



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EXTERIORES DE LOS
HOSPITALES PÚBLICOS DE LA ADMINISTRACIÓN ZONAL CENTRO DEL
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero Ambiental en Prevención y
Remediación

Profesor guía

MBA Luis Alberto Bravo Moncayo

Autor

Pablo Esteban Salazar Salazar

Año
2016

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Luis Alberto Bravo Moncayo
Ingeniero Acústico, MBA
C.I. 1711710606

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Pablo Esteban Salazar Salazar
C.I. 171404147-0

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que participaron en la realización de este trabajo.

Su colaboración fue invaluable.

RESUMEN

El crecimiento urbano constituye una parte importante en el desarrollo del ser humano. Sin embargo, este crecimiento representa posibles riesgos y amenazas al balance de los ecosistemas y al bienestar de las personas. Dichos riesgos y amenazas se manifiestan de manera creciente en la forma de contaminación ambiental. Esta contaminación puede presentarse en el aire, suelo y agua; pero existe además una contaminación que es usualmente omitida por la baja percepción de la sociedad respecto al impacto causado por esta, y es la contaminación auditiva. A pesar de ser obviada, la contaminación auditiva es un problema de salud pública y altera los ecosistemas de manera permanente.

Por este motivo, se realizó un análisis de la contaminación acústica en los exteriores de hospitales públicos de la Administración Zonal Centro del Distrito Metropolitano de Quito. La selección de este espacio de muestra se realizó en base a criterios de sensibilidad territorial, los mismos que determinan a las zonas hospitalarias dentro de áreas urbanas, como zonas de protección que requieren condiciones específicas en su entorno. Para verificar los niveles de contaminación acústica en dichos lugares, se realizaron mediciones acústicas in situ, las cuales fueron posteriormente validadas mediante el uso de un software de modelamiento acústico.

Los resultados obtenidos por medio de las mediciones y el modelamiento acústico, reflejan niveles de contaminación acústica que superan con creces los valores establecidos por normas locales y marcos referenciales internacionales. Adicionalmente, el análisis de los resultados, demuestra un aporte significativo al ruido en los lugares de estudio por parte del tráfico vehicular, lo cual requiere de acciones correctivas en pos de mitigar los impactos causados por dichas fuentes.

ABSTRACT

Urban growth is an important part of human development. However, this growth represents possible risks and hazards to the ecosystem's balance and humans' well-being. These risks and hazards exist and increase along the urban growth as environmental pollution. This pollution could be in the air, soil and water; but there is also another type of pollution that is usually omitted due to society's low perception of the impact caused by it, and it is noise pollution. Despite being disregarded, noise pollution is a public health issue and it alters ecosystems in a permanent way.

For this reason, an analysis of the noise pollution was made on the outdoors of the public hospitals of the Administrative Zone Centro of Quito's Metropolitan District. The selection of these places was based upon territorial sensibility criteria, which determined the hospital zoning in urban areas as protection areas that require specific conditions in its environment. In order to verify the noise pollution in these places, in situ acoustic measurements were performed and the data obtained was validated using a noise modeling software.

The results from the measurements and the modeling indicated that the noise pollution values on the chosen places were much higher than those established by local ordinances and international reference schemes. Additionally, the results' analysis showed that a significant contribution to the noise pollution in the chosen places came from the vehicular traffic; which requires corrective measures in order to mitigate the impacts from these sources.

