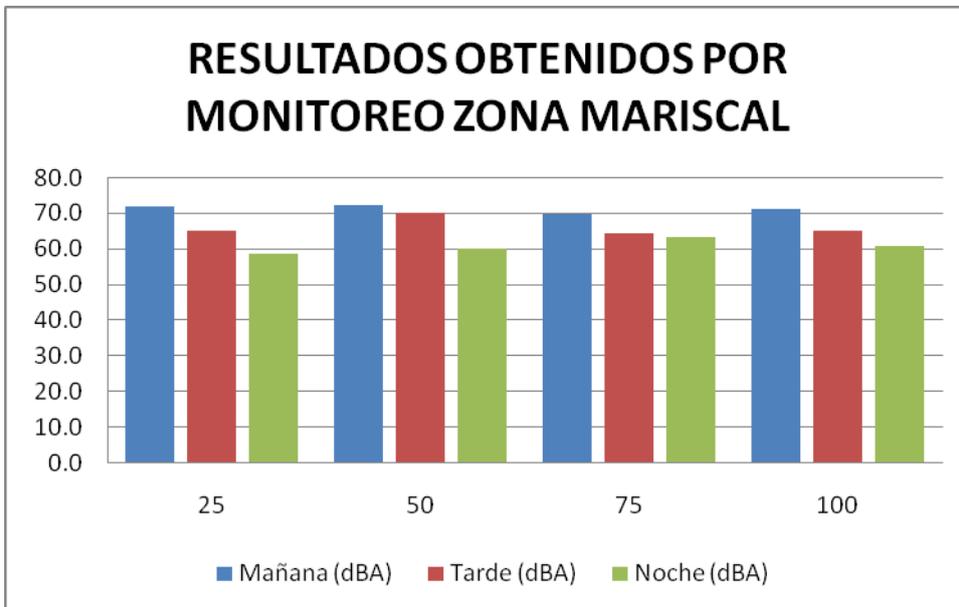
		NOCHE				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	64,1	62,1	63,8	63,9	63,7
	Este	55,2	52,7	64,8	58,1	57,1
	Sur	54,5	55,6	46	57,3	57
	Oeste	55	54,6	64,8	64,5	55,1
	PROMEDIO	57,2	56,3	59,9	61,0	58,2
50 metros	Norte	55,6	59,1	63,3	58,5	55,8
	Este	55,4	52,5	63,1	57,1	52,7
	Sur	56	58,6	55,8	57	56,9
	Oeste	63,3	65,2	63,1	62,5	64,7
	PROMEDIO	63,3	58,9	61,3	58,8	57,5
75 metros	Norte	55,8	60,8	63,7	56,7	64,2
	Este	64,1	65,2	63,7	64,1	66,1
	Sur	63,9	60,6	64,5	64,5	65,6
	Oeste	64,5	65,1	64,3	63,4	65,2
	PROMEDIO	62,1	62,9	64,1	62,2	65,3

100 metros	Norte	63,6	63,8	57,5	63,3	65,1
	Este	64,1	66,8	64,4	62,8	62,7
	Sur	55,4	56,5	66,3	63,3	59
	Oeste	54,6	57,1	55	55,5	55,5
	PROMEDIO	59,4	61,1	60,8	61,2	60,6

Fuente: Monitoreo mañana, zona del “Mariscal”, sector sur de Quito.

**Resumen y gráfica de barras**

Cuartil (m)	Horario		
	Mañana (dBA)	Tarde (dBA)	Noche (dBA)
25	72,0	65,1	58,5
50	72,3	69,9	60,0
75	69,7	64,3	63,3
100	71,0	65,0	60,6



## 6.5. ESTACION GUAMANÍ (3)

En los diferentes horarios a monitorear se obtuvo los siguientes resultados:

En esta estación se monitoreo hasta el mes de julio por la inauguración del nuevo terminal terrestre interprovincial e intercantonal sur del DMQ

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario mañana en el sector "Guamani"

### 6.5.1. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN "GUAMANI"- MAÑANA

**TABLA NO. 4.10**

		MAÑANA				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	69,7	69,7	63,8	65,3	65,8
	Este	64,6	68,4	63,8	64,4	64,7
	Sur	64,6	66,7	64,8	63,8	65,1
	Oeste					
	PROMEDIO	66,3	68,3	64,1	64,5	65,2
50 metros	Norte	63,4	62,1	62,9	63,9	66,7
	Este	64,3	67,2	64	63,7	62,9
	Sur	64,1	62	63,3	61,7	64,1
	Oeste					
	PROMEDIO	63,9	63,8	63,4	63,1	64,6
75 metros	Norte	66,1	69,4	64,1	65,2	66,4
	Este	53,4	59,1	57,2	57,7	58,4
	Sur	56,1	58,8	54,9	58,7	63,6
	Oeste					

	PROMEDIO	58,5	62,4	58,7	60,5	62,8
100 metros	Norte	64,9	60,4	62,6	60,4	65,9
	Este	63,5	62,2	64,6	63,8	64,5
	Sur	55	51,2	55	62,7	61,4
	Oeste					
	PROMEDIO	61,1	57,9	60,7	62,3	63,9

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "Guamani", sector sur de Quito.

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario tarde en el sector “Guamaní”

**6.5.2. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “GUAMANÍ”- TARDE**

**TABLA NO. 4.11**

		TARDE				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	65,3	66,2	63,9	64,7	65,5
	Este	64,6	68,4	66,3	62,7	65,3
	Sur	65,9	65,4	64,4	64,8	66,6
	Oeste					
	PROMEDIO	65,3	66,7	64,9	64,1	65,8
50 metros	Norte	65,7	65,2	65,1	63,8	66,9
	Este	66,8	63,7	65	64,2	65,4
	Sur	64,2	65,3	63,3	66,3	66,2
	Oeste					
	PROMEDIO	65,6	64,7	64,5	64,8	66,2
75 metros	Norte	65,7	65,3	62,9	65,6	66,6
	Este	55,7	55,6	55,2	57,6	57,2
	Sur	54,9	53,9	54,9	64,6	63,1
	Oeste					
	PROMEDIO	58,8	58,3	57,7	62,6	62,3

100 metros	Norte	65,3	67	63,6	63,8	66,1
	Este	62,2	64,7	63,9	64,4	66,8
	Sur	54,2	53,8	55	57,5	55,7
	Oeste					
	PROMEDIO	60,6	61,8	60,8	61,9	62,9

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "Guamani", sector sur de Quito.

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario noche en el sector “Guamaní”

### 6.5.3. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “GUAMANÍ”- NOCHE

**TABLA NO. 4.12**

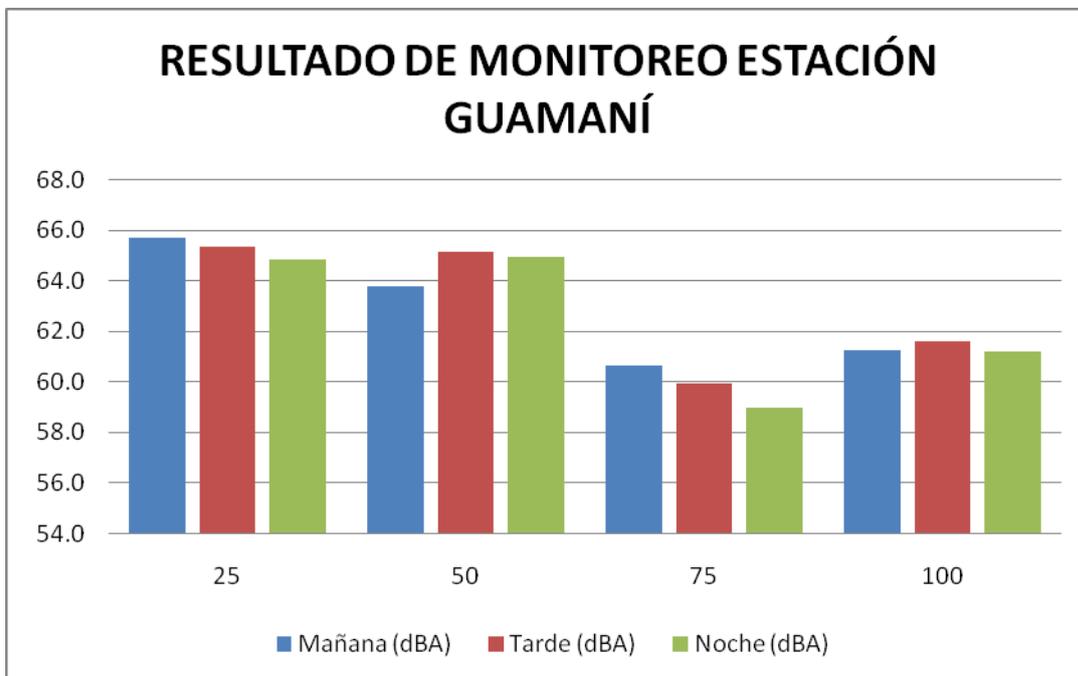
		NOCHE				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	65,7	65,4	63,6	63,4	65,4
	Este	64,8	65,8	64,6	64,1	65,4
	Sur	64,9	64,6	65,2	64,6	64,6
	Oeste					
	PROMEDIO	65,1	65,3	64,5	64,0	65,1
50 metros	Norte	65,1	65	63,5	65,3	65
	Este	64,6	66,2	66	63,7	66,2
	Sur	65,6	61,1	64,4	66,1	66,1
	Oeste					
	PROMEDIO	65,1	64,1	64,6	65,0	65,8
75 metros	Norte	67,6	65,5	64,6	62,7	65,5
	Este	54,5	56,2	54,4	58,2	56,2
	Sur	53,9	54,7	61,1	54,7	54,7
	Oeste					
	PROMEDIO	58,7	58,8	60,0	58,5	58,8

100 metros	Norte	62,6	66,1	63,4	61,8	66,1
	Este	65,6	55,5	64,8	63,4	66,5
	Sur	52,9	54,9	64,4	54,9	54,9
	Oeste					
	PROMEDIO	60,4	58,8	64,2	60,0	62,5

Fuente: Monitoreo mañana, zona del “Guamaní”, sector sur de Quito.

**Resumen y gráfica de barras**

Cuartil (m)	Horario		
	Mañana (dBA)	Tarde (dBA)	Noche (dBA)
25	65,7	65,3	64,8
50	63,8	65,1	64,9
75	60,6	59,9	59,0
100	61,2	61,6	61,2



## 6.6. ESTACION QUITUMBE (7)

En los diferentes horarios a monitorear se obtuvo los siguientes resultados:

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario mañana en el sector "Quitumbe"

### 6.6.1. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN "QUITUMBE" MAÑANA

**TABLA NO. 4.13**

		MAÑANA				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	63,6	56	56	63,6	55,6
	Este	56,9	56,1	64	56,9	54,9
	Sur	65,1	55,1	73,9	65,1	55,2
	Oeste	64,3	58,9	63,9	64,3	54
	PROMEDIO	62,5	56,5	64,5	62,5	54,9
50 metros	Norte	65,3	55,6	64,9	65,3	54,2
	Este	67,1	54,5	64,7	67,1	54,7
	Sur	66,9	60,6	66,3	66,9	55,7
	Oeste	64,8	61,9	74,1	64,8	64,1
	PROMEDIO	66,0	58,2	67,5	66,0	57,2
75 metros	Norte	63,5	55,8	63,7	63,5	55,8
	Este	55	48,5	64,5	55	45
	Sur	65,7	65,1	64,1	65,7	63,8
	Oeste	55,2	51,8	63,6	55,2	34,4
	PROMEDIO	59,9	55,3	64,0	59,9	49,8

100 metros	Norte	55,7	56,3	73,2	55,7	55,9
	Este	66,5	46,5	64	66,5	47,8
	Sur	66,5	56,4	73,6	66,5	54,7
	Oeste	55,5	50,6	65,8	55,5	34,6
	PROMEDIO	61,1	52,5	69,2	61,1	48,3

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "Quitumbe", sector sur de Quito.

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario tarde en el sector “Quitumbe”

### 6.6.2. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “QUITUMBE” TARDE

**TABLA NO. 4.14**

		TARDE				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	55,1	54	75,8	64,6	55,2
	Este	63,6	63,4	74,2	63,9	64,7
	Sur	55,9	56,2	64,8	65,9	56,3
	Oeste	70	65	64	66,6	72,1
	PROMEDIO	61,2	59,7	69,7	65,3	62,1
50 metros	Norte	65,7	64,7	63,8	65,3	64,6
	Este	64,5	65,3	65,8	65,5	65,6
	Sur	53,8	63,7	73	66,3	54,1
	Oeste	66,7	56,8	64,8	65,8	65,3
	PROMEDIO	62,7	62,6	66,9	65,7	62,4
75 metros	Norte	70	65,2	63,7	72	74
	Este	54,5	56	73,5	64,5	65,4
	Sur	62,1	61,3	65,1	64,1	65,1
	Oeste	61,1	60	65,4	66	64,9
	PROMEDIO	61,9	60,6	66,9	66,7	67,4

100 metros	Norte	66,9	65	75,3	66,9	64,9
	Este	55	58	64,1	65,1	56,7
	Sur	64,7	65,8	74,3	62,7	64,6
	Oeste	63,8	62,6	74	64,4	64,4
	PROMEDIO	62,6	62,9	71,9	64,8	62,7

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "Quitumbe", sector sur de Quito.

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario noche en el sector “Quitumbe”

### 6.6.3. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “QUITUMBE” NOCHE

**TABLA NO. 4.15**

		NOCHE				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq1 (dBA)	Leq2 (dBA)	Leq3 (dBA)	Leq4 (dBA)	Leq5 (dBA)
25 metros	Norte	67,6	66,2	65	63,8	73
	Este	65	65,1	64,9	63,8	64,7
	Sur	68	61,1	66,9	66,1	66
	Oeste	42,5	55,3	65,5	65,1	45,8
	PROMEDIO	60,8	61,9	65,6	64,7	62,4
50 metros	Norte	65,6	66,1	74,6	66	67
	Este	45,1	53	65	55,2	47,6
	Sur	52,6	62,9	63,6	57,1	53,8
	Oeste	35,4	45,2	35,3	65,4	45,7
	PROMEDIO	49,7	56,8	59,6	60,9	53,5
75 metros	Norte	67,6	65,1	63,9	66,9	65,9
	Este	44,5	52,1	64,3	57	46,1
	Sur	45,7	45,2	64,1	55,9	44,6
	Oeste	33,6	41,2	64,8	65,3	48
	PROMEDIO	47,9	50,9	64,3	61,3	51,2

100 metros	Norte	68,4	67	64,5	65,7	65,5
	Este	44,8	52,1	63,7	64	57,3
	Sur	45,4	53	74,9	65,3	46,4
	Oeste	34,3	41	64,6	52,4	44,6
	PROMEDIO	48,2	53,3	66,9	61,9	53,5

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "Quitumbe", sector sur de Quito.

Debido a que para el mes de julio del 2009, se inauguró la Terminal Sur de Quitumbe, donde acuden los buses interprovinciales que van hacia el sur de la provincia, y país, los datos obtenidos por el monitoreo, cambiaron, es por eso que se tienen los siguientes datos adicionales al estudio.

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario mañana en el sector "Quitumbe"

#### 6.6.4. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN "QUITUMBE" MAÑANA

**TABLA NO. 4.16**

		MAÑANA
		JULIO
Cuartil	Dirección	Leq6 (dBA)
25 metros	Norte	56
	Este	65,7
	Sur	73,4
	Oeste	66,1
	PROMEDIO	65,3

50 metros	Norte	73,7
	Este	74,2
	Sur	64,2
	Oeste	74,7
	PROMEDIO	71,7
75 metros	Norte	70,4
	Este	73,7
	Sur	73,5
	Oeste	75,2
	PROMEDIO	73,2
100 metros	Norte	74,8
	Este	64,5
	Sur	74,6
	Oeste	75,7
	PROMEDIO	72,4

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "Quitumbe", sector sur de Quito.

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario tarde en el sector “Quitumbe”

**6.6.5. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “QUITUMBE” TARDE**

**TABLA NO. 4.17**

		TARDE
		JULIO
Cuartil	Dirección	Leq6 (dBA)
25 metros	Norte	73,5
	Este	73,7
	Sur	74
	Oeste	75,2
	PROMEDIO	74,1
50 metros	Norte	75,6
	Este	75,1
	Sur	73,2
	Oeste	75,5
	PROMEDIO	74,9
75 metros	Norte	76,4
	Este	64,6
	Sur	69,1
	Oeste	75
	PROMEDIO	71,3

100 metros	Norte	74,3
	Este	74,2
	Sur	64,7
	Oeste	75,2
	PROMEDIO	72,1

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "Quitumbe", sector sur de Quito.