ÍNDICE

Introducción	1
1. Marco Teórico.....	10
1.1 Contaminación Acústica	10
1.1.1 Definición	10
1.1.2 Descriptores.....	11
1.1.3 Efectos en la salud.....	12
1.2 Contaminación Acústica en Ciudades.....	14
1.2.1 Historia.....	14
1.2.2 Situación Actual	16
1.3 Hospitales Como Zonas Vulnerables	17
1.3.1 Efectos de Contaminación Acústica sobre Hospitales	17
1.3.2 Zonificación Urbana	19
1.3.3 Zonificación y Hospitales	20
1.3.4 Zonificación del Distrito Metropolitano de Quito.....	21
1.4 Fuentes de Generación	23
1.4.1 Fuentes de Ruido con Afectación Directa a Hospitales	27
1.5 Mecanismos de Control y Regulación.....	28
1.5.1 Normativa Legal.....	28
1.5.2 Métodos de Verificación.....	30
2. Casos de Estudio.....	31
2.1 Hospital Carlos Andrade Marín	31
2.2 Hospitales Eugenio Espejo – Isidro Ayora	33
2.3 Hospital Gonzalo González	35
3. Metodología.....	37
3.1 Conceptualización de variables	37
3.2 Levantamiento de Datos y Registros In Situ	38
3.3 Modelamiento Digital del Comportamiento Acústico	43
4. Análisis de Resultados.....	46

4.1 Tabulación de Datos de Mediciones In Situ.....	46
4.1.1 Hospital Carlos Andrade Marín.....	46
4.1.2 Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora.....	47
4.1.3 Hospital Gonzalo González.....	49
4.2 Datos Obtenidos en SoundPLAN.....	50
4.2.1 Estadística de Resultados.....	53
4.3 Mapas de Ruido.....	58
4.4 Comparación con Normativa Vigente.....	70
4.4.1 Análisis Comparativo.....	72
5. Discusión y Propuestas.....	76
5.1 Fuentes Emisoras de Ruido.....	76
5.1.1 Hospital Carlos Andrade Marín.....	76
5.1.2 Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora.....	78
5.1.3 Hospital Gonzalo González.....	80
5.2 Propuestas de Reducción de Ruido.....	80
5.2.1 Hospital Carlos Andrade Marín.....	81
5.2.2 Hospitales Eugenio Espejo - Isidro Ayora.....	81
5.3.3 Hospital Gonzalo González.....	82
5.3 Revisión de Propuestas y Análisis de Factibilidad.....	82
5.3.1 Hospital Carlos Andrade Marín.....	83
5.3.2 Hospitales Eugenio Espejo - Isidro Ayora.....	84
5.3.3. Hospital Gonzalo González.....	85
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	87
6.1 Conclusiones.....	87
6.2 Recomendaciones.....	88
REFERENCIAS.....	90
ANEXOS.....	94

Introducción

El crecimiento de los asentamientos humanos y ciudades constituye una parte esencial en el desarrollo de la humanidad. De esta manera, se adaptan los territorios para satisfacer las necesidades primordiales de las personas. Entre estas adaptaciones se tiene la edificación de centros de salud dentro de las ciudades con el fin de garantizar la salud y bienestar de las personas.

Sin embargo, entre los factores de crecimiento urbano se encuentra el aumento de medios de transporte, el cual implica una mayor disponibilidad de rutas de movilización y el incremento poblacional que se desplaza en la urbe. A consecuencia de estos factores, existe un cambio en el comportamiento acústico en la ciudad, incluyendo en los exteriores de hospitales, teniendo de este modo un aumento de la contaminación acústica.

Organizaciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés), sugieren un ambiente acústico adecuado para los exteriores de zonas urbanas, los cuales constituyen las calles, parques y demás zonas públicas; con el fin de procurar el bienestar de las personas. En Ecuador, existen normativas que regulan los niveles de contaminación acústica emitidos por fuentes fijas y móviles, pero estas normativas no establecen valores de aceptación para zonas urbanas y demás zonas públicas, por lo que se desconoce la situación ambiental acústica en las que se encuentran los exteriores de los centros urbanos.

Por lo anteriormente mencionado, se realiza un estudio en exteriores de cuatro hospitales públicos urbanos ubicados en la zona central del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), con el fin de evaluar los aspectos acústicos que se presentan en dichos lugares. Además, se plantea la identificación de fuentes generadoras de ruido con el fin de generar posibles soluciones.