Promedio de resultados de Monitoreo quincenal horario noche en el sector “Quitumbe”

**6.6.6. RESULTADOS OBTENIDOS POR MONITOREO EN LA ESTACIÓN “QUITUMBE” NOCHE**

**TABLA NO. 4.18**

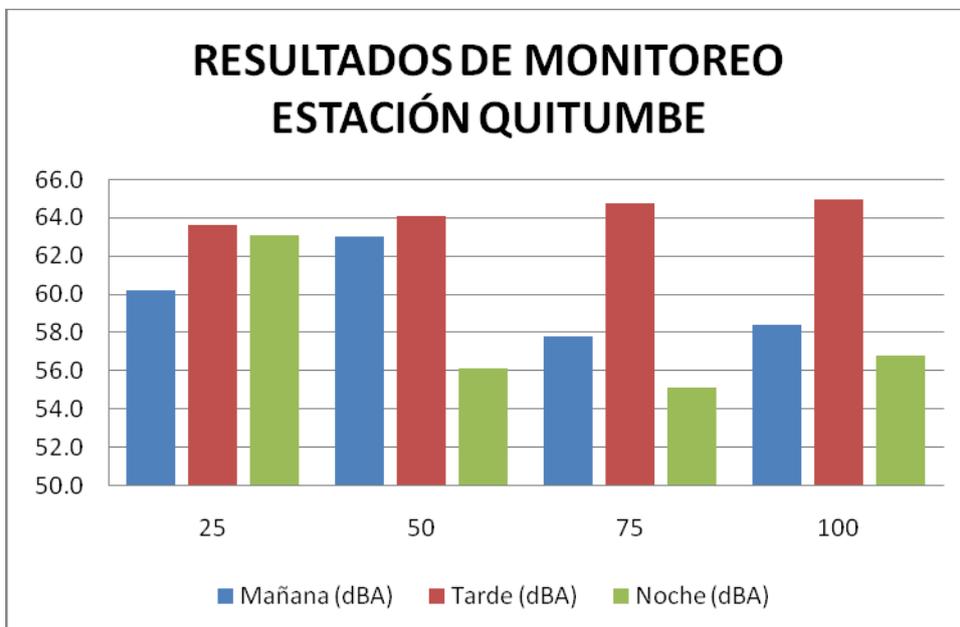
		NOCHE
		Febrero
Cuartil	Dirección	Leq6 (dBA)
25 metros	Norte	73,9
	Este	73,3
	Sur	65,6
	Oeste	65,8
	PROMEDIO	69,7
50 metros	Norte	74,1
	Este	73,2
	Sur	74,3
	Oeste	75,1
	PROMEDIO	74,2
75 metros	Norte	65,5
	Este	75,1
	Sur	64,4
	Oeste	73,8
	PROMEDIO	69,7

100 metros	Norte	74,4
	Este	65,6
	Sur	75,3
	Oeste	74,1
	PROMEDIO	72,4

Fuente: Monitoreo mañana, zona del "Quitumbe", sector sur de Quito.

**Resumen y gráfica de barras**

Cuartil (m)	Horario		
	Mañana (dBA)	Tarde (dBA)	Noche (dBA)
25	60,2	63,6	63,1
50	63,0	64,1	56,1
75	57,7	64,7	55,1
100	58,4	65,0	56,7



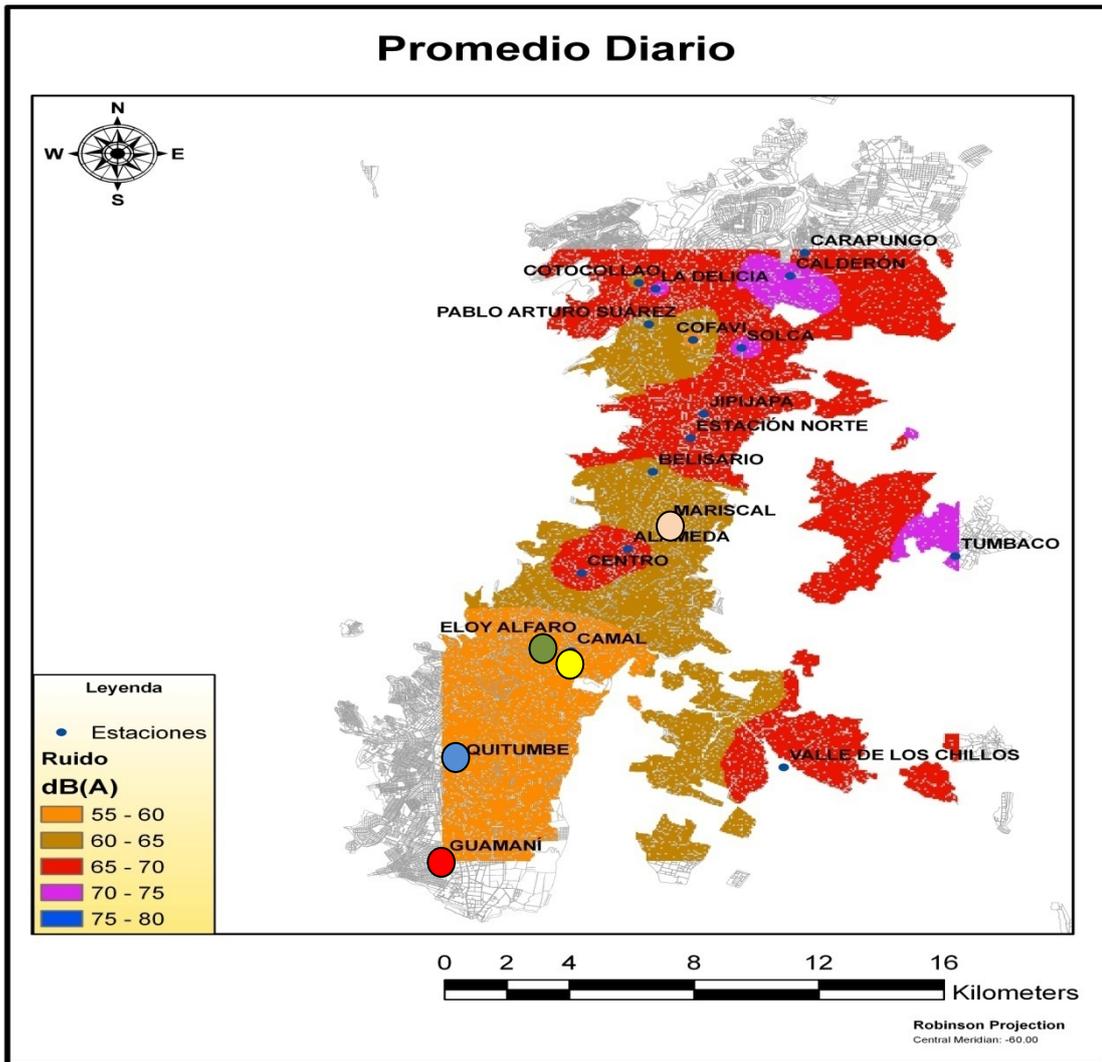
## **7. Mapas de Ruido**

De los resultados mostrados se pudo concluir en los mapas que se presentan a continuación. Los mapas están sobre una capa que muestra la densidad poblacional de Quito, se encontrara que:

1DOT = 200 personas

Esto se utilizo como criterio principal para definir la estación tentativa, que podría estar dentro de la red de monitoreo de Quito.

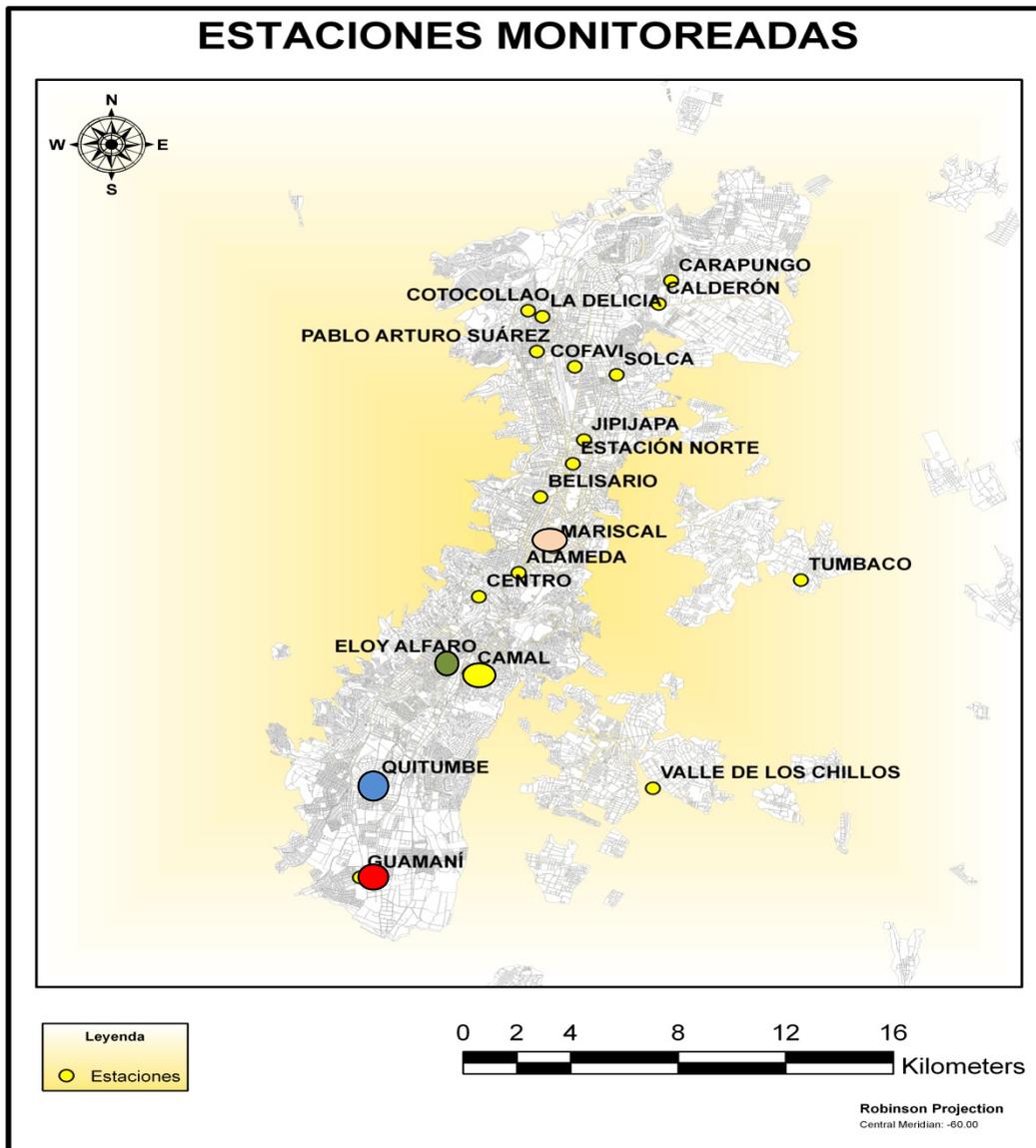
7.1. Mapa 1: Promedio diario en el DMQ



REFERENCIA DE MAPA:

	Guamaní
	Quitumbe
	Camal
	Eloy Alfaro
	Mariscal

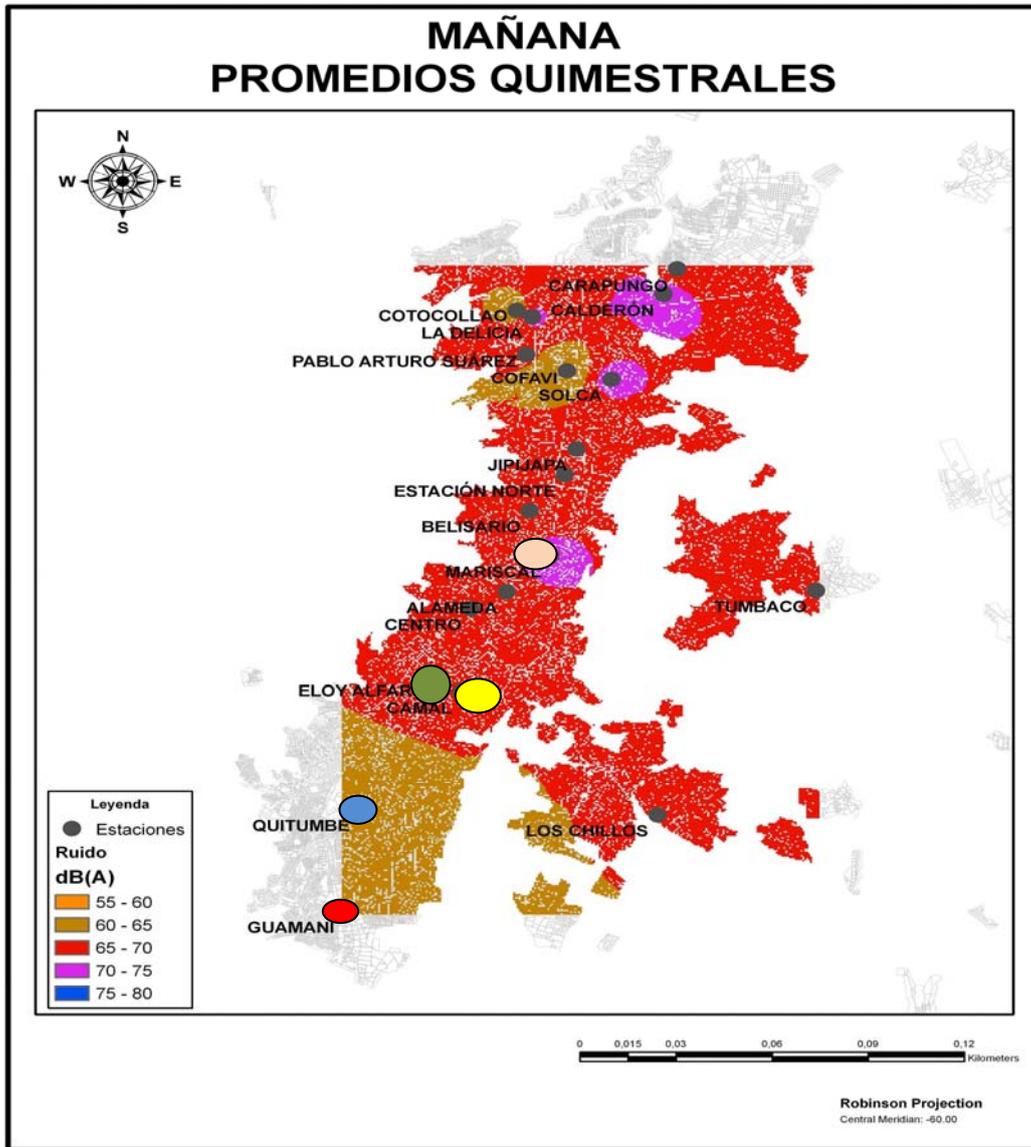
## 7.2. MAPA 2: ESTACIONES DE MONITOREO



REFERENCIA DE MAPA:

	Guamaní
	Quitumbe
	Camal
	Eloy Alfaro
	Mariscal

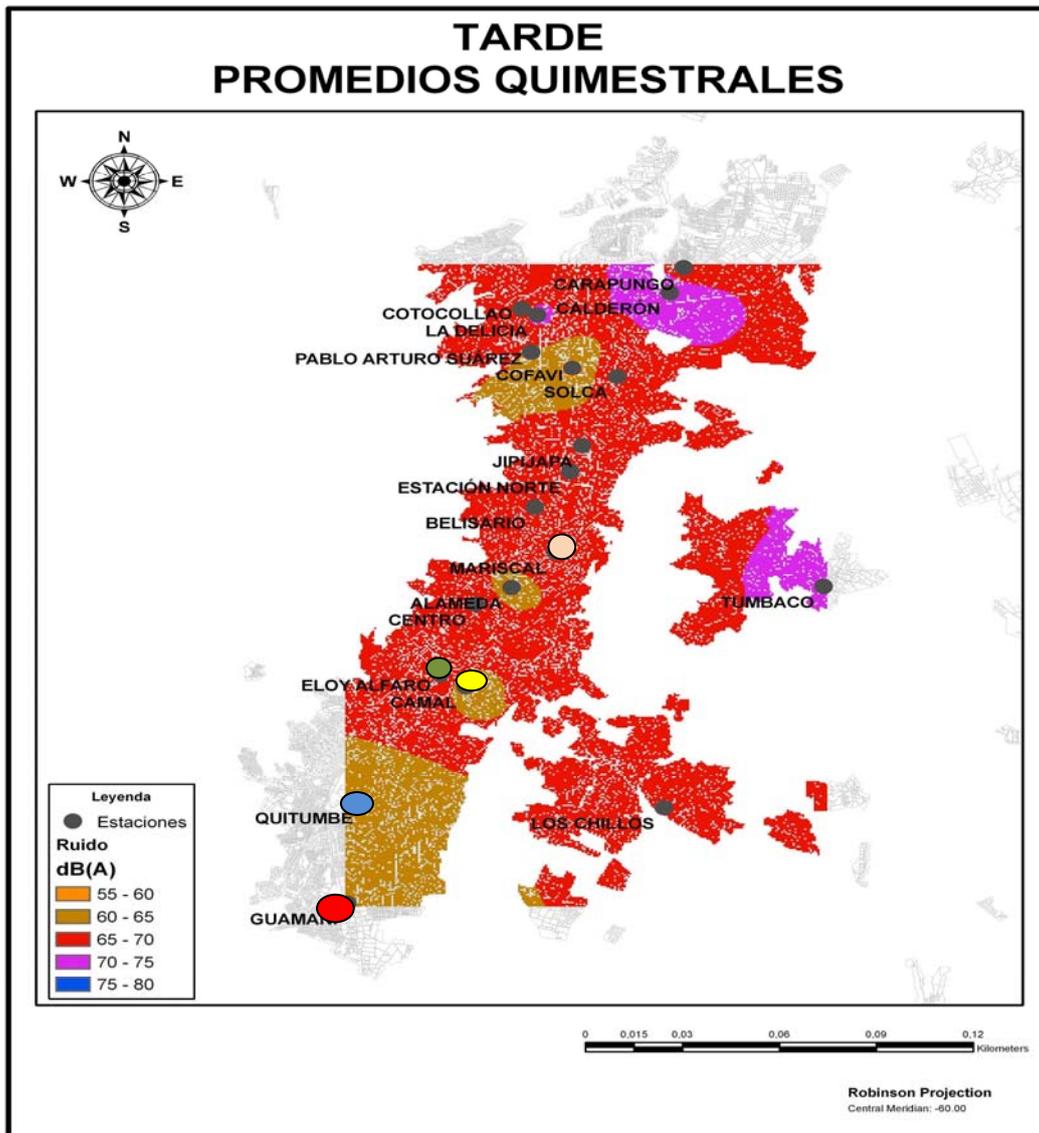
### 7.3. MAPA 3: PROMEDIO MAÑANAS



REFERENCIA DE MAPA:

	Guamaní
	Quitumbe
	Camal
	Eloy Alfaro
	Mariscal

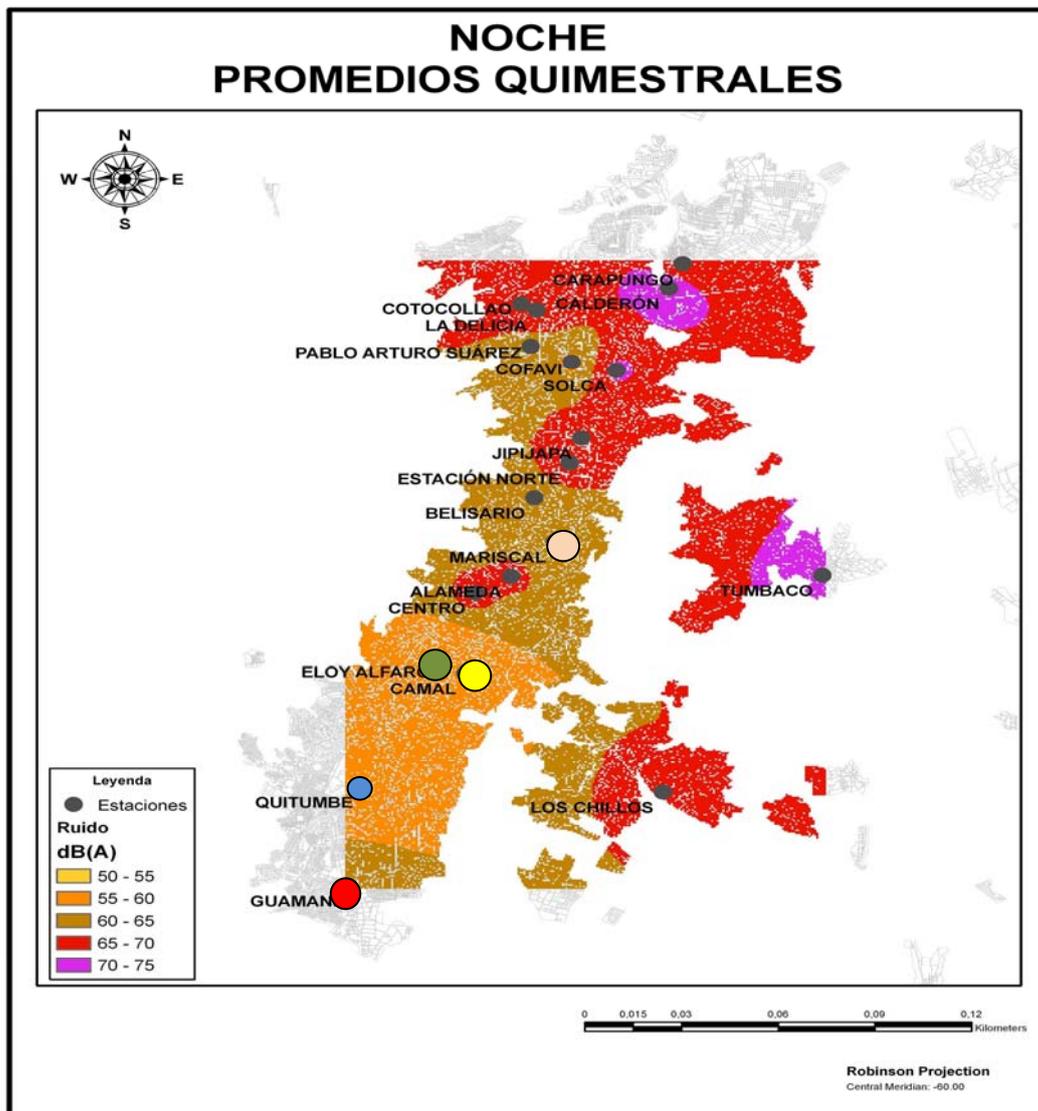
7.4. MAPA 4: PROMEDIO TARDES



REFERENCIA DE MAPA:

	Guamaní
	Quitumbe
	Camal
	Eloy Alfaro
	Mariscal

7.5. MAPA 5: PROMEDIO NOCHES



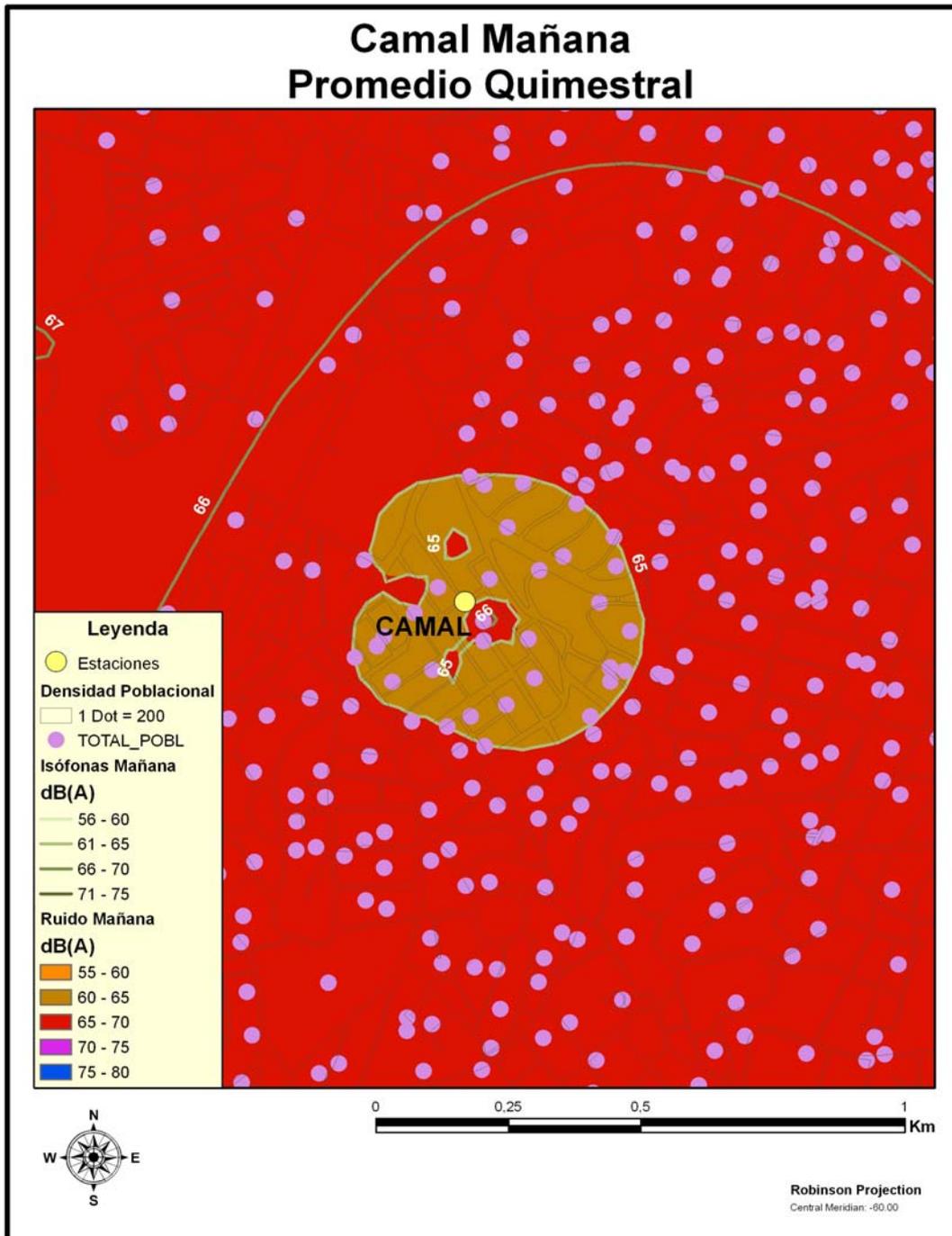
REFERENCIA DE MAPA:

	Guamaní
	Quitumbe
	Camal
	Eloy Alfaro
	Mariscal

## ZONA 1

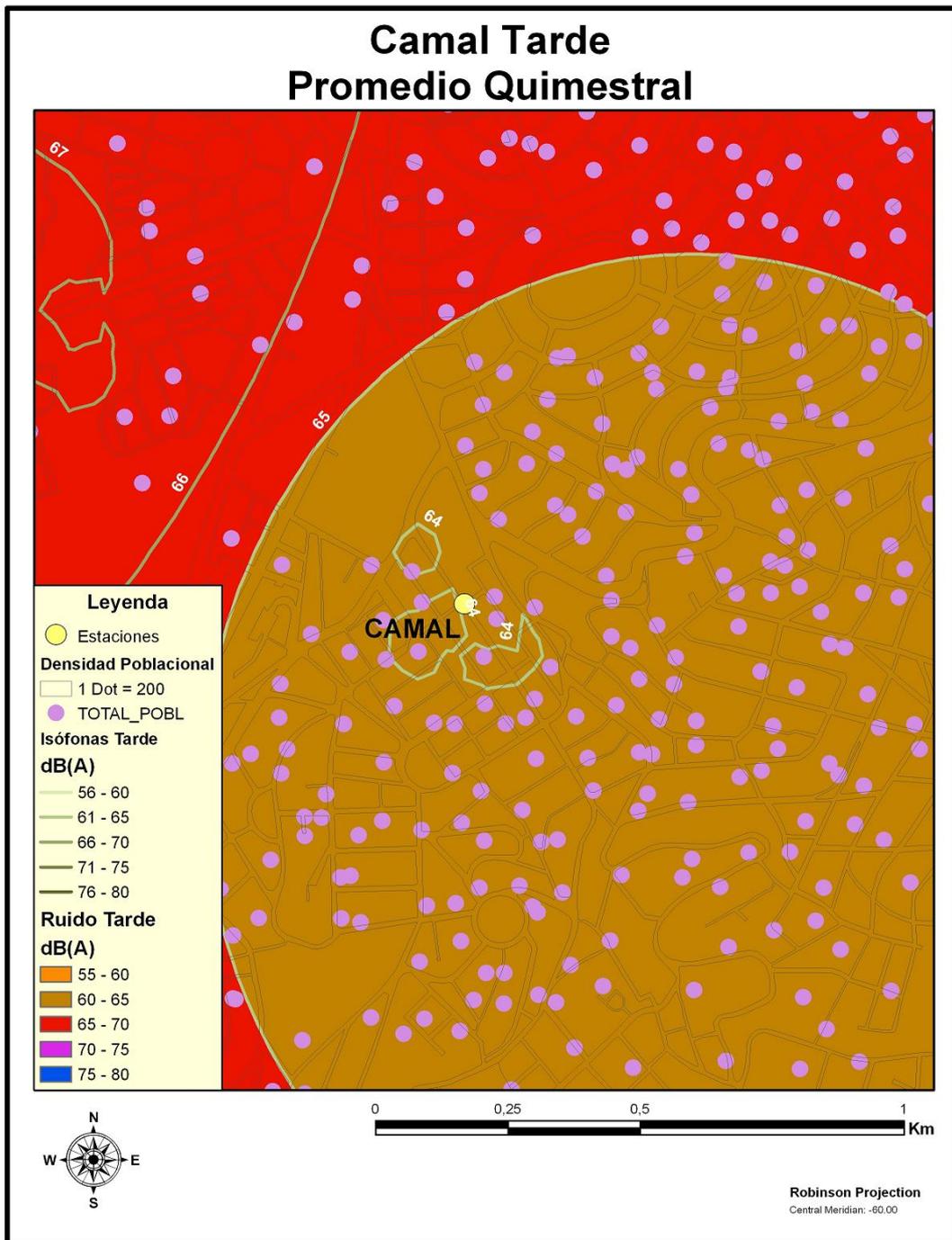
### 7.6. PROMEDIOS EL CAMAL (18)

#### 7.6.1. MAPA 6: PROMEDIOS DE RUIDO MAÑANA



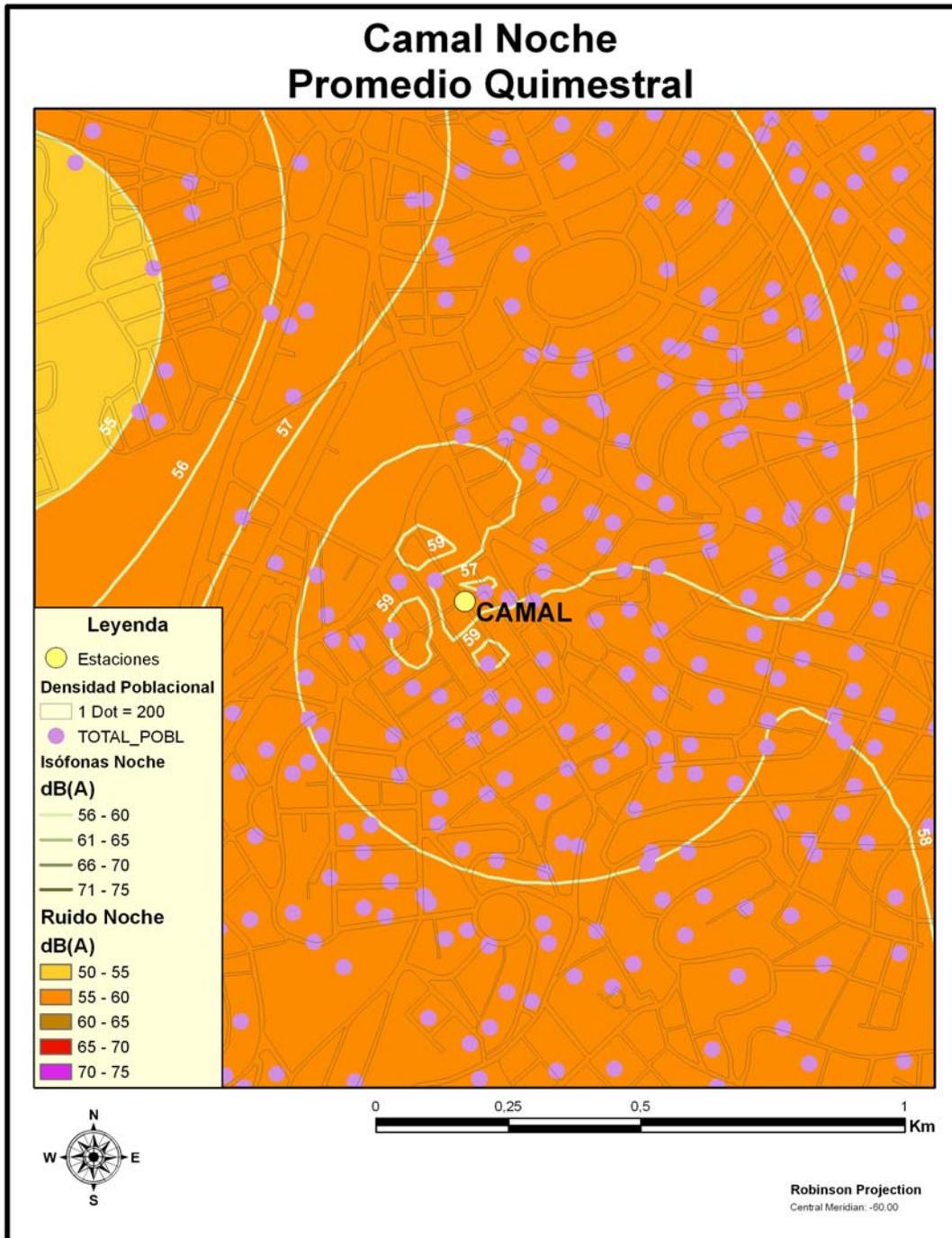
Elaborado por: Autor

## 7.6.2. MAPA 7: PROMEDIOS DE RUIDO TARDE



Elaborado por: Autor

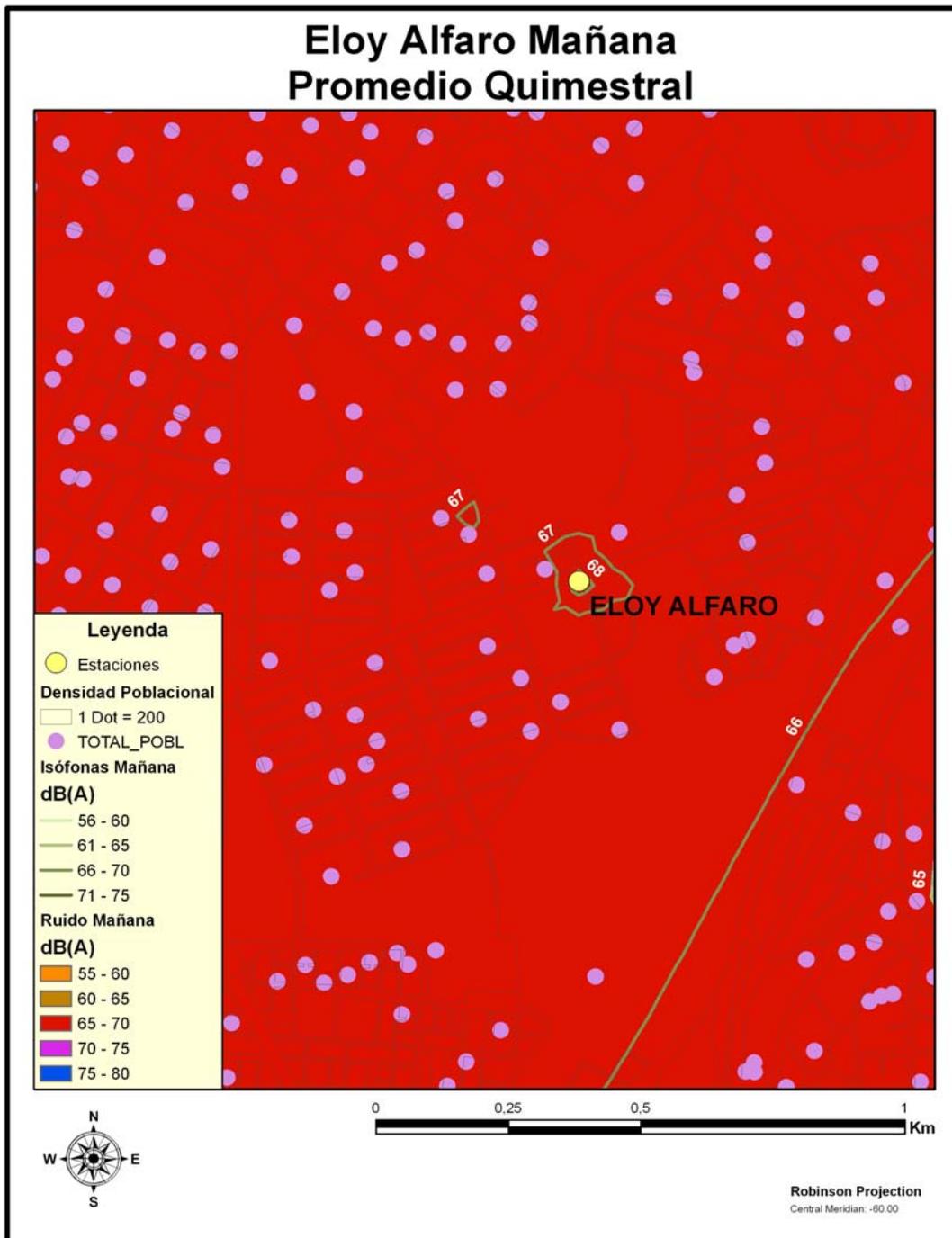
### 7.6.3. MAPA 8: PROMEDIOS DE RUIDO NOCHE