Antecedentes

La definición tradicional de contaminación acústica es “la presencia de energía acústica que sobrepasa los niveles típicos por un tiempo específico y bajo condiciones que alteran el balance ecológico de una área determinada” (González. A, 2014). El sonido se vuelve perturbador cuando interfiere con actividades normales como dormir, conversaciones o cuando interrumpe y disminuye la calidad de vida de las personas. El hecho que la contaminación acústica no sea posible de percibir por medio visual, olfativo o gustativo podría explicar el por qué no ha recibido mucha atención como otros tipos de contaminación como la del agua, aire y suelo. El aire que nos rodea abunda en sonidos, sin que los mismos sean clasificados como ruido. Sin embargo, las fuentes persistentes y crecientes de sonido pueden generar molestias. Estas molestias tienen repercusiones en la salud y bienestar de las personas (Agencia de Protección Ambiental, 2012).

Las fuentes emisoras de ruido más importantes a nivel mundial en zonas urbanas y rurales son las maquinarias, sistemas de transporte, vehículos de motor, aviones y trenes (Singh N., et. al, 2004).

La exposición al ruido constituye un riesgo a la salud. Existe evidencia suficiente que determina que la exposición constante al ruido puede producir enfermedades como pérdida auditiva, hipertensión, enfermedades cardíacas, malestar, molestia al dormir y deteriora el desempeño intelectual y laboral. La exposición al ruido está en aumento cada día debido a la modernización, a la industrialización y el crecimiento demográfico (Passchier-Vermeer y Passchier, 2000), lo cual implica que la exposición al ruido constituye un problema de salud pública, especialmente en zonas urbanizadas (Berglund, B., Lindvall, T. y Schwela, D., 1999).

Debido a los efectos perjudiciales que la contaminación acústica tiene sobre la salud y bienestar de las personas, es primordial que existan medidas de control en Hospitales y centros de salud; lugares en los que se requiere mantener cuidados referentes a la salud de las personas y al bienestar del personal que

ejerce sus funciones diarias en dichos establecimientos (Tsara V, 2008). Los efectos adversos de la contaminación acústica pueden afectar directamente a pacientes que se encuentran bajo cuidados médicos y al personal laboral que necesitan niveles altos de concentración para realizar sus actividades (Sergio L., et. al, 2004).

La OMS determina que los niveles máximos sugeridos en zonas urbanas no debe exceder los 55dBA (Organización Mundial de la Salud, 2000).

En comparación con el marco referencial de la OMS, el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) (2015) establece los límites máximos permisibles de ruido según el uso y ocupación del suelo en zonas de equipamiento de servicios públicos entre 60 dB(A) en el día y 50 dB(A) en la noche.

La Ordenanza Metropolitana 213 (2007), aplicando los parámetros establecidos en la Norma Técnica Resolución 002 (2008), establece los límites establecidos para los niveles máximos permitidos iguales a los establecidos en el TULSMA; con la diferencia que la Ordenanza establece límites para fuentes móviles y fuentes fijas.

Como se puede apreciar en la figura 1, los promedios diarios de niveles de contaminación acústica en las zonas centro y norte de Quito se encuentran entre los 65-70dbA, lo que indica que los niveles sobrepasan los sugeridos por la OMS y por la normativa de control ambiental vigente en el DMQ.