Elaborado por: Autor

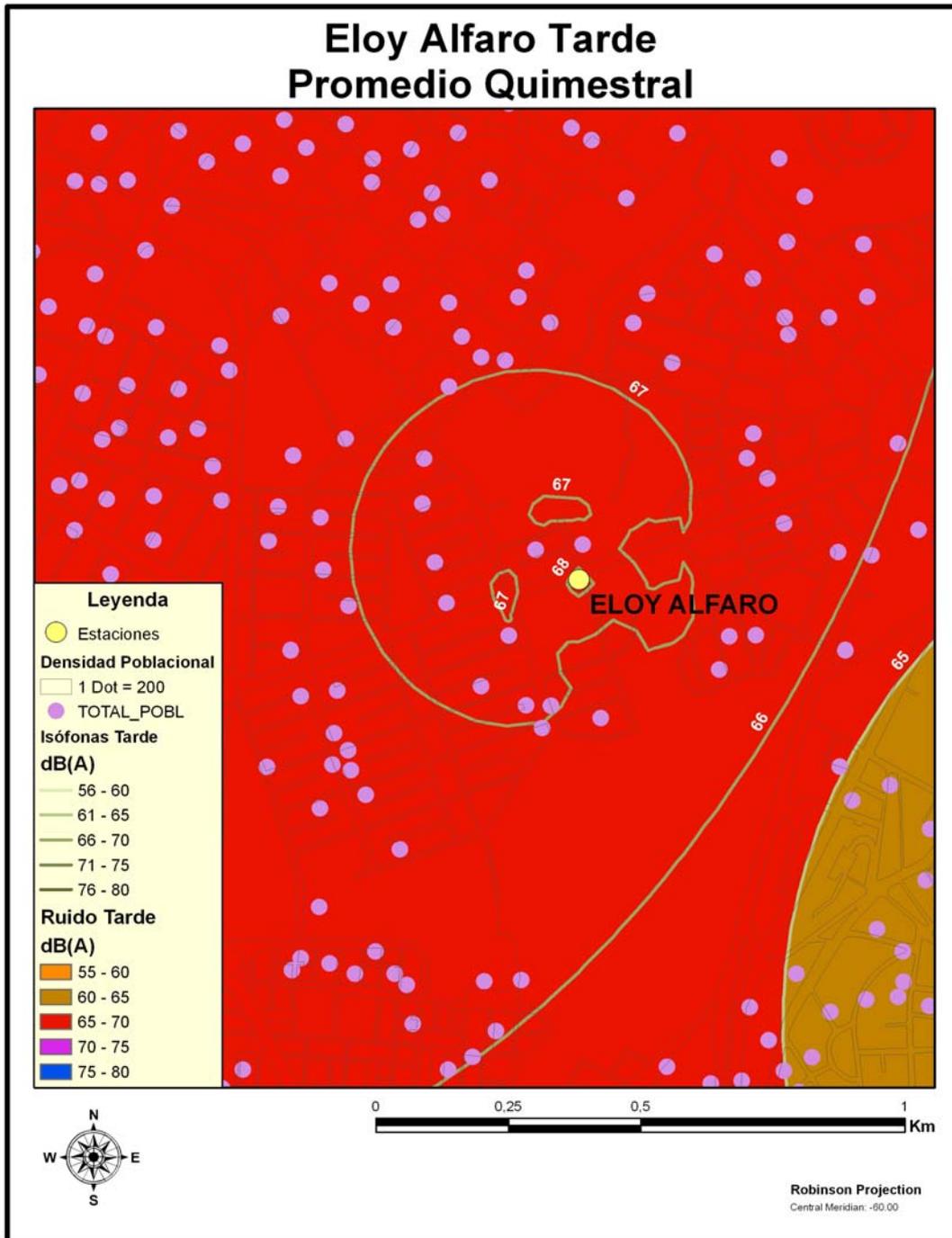
## 7.7. PROMEDIOS ELOY ALFARO (6)

### 7.7.1. MAPA 9: PROMEDIOS DE RUIDO MAÑANA



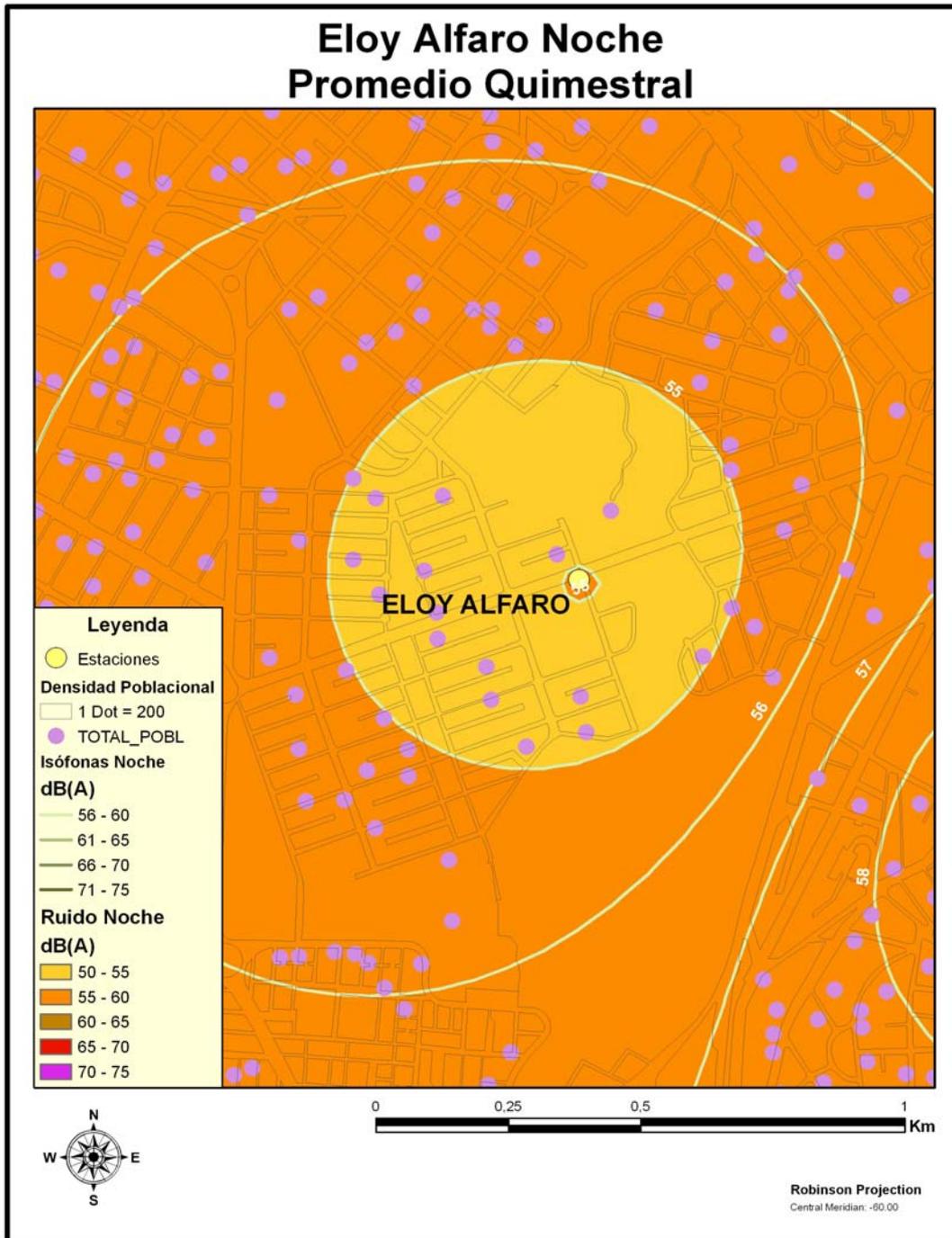
Elaborado por: Autor

### 7.7.2. MAPA 10: PROMEDIOS DE RUIDO TARDE



Elaborado por: Autor

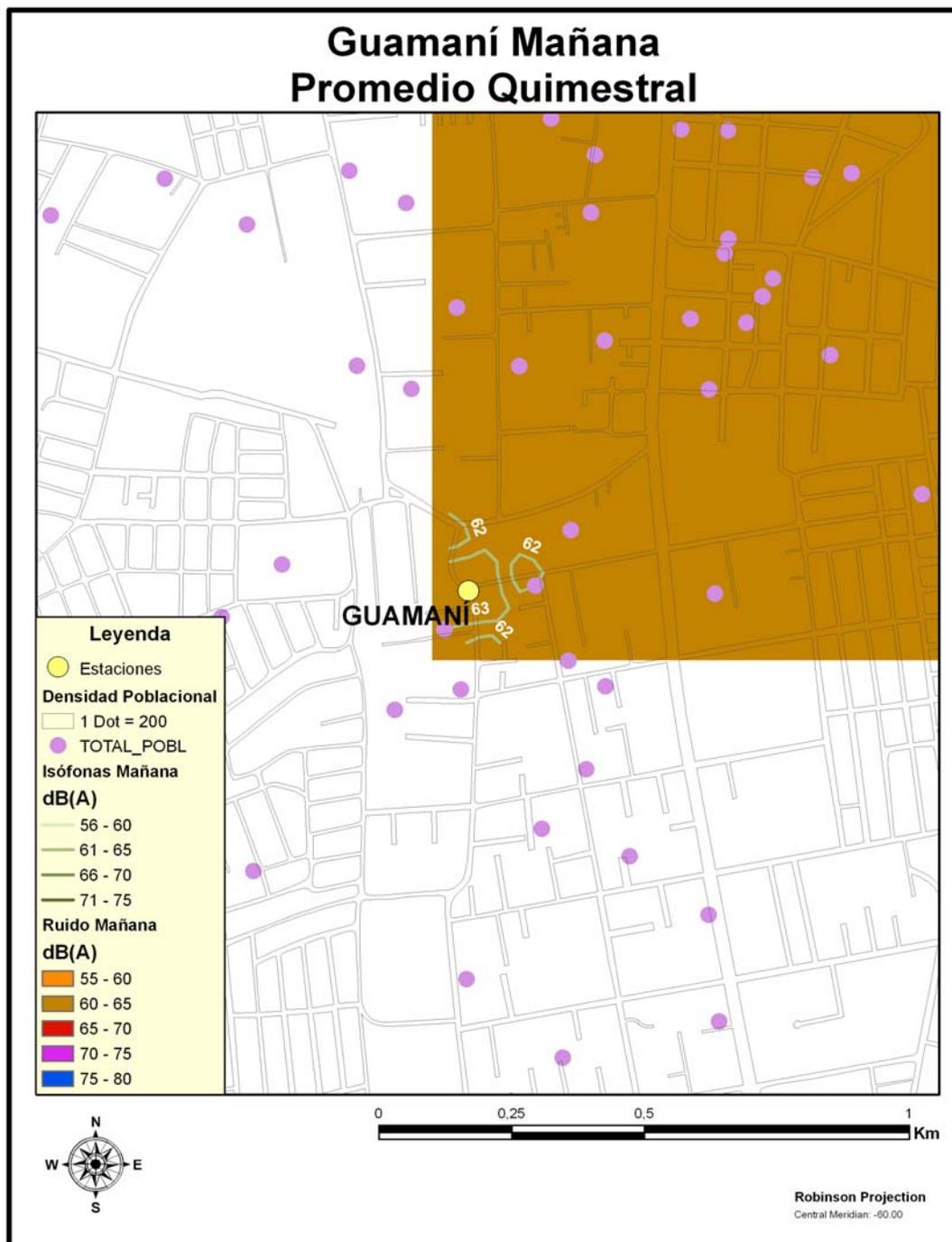
### 7.7.3. MAPA 11: PROMEDIOS DE RUIDO NOCHE



Elaborado por: Autor

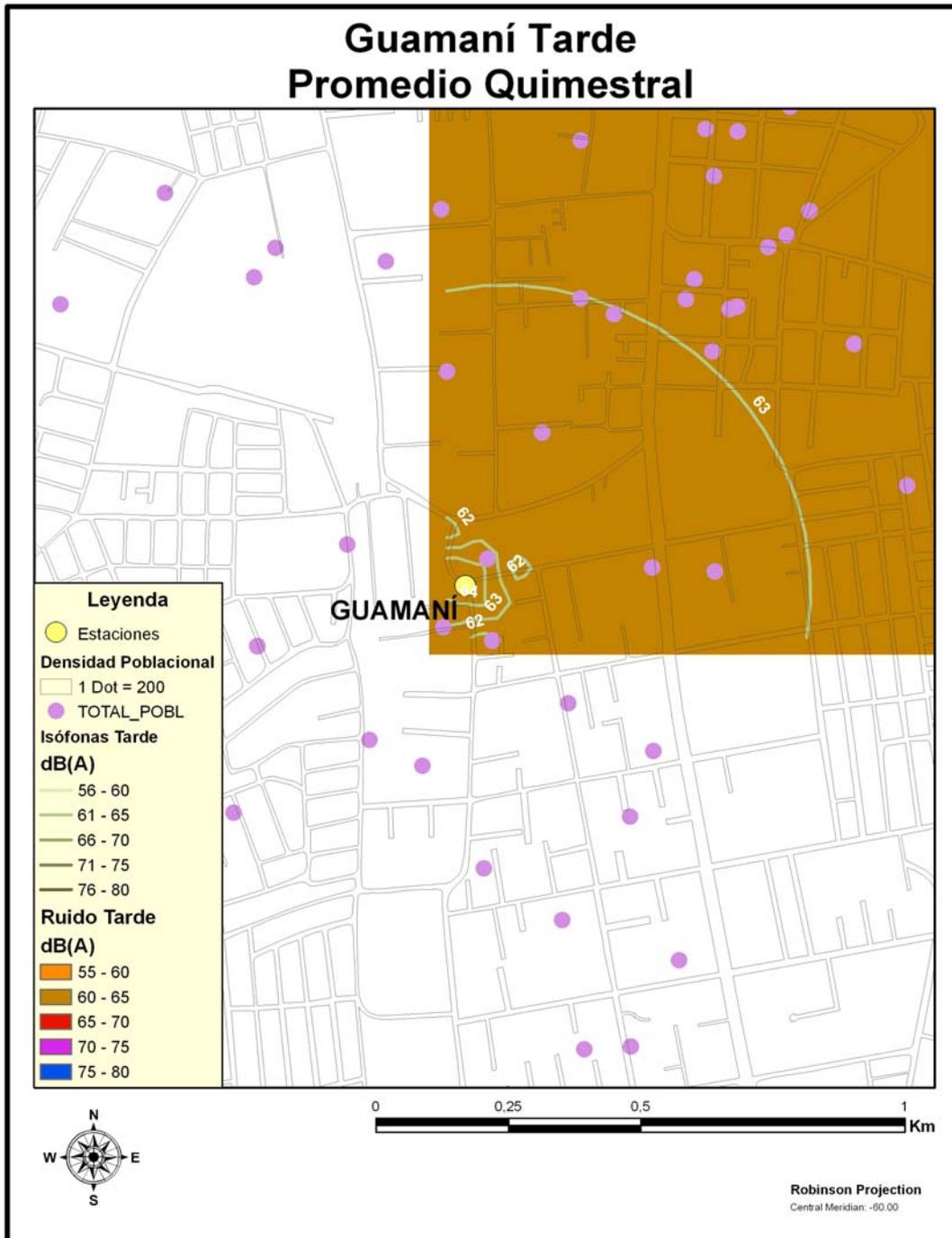
## 7.8. PROMEDIOS GUAMANI (19)

### 7.8.1. MAPA 12: PROMEDIOS DE RUIDO MAÑANA



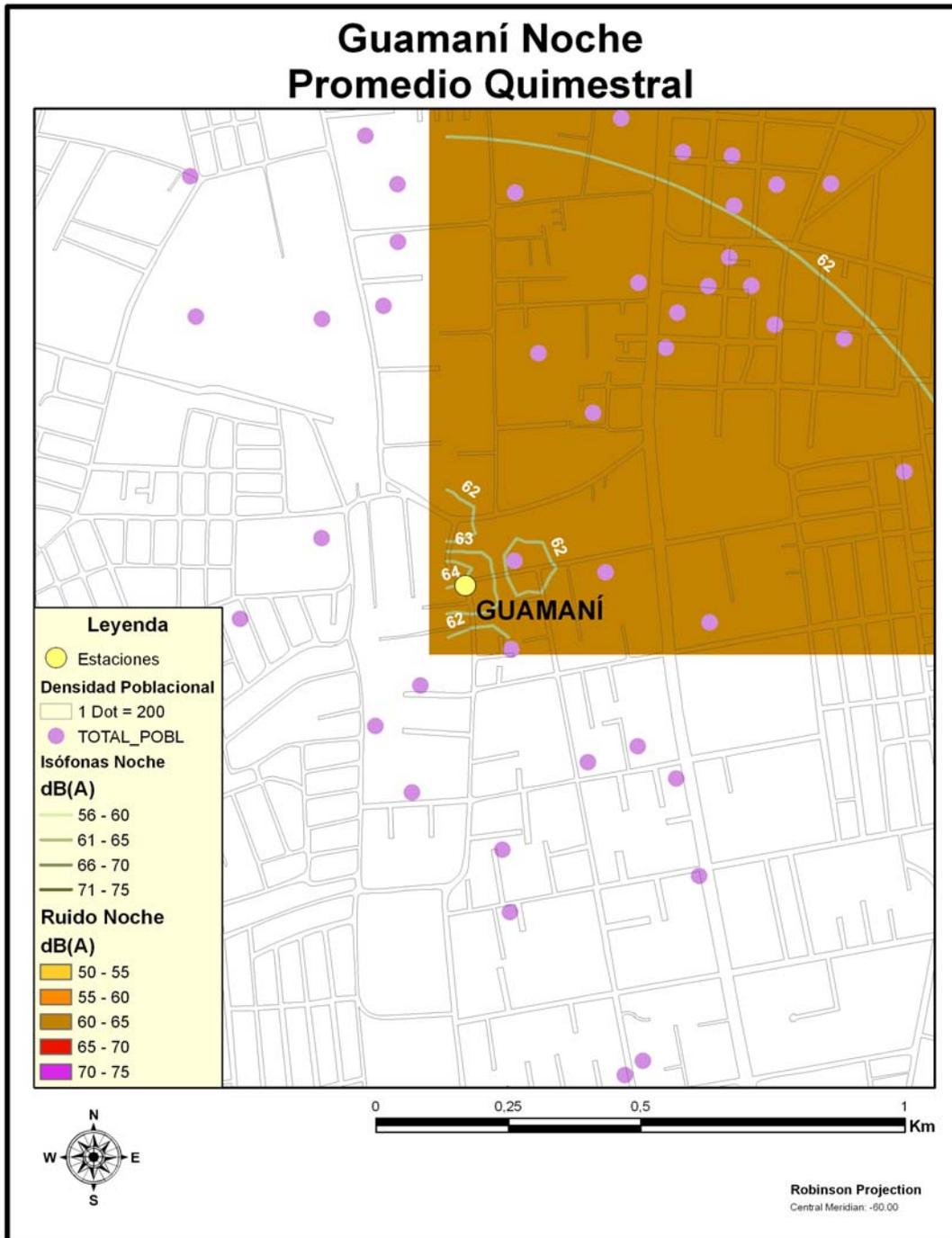
Elaborado por: Autor

## 7.8.2. MAPA 13: PROMEDIOS DE RUIDO TARDE



Elaborado por: Autor

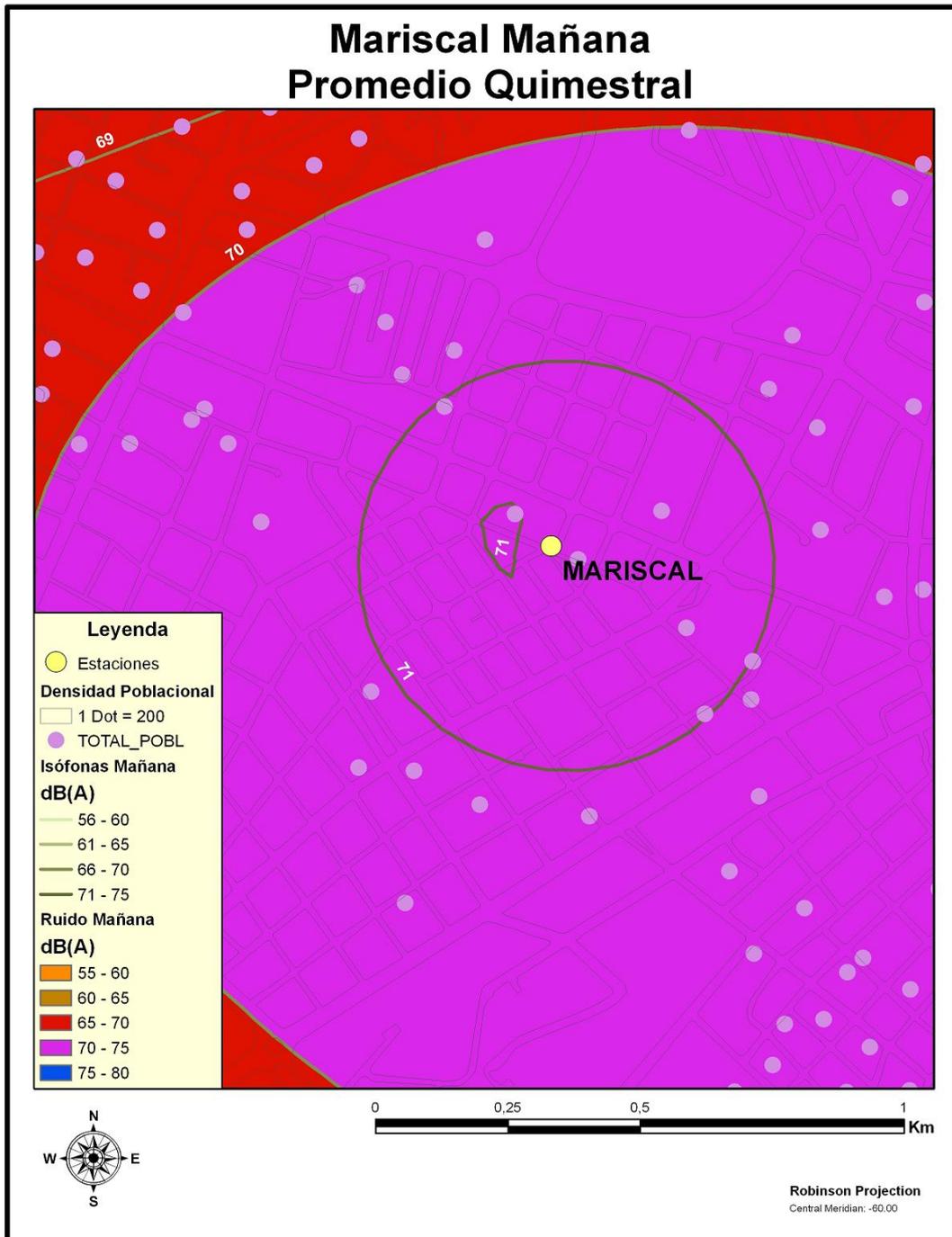
### 7.8.3. MAPA 14: PROMEDIOS DE RUIDO NOCHE



Elaborado por: Autor

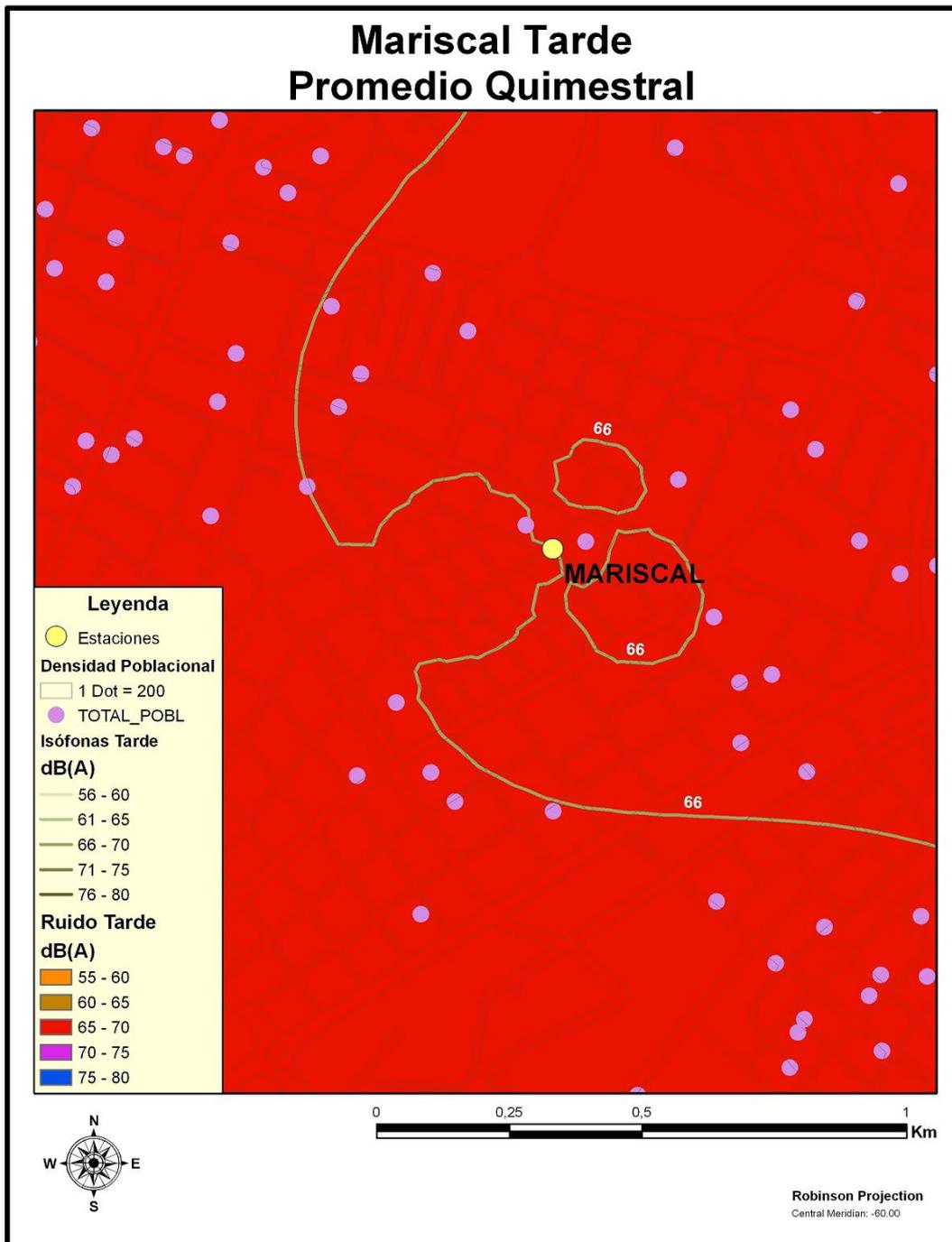
## 7.9. PROMEDIOS MARISCAL (3)

### 7.9.1. MAPA 15: PROMEDIOS DE RUIDO MAÑANA



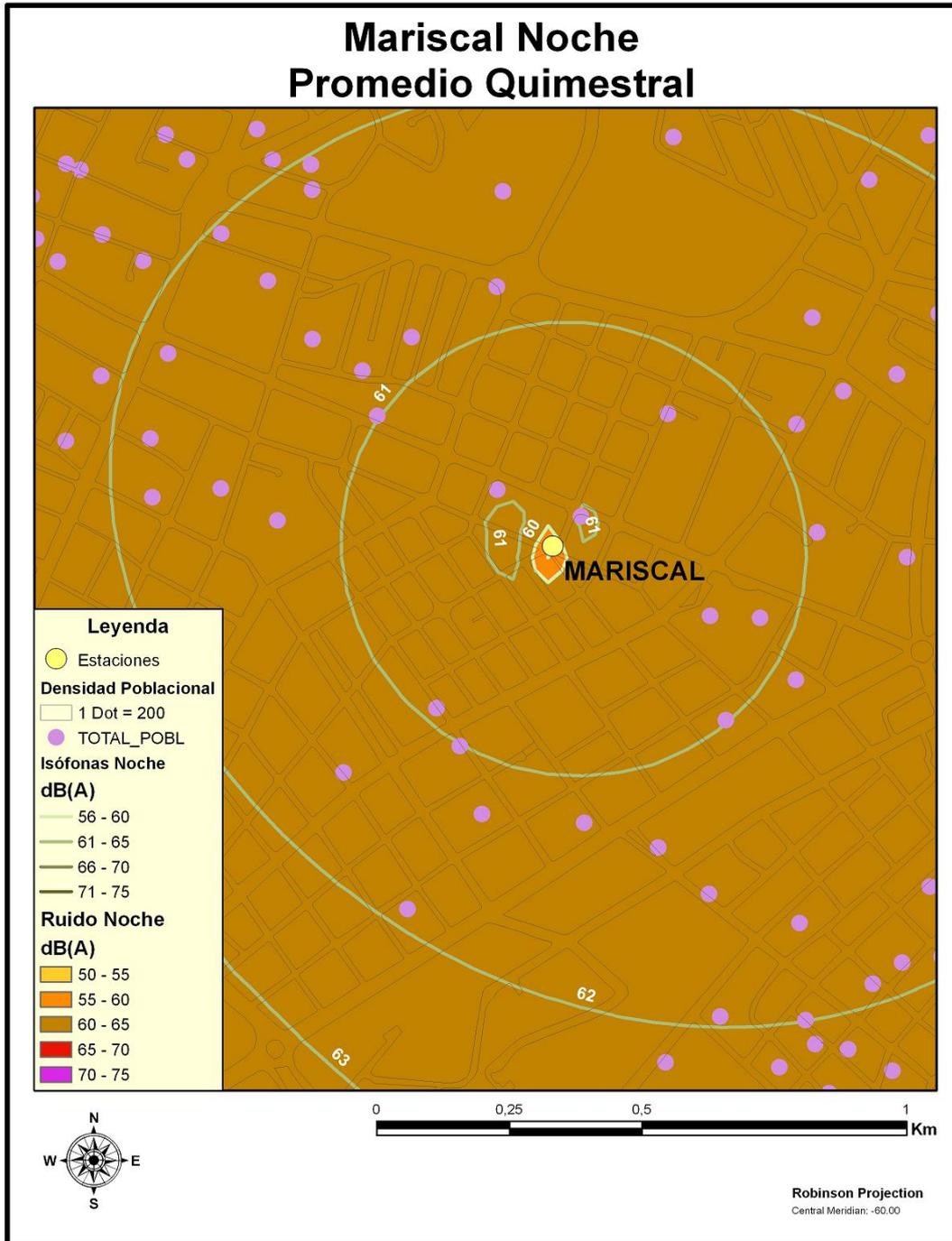
Elaborado por: Autor

### 7.9.2. MAPA 16: PROMEDIOS DE RUIDO TARDE



Elaborado por: Autor

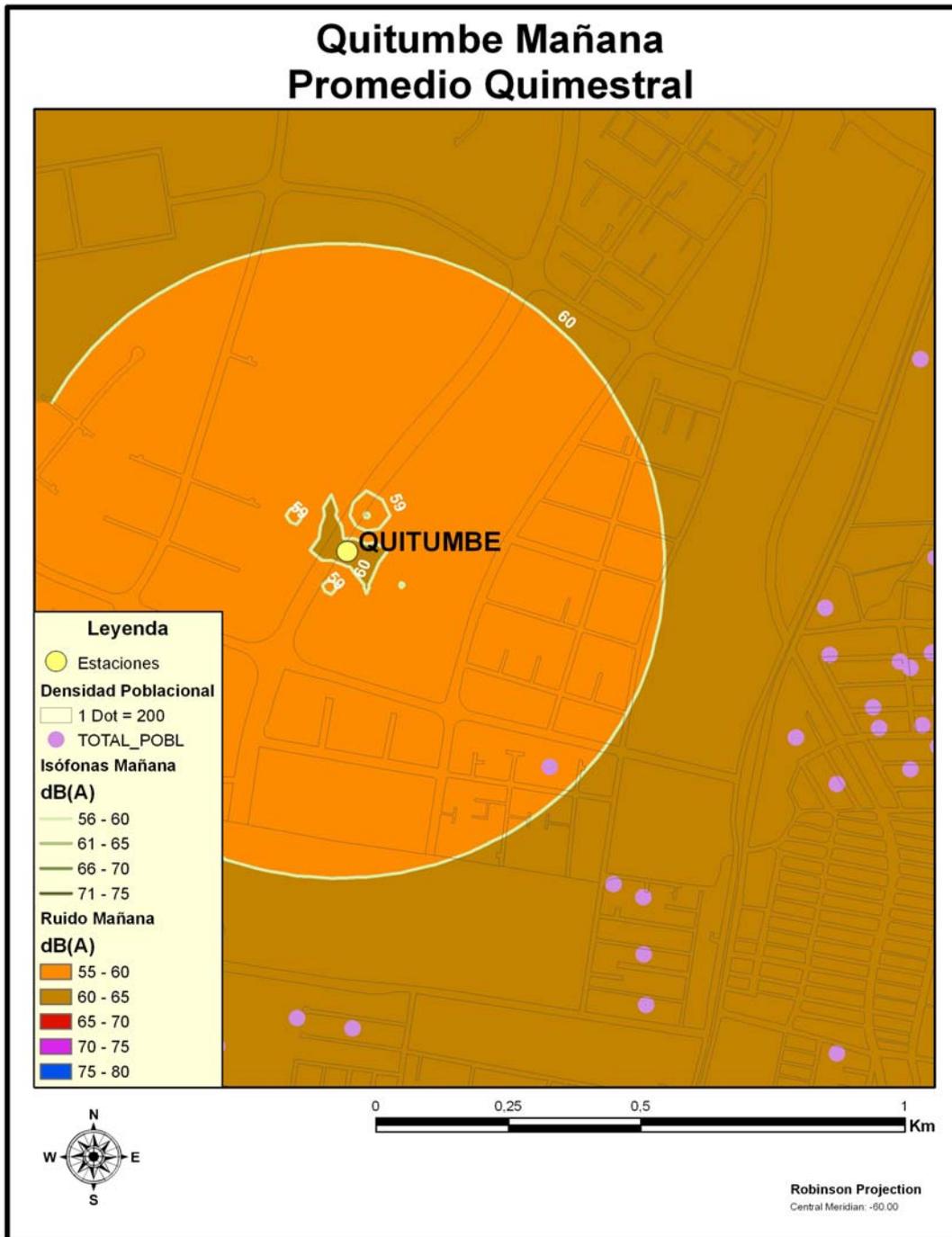
### 7.9.3. MAPA 17: PROMEDIOS DE RUIDO NOCHE