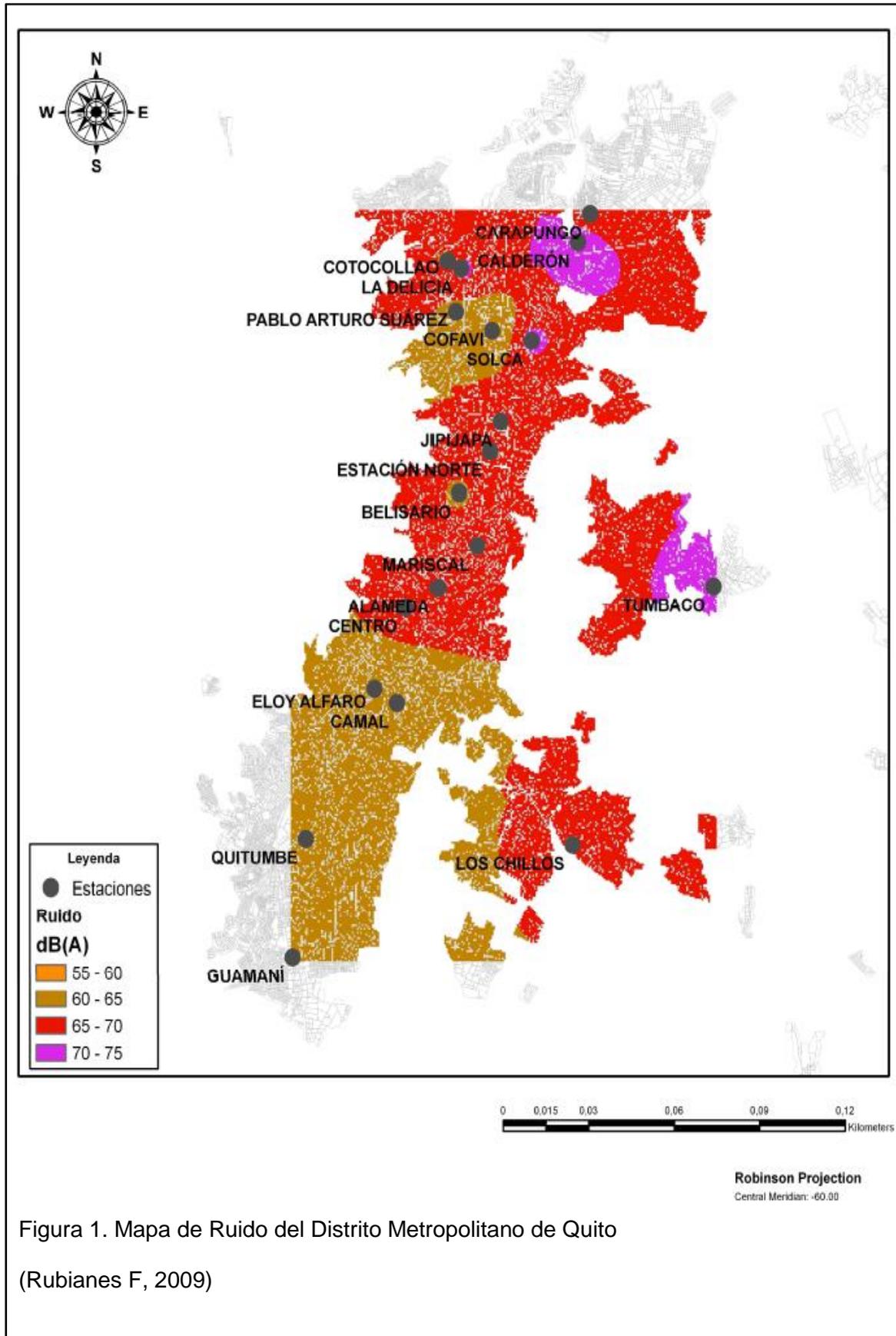


Figura 1. Mapa de Ruido del Distrito Metropolitano de Quito

(Rubianes F, 2009)

Alcance

En el proyecto planteado se llevó a cabo la evaluación de contaminación acústica en los exteriores de hospitales públicos de la zona centro del DMQ mediante mediciones y se realizaron modelos predictivos con el propósito de conocer los niveles de ruido a los que dichos centros se encuentran expuestos.

Se precisó el área de estudio dentro de la Administración Zonal Centro – Manuela Sáenz debido a la presencia mayoritaria de hospitales ubicados dentro de esta zona y los niveles de contaminación auditiva que sobrepasan los límites establecidos por las normativas aplicables.

Los hospitales públicos en donde se tomaron las muestras son los 4 que constan dentro del Directorio de Servicios Públicos de Salud del Distrito Metropolitano de Quito (2010). La medición de los niveles de contaminación acústica se realizó en los exteriores de los siguientes hospitales:

- Hospital de Especialidades Eugenio Espejo
- Hospital Gineco-Obstétrico Isidro Ayora
- Hospital Geriátrico Gonzalo González
- Hospital Carlos Andrade Marín



Figura 2. Mapa de la Zona de Estudio
(Adaptado de Google Earth, s.f)

Como se puede apreciar en la figura 2; tres de los hospitales motivo de estudio se encuentran en la parroquia Itchimbia (azul), y un hospital se encuentra en la parroquia San Juan (rojo).