Elaborado por: Autor

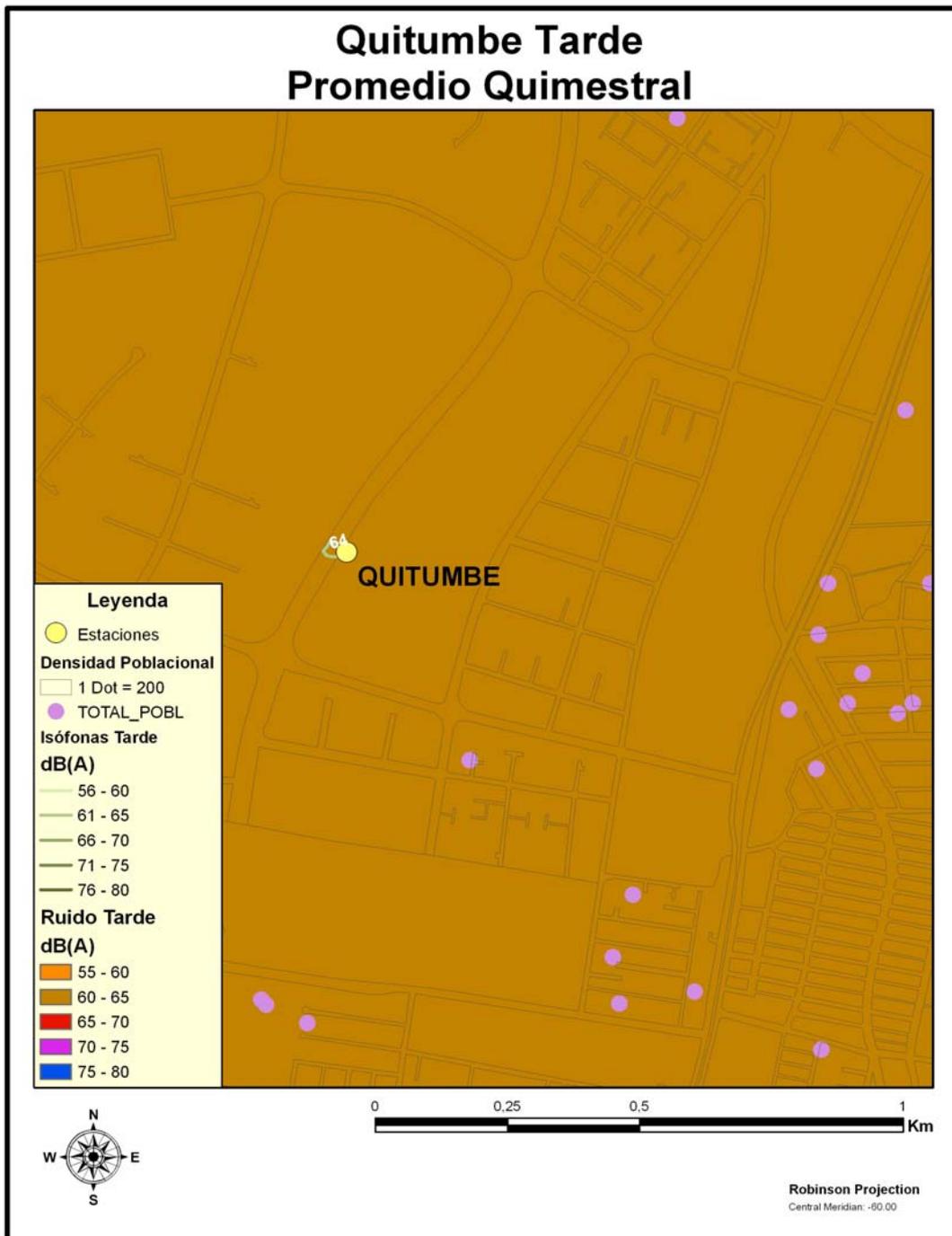
## 7.10. PROMEDIOS QUITUMBE (7)

### 7.10.1. MAPA 18: PROMEDIOS DE RUIDO MAÑANA



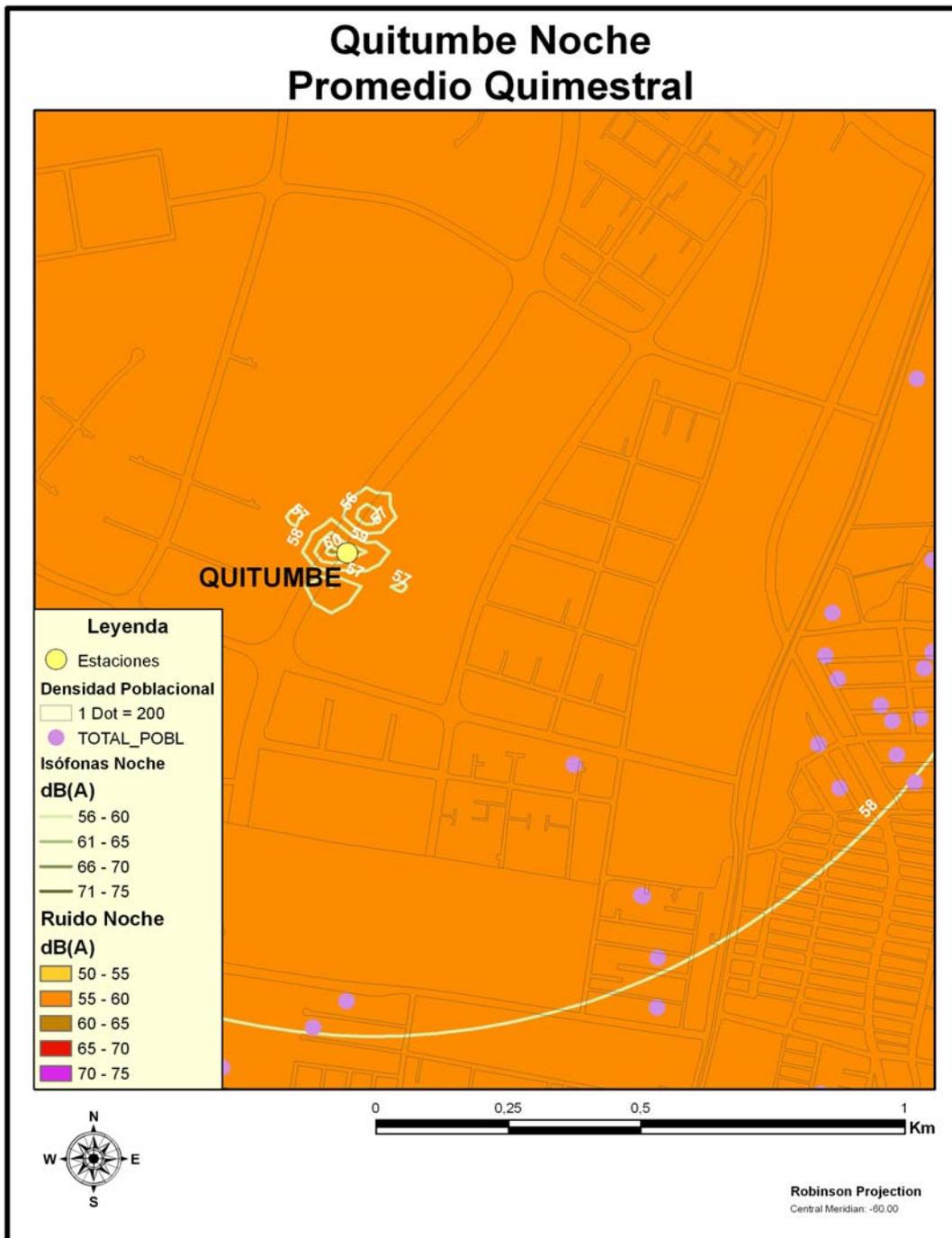
Elaborado por: Autor

7.10.2. MAPA 19: PROMEDIOS DE RUIDO TARDE



Elaborado por: Autor

7.10.3. MAPA 20: PROMEDIOS DE RUIDO NOCHE



Elaborado por: Autor

## **CAPÍTULO VI**

### **8. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **8.1. Análisis del Comportamiento temporal del ruido**

##### **8.1.1. Estación EL CAMAL**

En esta estación se vio que durante las horas de la mañana el ruido se mantiene constante, tanto en intensidad como en su comportamiento espacial, ya que se registran rangos de ruido comprendidos entre 42 a 77 dB en 100 metros a la redonda de la estación, es decir en toda el área de monitoreo. En general esta estación presenta un rango total de ruido ambiental comprendido entre 40 a 50dB y en su área hospitalaria de 35 a 45dB.

Por otra parte, es claro que a medida que comienzan las horas de la tarde, los valores altos de ruido decrecen en su área de cobertura, mas no en intensidad, ya que durante las horas de la tarde se puede apreciar que se siguen registrando datos dentro del rango entre 40 a 65 dB, que permanecen presentes en al menos 50 metros a la redonda de la estación de monitoreo.

Sin embargo, en esta estación ocurre un aumento de la intensidad de ruido durante las horas de la noche hacia el este, debido a la presencia de ambulancias y vehículos policiales repentinamente. En el horario de la noche es evidente que aumenta el área donde se registran datos del rango de 70 a 75 dB repentinamente, extendiéndose hasta más de 50 metros a la redonda de los cuatros puntos 100 de la estación, por lo tanto el ruido no muestra mayor intensidad.

En cuanto a las isófonas, se observa que en 100 metros a la redonda de la estación, persisten los valores comprendidos entre 64 hasta 66 dB a lo largo de todo el día, obviamente con una ligera reducción en la noche hasta bordear los 55 dB.

Finalmente, luego de cinco meses de monitoreo, se observó que esta estación se ve afectada por el tráfico de vehículos livianos, ocasionalmente vehículos policiales, ambulancias y la cercanía al paso de los buses urbanos, por esta razón sobrepasa del límite sonoro permisible en ciertas horas del día.

Estos valores sobrepasan los niveles máximos permitidos por la norma técnica según la Ordenanza 213 para fuentes fijas, las sugerencias dadas por la organización mundial de la salud y el TULAS.

### **8.1.2. Estación ELOY ALFARO**

Es una estación en la que los valores que presenta no fueron constantes o fijos, se encuentran dentro del rango comprendido entre 55 y 65 dB, siendo también constante la variación de 6dB hasta 15dB entre los promedios de la mañana, la tarde y la noche. Los valores más altos de ruido fueron registrados en la tarde y los más bajos durante la noche.

La estación se encuentra ubicada en la intersección de la Avenida Alonso de Angulo, un conector muy importante y con bastante afluencia de vehículos livianos y pesados en horas del día.

El área es netamente residencial, cumple el marco legal dentro de su uso de suelo el ladrido de los perros es considerable en el área, para las horas de la noche, los perros dan una variación no mayor a 10dB.

El flujo vehicular a horas pico y el uso constante de bocinas por la falta de una mejor señalización en el área crean embotellamientos, que muestran en las variaciones más altas.

Estos valores sobrepasan los niveles máximos permitidos por la norma técnica según la Ordenanza 213 para fuentes fijas en el rango equivalente de 6 horas a 20 horas, la organización mundial de la salud y el TULAS según su uso de suelo en las mañanas.

### **8.1.3. Estación GUAMANI**

Los valores característicos para esta estación son 54 y 65 dB, generados principalmente por industrias pequeñas de metalmecánicas, pocos vehículos pesados que pasan por la zona, que por ser un área adoquinada y con cierta pendiente lo que obliga a los conductores a acelerar exactamente a la altura de la Escuela Municipal Julio E. Moreno de la zona.

Se observa que durante el día, predominan en toda la estación, valores de ruido comprendidos entre 57 y 64 dB; para la tarde, esta situación no cambia.

Estos valores sobrepasan los niveles máximos permitidos por la norma técnica según la Ordenanza 213 para fuentes fijas en las mañanas, la organización mundial de la salud y el TULAS según su uso de suelo en las mañanas.

Para la noche, el ruido disminuye espacialmente, en esta estación se ha tomado datos de hasta 35dB sin integrar correspondientes al Blanco.

### **8.1.4. Estación MARISCAL**

En este sector el ruido se mantiene a lo largo de todo el día en el rango de 70 a 75 dB y estos valores, espacialmente se extienden hasta más allá de los 100 metros a la redonda de la estación, debido a la alta afluencia de vehículos, puesto que, dentro del área de estudio esta la Av. Cristóbal Colon considerada una arteria de la ciudad. En la tarde este valor bajo representativamente, encontrando aquí el valor más bajo de la estación durante el semestre en el mes de junio del 2009 a 75 metros del punto hacia el este con 43,7dB, el área de influencia de este rango de valores de ruido se focaliza en los 100 metros al norte, dado que existe un mayor tráfico vehicular, de buses especialmente, que circulan por la Av. Cristóbal Colon, y por tanto, los niveles de ruido del rango de 65 a 70 dB se hacen presentes en los puntos de monitoreo de esta estación ubicados hacia el norte y oeste.

Por lo tanto, Esto se debe, básicamente, a que en este sector, las calles son muy estrechas y presentan una circulación vehicular muy alta y constante, contribuyendo así a que el promedio de intensidad de ruido en el centro de la estación se mantenga constante durante todo el día entre, los 65 y 75 dB.

Estos valores sobrepasan los niveles máximos permitidos por la norma técnica según la Ordenanza 213 para fuentes fijas en las mañanas y noches, la organización mundial de la salud, sin embargo cumple con el TULAS según su uso de suelo comercial mixta en las noches.

Un factor de mucha importancia que se debe considerar al analizar los valores de ruido y su comportamiento espacial, es que esta estación hacia el norte está muy alejada de otras estaciones, por lo que, hacia esta dirección no se tienen valores que indiquen una constancia de rangos altos de ruido, pero que es presumible que si se presenten, ya que si bien las vías que pasan por esta estación y que siguen hacia el norte se amplían, presentan incluso mayor circulación vehicular.

A pesar que el área es bastante concurrida en las noches, dentro del rango de los 100 metros a la redonda de la estación no se encontraron mayores variaciones, los datos estuvieron comprendidos entre los 58 y 62dB de manera constante.

#### **8.1.5. Estación Quitumbe**

Dentro de la estación se han presentado muchos cambios que han variado notablemente el análisis del área, dentro de los primeros cinco meses se han medido valores comprendidos entre 64 y 75dB en el día, 64 y 71 en la tarde, 66 y 34dB en la noche, encontrando también un valor sin integrar Blanco de 31dB y otro de 85dB, en esta estación se encontró los valores más altos y más bajos del estudio.

El sector está en crecimiento constante, tanto en zona de equipamientos y protección, residencial múltiple en la que se define el punto, como también en zona comercial, dado este hecho, se procedió a hacer un monitoreo adicional con la apertura de la Terminal Terrestre QUITUMBE, que ha sido uno de los factores que más influencia tuvo sobre la zona, la terminal inicio su funcionamiento el 8 de Julio del 2009, después de este se normalizo el 12 de Julio del 2009, obteniéndose las siguientes observaciones:

A. LA afluencia masiva de gente en vehículos livianos y en transporte masivo, ha generado una alteración proporcional a los 100 metros a la redonda, dando una variación aproximada de 18dB en el día, 15dB en la tarde y hasta 27dB en la noche.

B. Estas variaciones no son fijas, ya que el transito no tan solo de buses interprovinciales, se da a ciertas horas de la mañana, tarde y en especial de la noche, estos vehículos son tracto camiones con motores de hasta 700Hp que cargados esfuerzan los vehículos y a pesar de ser un área plana ,se resalta el pasar de os vehículos, sus sonidos y vibraciones, que en ciertos casos han llegado a medir hasta 85dB.

C. Por estar en construcción el área, dentro del punto de monitoreo han existido muchas variaciones en especial en horas laborables donde maquinarias y embotellamientos, son los factores más comunes, cabe recalcar que la buena señalización a evitado algunos inconvenientes sobretodo en el aspecto de transito y tráfico vehicular.

En definitiva, el análisis del comportamiento del ruido en esta estación evidencia una falta de datos, debido entre otras cosas a su densidad poblacional creciente y por ser una zona en desarrollo a gran escala. Este sería un exquisito banco de datos para complementar la red de monitoreo de Quito.

Estos valores tomados en Julio del 2009 sobrepasan los niveles máximos permitidos por la norma técnica según la Ordenanza 213 para fuentes fijas, la organización mundial de la salud y el TULAS según su uso de suelo.

## **9. Análisis global de la Zona 1**

El comportamiento a lo largo de todo el día en toda la Zona 1 es muy diferente de lo expuesto anteriormente para cada estación.

Por otra parte, vale aclarar el hecho de que la Terminal Terrestre no es causante del ruido generado en toda la extensión de la zona, sino más bien el ruido que genera el tráfico vehicular y las maquinarias de construcción. Adicionalmente se debe indicar que el ruido generado por la terminal se concentra hacia el sur éste, y es justamente dirección la que debe ser monitoreada más a fondo para descubrir el área verdadera que se ve afectada por el tránsito interprovincial terrestre en el sur de la ciudad de Quito.

Adicionalmente, es evidente que las áreas con altos niveles de ruido son aquellas en donde confluyen vías muy transitadas y que tienen características especiales, como pendientes pronunciadas y vías muy angostas. Esto ratifica que la principal fuente de generación de ruido en la ciudad de Quito es el tráfico vehicular.

## CAPÍTULO VII

### 10. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO PARA LA RED DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL EN EL DMQ

#### 10.1. Propuesta de Red de Monitoreo de Ruido Ambiental en el DMQ

Dentro de la propuesta para la instalación de las Estaciones de Monitoreo de Ruido Ambiental para el Distrito Metropolitano de Quito, se puede añadir, que es de vital importancia para la comunidad la instalación de este tipo de Estaciones, ahora, el nivel contaminante de ruido en la ciudad es uno de los factores que producen mayor incidencia de daños físicos y psicológicos a los habitantes de la ciudad, ya sea que vivan o trabajen en el norte, centro o sur de la urbe, debe ser inmediatamente puestas en marcha, medidas para disminuir este tipo de contaminación.

Luego de hacer un análisis global de la zona 1 monitoreada, que forma parte un estudio a nivel de Quito, se hace evidente que dos estaciones monitoreadas están dentro de los criterios de selección, y que proporcionarían datos reales.

Sin embargo, la realidad actual obliga a elegir cuatro lugares en los que se ubicará una Red mínima de monitoreo de ruido en la ciudad, por lo que, en concordancia por lo expuesto por técnicos de CORPAIRE, la red de monitoreo de ruido en el sur de Quito, inicialmente debería estar compuesta por la estación **Quitumbe, prioritariamente**, por su ubicación geográfica idónea para la red de monitoreo, aclarando que es un área densamente poblada actualmente, con una afluencia reciente, con altos niveles de tráfico durante todo el día por la presencia de la terminal terrestre y también las constructoras por la interferencia en la vías a más del ruido que causan.

Por otra parte, es un área que combina muchos usos de suelo, residencial comercial e incluso industrial, además, esta área, actualmente está siendo blanco de muchos avances en lo que se refiere a construcción, tanto de viviendas, edificios, hospitales, calles, y actualmente, alberga a la Estación Terminal sur de buses interprovinciales e intercantonales, por lo que, es para el estudio actual, la zona más idónea geográficamente dentro del casco urbano para la instalación de una Estación de Monitoreo de Ruido.

Para demostrar esto serán necesarias más investigaciones con respecto al ruido en la zona y sus puntos evidentemente críticos.

De igual manera la estación **El Camal**, es un área densamente poblada y con el hospital municipal materno infantil San José del Sur, se lo considero de manera secundaria por mantenerse dentro de los rangos idóneos en la noche, en lo que corresponde a su uso de suelo y por su ubicación geográfica que no conectaría datos de manera que sean representativos en toda la extensión del Distrito Metropolitano De Quito.

## 11. CONCLUSIONES

1. El Camal, esta estación es bastante significativa por la presencia de un hospital municipal en la zona (Patronato San José), este ha sido la referencia de medición, la zona está densamente poblada, por su alrededor transitan buses y existe presencia en mayor cantidad de transporte liviano por los mercados circundantes; el hospital está ubicado estratégicamente en un área de mínimo ruido, sin embargo se ve influenciado por la presencia de tráfico a ciertas horas pico en el día.

El valor máximo es de 76,4dBA tomado la mañana de mayo del 2009 a los 75 metros del punto hacia el sur, este valor fue encontrado metros antes de la intersección entre la Calle Adrian Navarro y Andrés Pérez, el valor mínimo es de 41,9 en la noche de marzo del 2009 a 50 metros del punto hacia el norte.

2. Se puede concluir, además que la estación Eloy Alfaro, esta dentro de la Administración Zonal Eloy Alfaro y su avenida aledaña Av. Alonso de Angulo es bastante representativa, es tanto y en cuanto, su zona es densamente poblada pero muy poco transitada, de la cual solo la Av. Alonso de Angulo influye en horas pico y por la presencia constante de buses en el ruido ambiental, por lo que de acuerdo al monitoreo realizado, el valor máximo integrado encontrado en la estación Eloy Alfaro fue de 79,5dbA tomado en la tarde de abril, el valor blanco es de 31,1dbA tomado en la madrugada de abril y el valor mínimo es de 33,2dbA tomado de la noche de marzo, valores que preocupan, debido a que si la ciudad de Quito continúa creciendo, estos lugares se saturarán de ruido, y traerán consecuencias graves para los ciudadanos en su desenvolvimiento físico y psicológico.

3. En la estación Guamani, el valor máximo integrado encontrado en la estación fue de 69,7dbA, este valor fue encontrado en el mes de febrero y en marzo, los dos en la mañana; cabe reiterar que en esta época del año hay actividades educativas y la estación de monitoreo esta aledaña al centro educativo. El valor blanco de la estación es de 32,1dbA encontrado en la madrugada de abril, el valor mínimo es de 51,2dbA al sur en la mañana, esta parte ya es asfaltada y no hay inclinación en el carretero, por lo que facilita la rodadura de los vehículos.

4. La estación Mariscal, presentó un valor bajo de ruido, a pesar de su alta actividad nocturna y, más aun, el valor es de la mañana por la cantidad de tráfico que influye en la zona, el valor blanco fue de 33dbA tomado en la madrugada de abril del 2009, el valor mínimo fue de 43,7dbA tomado en la tarde de Junio del 2009, y el máximo fue de 76,1dB tomado en la mañana de abril del 2009. Esta zona está considerada como tradicional en Quito, su densidad poblacional y comercial es alta por lo cual su mayor influencia de ruido es el tráfico vehicular.

5. La Estación Quitumbe, está influenciada por su rápido crecimiento, se evidencia la presencia de varias empresas constructoras, de viviendas, edificios y de la Terminal Terrestre, contribuyendo estos factores a incrementar el ruido en la zona, pudiendo evidenciarse en el monitoreo que se realizó, la influencia de la implementación de la nueva terminal terrestre. El valor máximo integrado encontrado fue de 79,1dbA en las tardes de febrero y marzo del 2009, el valor blanco es de 32,7dbA y el valor mínimo es de 33,6dbA de la noche en febrero del 2009, valor nada comparable con los valores de julio del 2009 que con el funcionamiento de la nueva terminal se ha mostrado un mínimo de 56dB, los valores son para la zona residencial mixta.

6. De lo anterior se puede decir que los niveles de ruido en la zona sur de Quito, son sumamente altos, incumpliendo en todos los casos los estándares legales ecuatorianos, debido a factores como tránsito vehicular, constructoras de edificios, viviendas y hasta de calles, vendedores ambulantes, entre otros, son los principales entes que contaminan la zona, lo que a la larga puede traer consigo, problemas físicos como, de audición en la comunidad, en aspectos psicológicos como, la falta de concentración, nerviosismo y por qué no decirlo , de estrés.

7. La metodología fue apropiada, no obstante, ciertos puntos de monitoreo no fueron aprovechados al 100% por sus limitaciones físicas para el muestreo, sin embargo los datos que se obtuvo fueron validados, por tanto la metodología puede ser utilizada en futuros estudios de manera segura.

8. La ubicación de los puntos deberá ser previamente visitados y validados, pues en algunos casos las limitaciones físicas de la zona no permitieron extraer mayor cantidad de datos.

9. Los datos contemplados en este trabajo de fin de carrera, son validos únicamente como información del quimestre comprendido entre Febrero y Julio del 2009, a excepción de la Estación Quitumbe que tuvo especial consideración y tiene un muestreo más en Julio 2009. El tiempo considerado para la campaña de monitoreo arrojó datos importantes para el desarrollo de una red de monitoreo, sin embargo es necesario hacer mas monitoreos sobre estas áreas y en otras aledañas para obtener datos más verídicos y mostrar así, la evolución del ruido en Quito.

10. Dados los criterios, la estación Quitumbe es la más idónea geográficamente en esencia, a ser parte de la red de monitoreo de el Distrito Metropolitano de Quito, cubriendo la Zona 1, no obstante no será suficiente por la extensión del área Sur de la ciudad.

## 12. RECOMENDACIONES

Es necesario que se realice una Estación de Monitoreo permanente en la zona sur del Distrito, debido a que los datos encontrados emitidos por ruido, son sumamente altos, lo que implica riesgo para la ciudadanía, porque como se mencionó al inicio de este estudio, puede ocasionar daños graves tanto físicos como psicológicos en las personas, un ejemplo palpable, es en la estación “El Camal” donde se menciona, existe una incidencia del ruido sumamente alta en especial cerca del hospital materno infantil San José del Sur, por lo que una reubicación de las frecuencias de los buses que transitan por el lugar, sería de beneficio para la comunidad; otro ejemplo, se lo puede citar en la Estación Guamaní, donde se puede notar la influencia de vehículos pesados junto a centro escolares continuamente, esto a más de ser un peligro para los niños, por el riesgo de ser atropellados, esta es una fuerte molestia para los residentes de la zona y también para niños de la escuela, por lo que una nueva ruta para estos vehículos, ya sea pesados o livianos, sería de gran ayuda para el sector.

Por tener Quito una amplia extensión de terreno y seguirse creciendo, es necesario ubicar mas estaciones estratégicas de monitoreo donde se puedan tomar datos que precisen de mejor manera la influencia del ruido. El lugar propicio y recomendado para la instalación de la Estación de monitoreo, es la de Quitumbe, debido a que es un lugar que cumple con los criterios establecidos, a demás, su avanzado desarrollo de obras es continuo, inclusive, se puede decir que su ubicación geográfica es clave en el sector sur de Quito.

De carácter necesario, también, se deberían realizar estudios de ruido ambiental en las estaciones monitoreadas con una frecuencia semestral o anual, que permitan comparar la evolución del ruido en la zona.

Así también, como se menciono anteriormente se deberían ubicar otras estaciones de monitoreo que proporcionen datos mas específicos de la zona, con los cuales se puedan relacionar y validar los datos de las estaciones determinadas. Para esta acción se debería inspeccionar la zona de forma visual y técnica, con un levantamiento de 100 metros a la redonda para evitar limitaciones físicas que puedan provocar conflictos en los resultados.

### 13. BIBLIOGRAFIA

#### LIBROS Y REVISTAS

CORTÉZ Díaz, José María; **SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO, TÉCNICAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**, novena edición, , Editorial Tobar, S.L., Madrid 2007

HARRIS, Cyril M., MANUAL DE MEDIDAS ACÚSTICAS Y CONTROL DE RUIDO, Volumen I y II, Tercera Edición, Mc Graw Hill, España 1995

MALDONADO, Lunar Estrella; **EL RUIDO**; Paraguay, Asunción; 2008

MULLER, Gmora Uriel, **ASPECTOS Y EFECTOS DEL RUIDO**; 2001

Revista IHITZA, SONIDO, RUIDO Y CONTAMINACIÓN ACÚSTICA; 2006

RIVAS, Servin Ilhuicamina; **PRIMER CONGRESO MEXICANO DE ACÚSTICA; Academia de Acústica**, ESIME, IPN. Monterrey, NL, México, 22 y 23 de septiembre de 1994.

ROBLEDO, Fernando Henao; **RIESGOS FÍSICOS I : RUIDO, VIBRACIONES Y PRESIONES ANORMALES**, primera edición, Ediciones, Bogotá 2007

SUTER, Alice H.; **NOISE AND ITS EFFECTS. EN TECHNICAL APPENDIX FOR THE AD MINISTRATIVE CONFERENCE OF THE UNITED STATES.** Washington, DC., Noviembre de 1991. Harris, Cyrill M. Noise control in buildings. McGraw Hill, Inc.

VARIOS, **CRITERIO DE SALUD 12, EL RUIDO**, Organización Mundial de la Salud

VARIOS; Instituto Nacional de Comunicación Humana, **TEMAS BÁSICOS DE AUDIOLOGÍA**, Editorial Trillas, México 2003

VIÑOLAS Prat, Jordi; Organización Panamericana de la Salud.”CRITERIOS DE SALUD AMBIENTAL: EL RUIDO” “CONTAMINACIÓN POR RUIDO: FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y DE LAS MEDIDAS A ADOPTAR PARA REDUCIR SUS EFECTOS”; México; 1980.

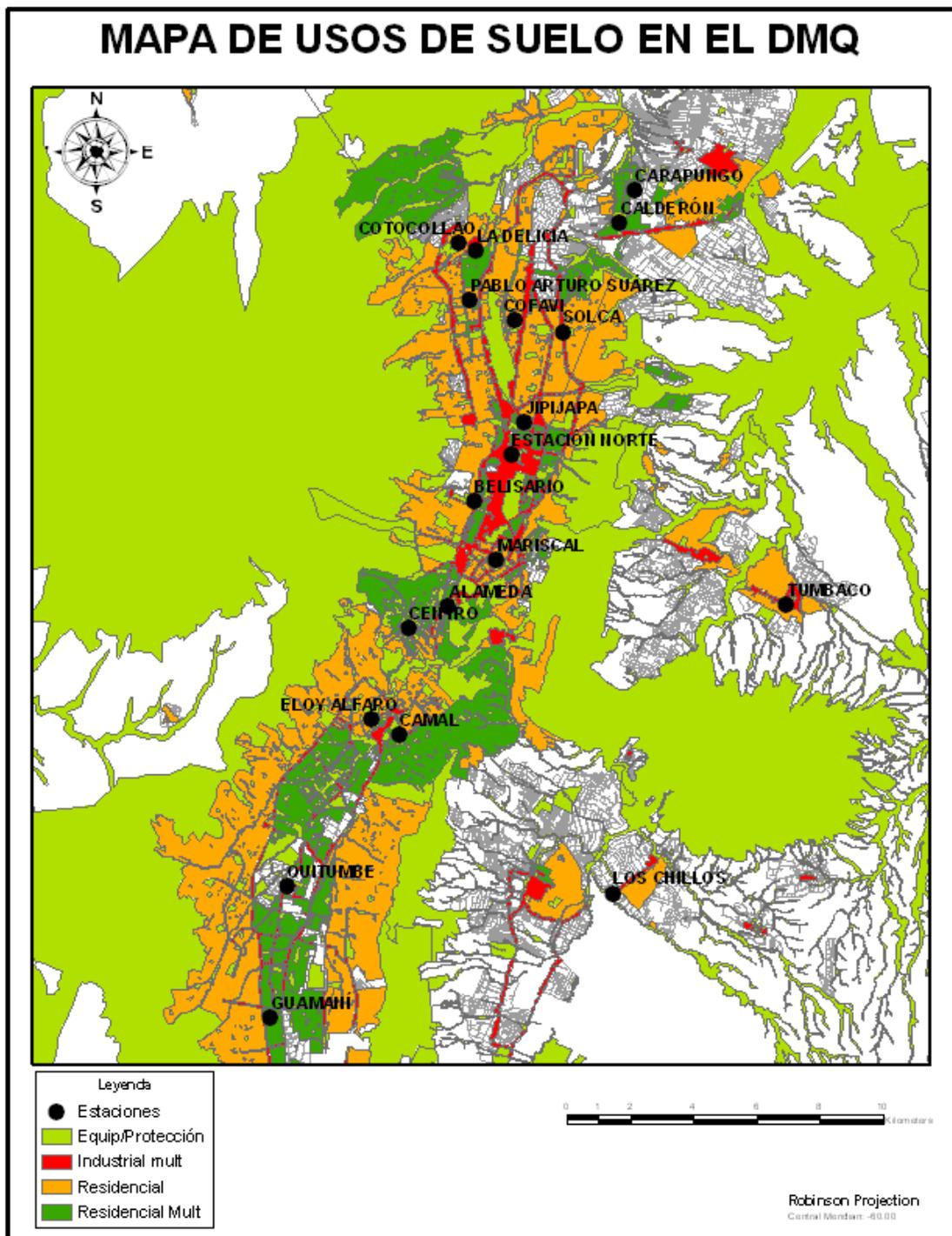
## PÁGINAS WEB

VIDAL, Carmen; CONTAMINACION POR RUIDO; Enero 2008.  
<http://www.unex.es/sociolog/mas/alumnos/ruido/>

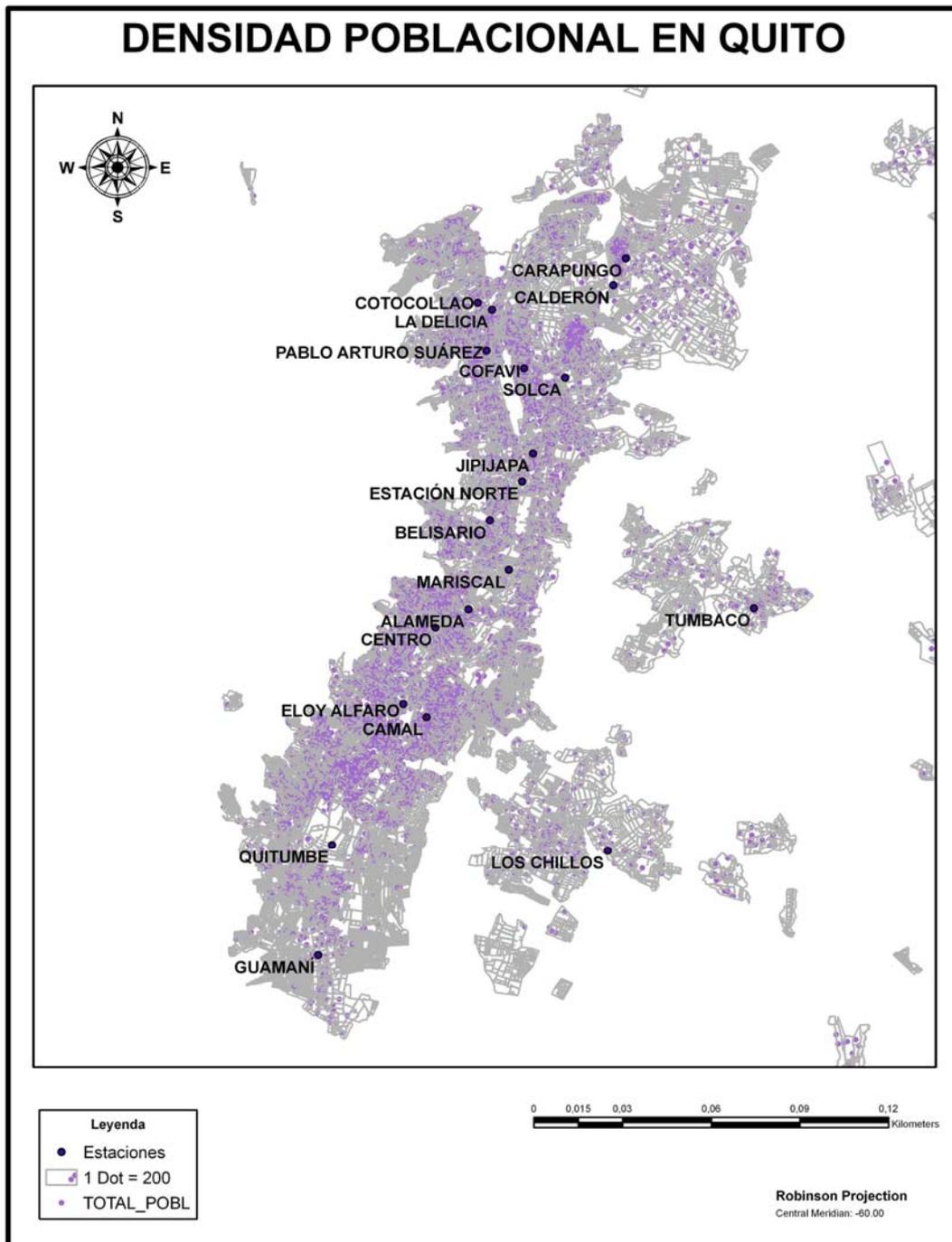
VARIOS; “EL RUIDO”;  
[www.ponce.inter.edu/whoiswho/organiza/abacus/ismael/ruido.html](http://www.ponce.inter.edu/whoiswho/organiza/abacus/ismael/ruido.html) ;2002

## ANEXOS

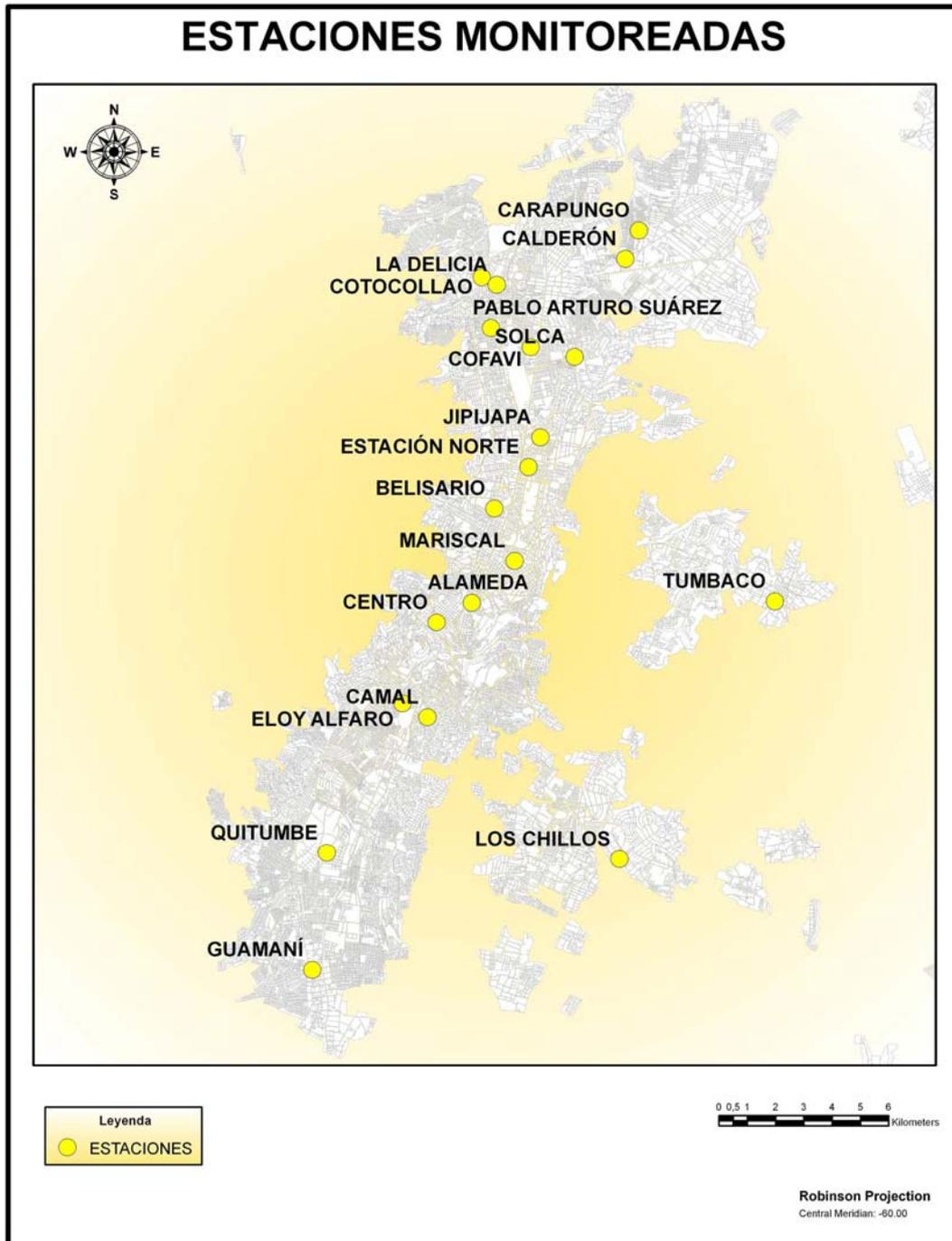
### 14. MAPA DE USO DE SUELO EN EL DMQ



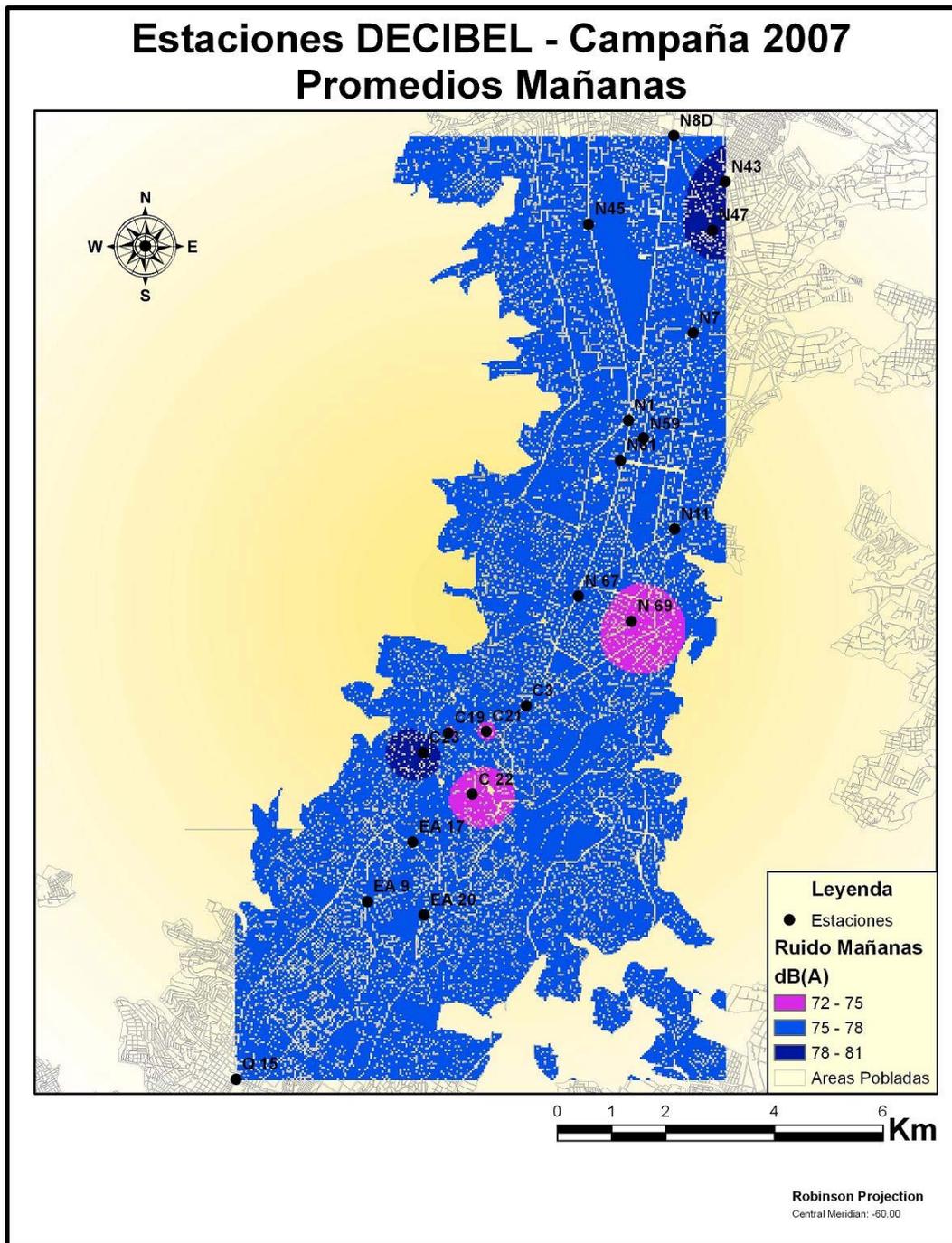
15. MAPA DE DENSIDAD POBLACIONAL EN QUITO



16. ESTACIONES MONITOREADAS

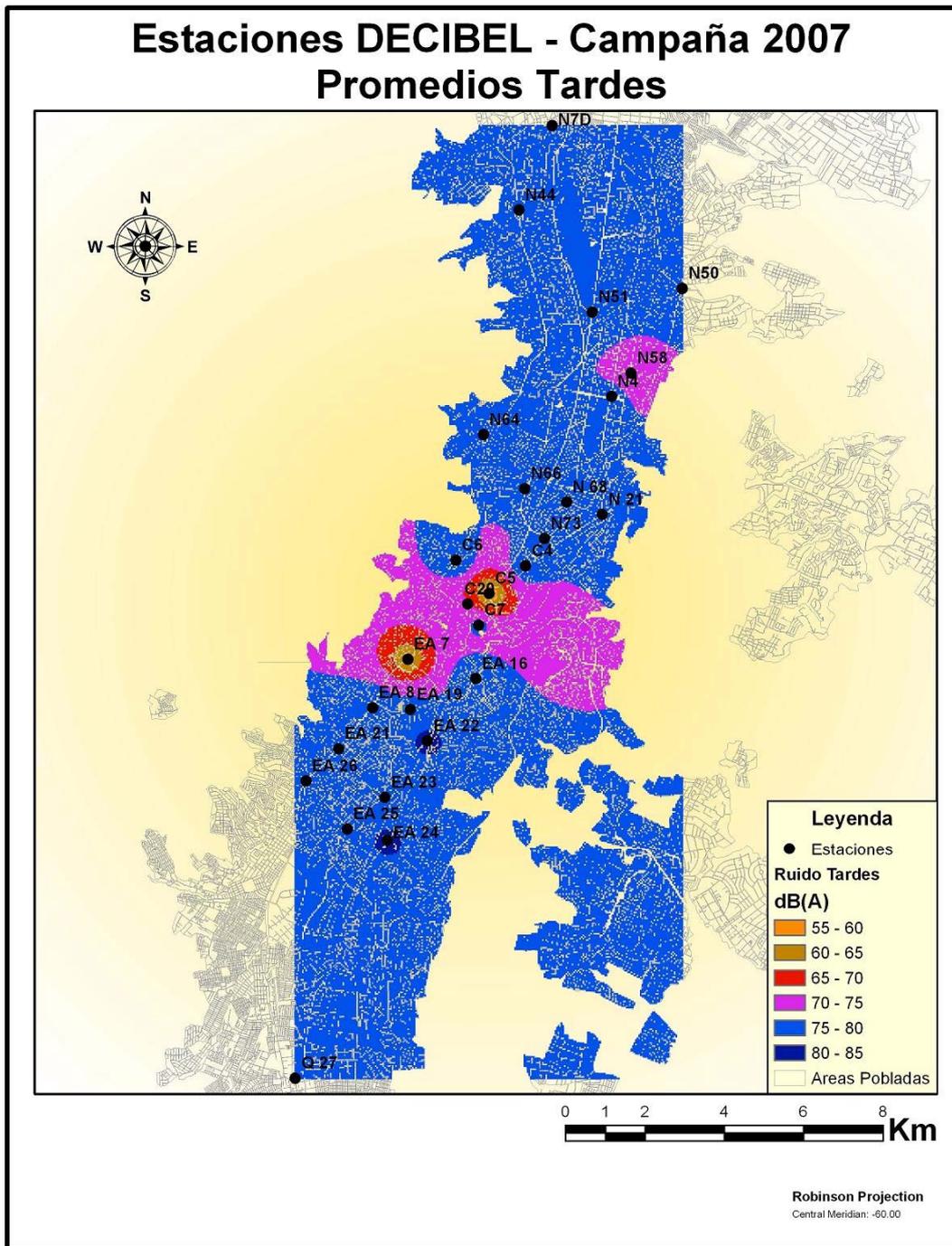


## 17. ESTACIONES DECIBEL- CAMPAÑA 2007; PROMEDIOS MAÑANAS



Estos mapas fueron realizados por los autores, la interpretación de datos estuvo dada por la Consultora DECIBEL.

18. ESTACIONES DECIBEL- CAMPAÑA 2007; PROMEDIOS TARDES



Estos mapas fueron realizados por los autores, la interpretación de datos estuvo dada por la Consultora DECIBEL.



**19.1.1. FOTO 1**

- Muestra el punto 0 en la noche.



**19.1.2. FOTO 2**

- Muestra el Hospital Municipal Materno infantil San Jose del Sur, en la noche.



**19.1.3. FOTO 3**

- Muestra el Hospital Municipal Materno infantil San Jose del Sur, en el día.



**19.1.4. FOTO 4**

- Sur de la estación monitoreada



**19.1.5. FOTO 5**

Centro comercial Chiriyacu, cercano al punto de monitoreo.



**19.1.6. FOTO 6**

- Calle con alta influencia de tráfico liviano y buses, cercana al punto de monitoreo



## 19.2. ELOY ALFARO



**19.2.1. FOTO 7**

- Av Alonso de Angulo en la noche



**19.2.2. FOTO 8**

- Factores principales de ruido en la estación.



**19.2.3. FOTO 9**

- Punto 0 junto a la Plaza Civica Eloy Alfaro



**19.2.4. FOTO 10**

- Norte de la estación.



### 19.3. GUAMANI



**19.3.1. FOTO 11**

- Punto 0, georeferencia de la estación en la noche



**19.3.2. FOTO 12**

- Obstáculo físico al oeste de la estación.



**19.3.3. FOTO 13**

- Escuela Municipal Julio E. Moreno, referencia de la estación.



**19.3.4. FOTO 14**

- Concurrencia de niños y padres de familia en la mañana.



**19.3.5. FOTO 15**

- Deterioro del adoquinado e inclinación de la calle.



**19.3.6. FOTO 16**

- Lado este del punto 0, para el monitoreo.



**19.3.7. FOTO 17**

- Afluencia de vehículos en el área.



**19.3.8. FOTO 18**

- Lado norte del punto 0





**19.4.1. FOTO 19**

- Lado sur del punto 0



**19.4.2. FOTO 20**

- Afluencia vehicular en la zona



**19.4.3. FOTO 21**

- Plaza Foch, sector la Mariscal



## 19.5. QUITUMBE



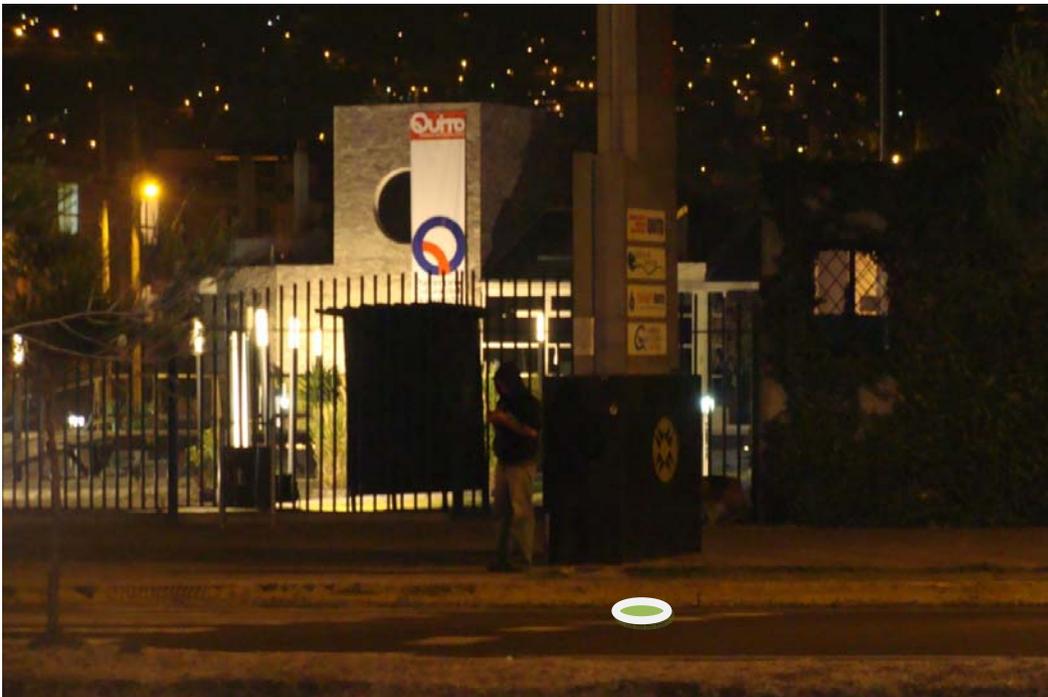
**19.5.1. FOTO 22**

- Influencia de buses interprovinciales en la zona



**19.5.2. FOTO 23**

- Referenciando punto 0 en la noche



**19.5.3. FOTO 24**

- Construcción de conjuntos residenciales en la zona.



**19.5.4. FOTO 25**

- Tráfico vehicular en el ingreso a la terminal terrestre.



**19.5.5. FOTO 26**

- Puno 0 en el dia.



**19.5.6. FOTO 27**

- Hacia el Este del punto 0.



**19.5.7. FOTO 28**

- Constructoras en la zona.



**19.5.8. FOTO 29**

- Reparaciones en la via de ingreso a la terminal terrestre.



**19.5.9. FOTO 30**

- Salida de vehículos de la terminal terrestre.



**19.5.10. FOTO 31**

- Área de estacionamiento de vehículos de transporte interprovincial en la terminal terrestre.



## 20. QUITUMBE, REFERENCIA.