Las mediciones que se realizaron determinaron los valores de los niveles de presión acústica existentes en los exteriores de hospitales. El valor de presión sonora equivalente (L_{eq}) es el principal descriptor de la contaminación acústica que fue utilizado para la evaluación.

En base a los resultados obtenidos en las mediciones, se modelaron los mapas de ruido para tener así una mejor comprensión del comportamiento de la contaminación auditiva en los lugares de estudio y posteriormente, se analizaron estos resultados para valorar la necesidad y factibilidad de implementación de medidas de reducción de ruido.

Justificación

En el *Libro VI Anexo 5* del TULSMA se establece límites permisibles de niveles de ruido para diferentes zonas, con el fin de preservar la salud y bienestar de las personas, y del ambiente en general. La norma establece a las zonas de equipamiento como *“Aquellas en que los seres humanos requieren de particulares condiciones de serenidad y tranquilidad, a cualquier hora en un día.”* Basándose el uso y ocupación del suelo, la norma establece que los límites permisibles en estas zonas son de 60 dB(A) en el día y 50 dB(A) en la noche (TULSMA, Libro VI -A5). A diferencia de los niveles sugeridos por la Organización Mundial de la Salud que son de 55 dB(A) en promedio, el TULSMA requiere mayores niveles en el día y menores en la noche.

La Ordenanza Metropolitana 213 define al ruido como “todo sonido indeseable que molesta y perjudica a las personas”. Esta normativa regula la contaminación auditiva en base a los parámetros establecidos en la Resolución 002.

Las Normas Técnicas establecidas en la Resolución 002 (2008), establecen zonas de restricción con el fin de reducir los niveles sonoros ambientales por debajo de los límites admisibles. La norma define las zonas de restricción como aquellas áreas colindantes a centros hospitalarios, o en general en aquellos establecimientos donde haya personas sujetas a tratamiento o a recuperación.

Tomando en consideración que el DMQ se rige bajo las normativas anteriormente mencionadas, es de importancia el conocer los niveles de ruido existentes dentro de la ciudad, especialmente en la zona delimitada en este proyecto.

Debido a la presencia mayoritaria de hospitales públicos en la zona centro de Quito, se plantea el proyecto para la evaluación y verificación del cumplimiento de los límites establecidos en las normas vigentes y un análisis comparativo de los resultados obtenidos en contraste con las normas y marcos referenciales.

Objetivos

Objetivo General

- Analizar los niveles de contaminación acústica en exteriores de hospitales públicos de la Administración Zonal Centro del Distrito Metropolitano de Quito mediante mediciones, modelamiento de mapas de ruido y verificación de cumplimiento de normas de control y marcos referenciales.

Objetivos Específicos

- Valorar los niveles de ruido en las zonas determinadas identificando fuentes generadoras y puntos críticos en los exteriores de hospitales mediante mediciones in situ.
- Modelar mapas de ruido con los datos obtenidos mediante el uso de SoundPLAN.
- Definir propuestas de control y disminución de ruido en las zonas de estudio mediante la revisión de marcos referenciales y las fuentes identificadas.

1. Marco Teórico

1.1 Contaminación Acústica

1.1.1 Definición

El sonido se define como “*una onda longitudinal de presión que viaja a través de medios elásticos o comprimibles que pueden ser sólidos, líquidos, gaseosos o plasma*” (Boundless, 2014). La audición es la capacidad de percibir sonido mediante la detección de vibraciones y cambios en la presión del entorno en el tiempo, por medio de un órgano como el oído (Schacter, D., Gilbert, D., Wegner, D, 2009). Dicho de otro modo, el sonido es una percepción sensorial que, dependiendo del patrón que siguen las ondas de presión generadas, puede ser percibido como música, lenguaje o ruido (Pope, 2012).

Todo sonido posee tres magnitudes que ayudan a determinar la tipología del mismo. En primer lugar está la energía empleada para generar el sonido, la cual se puede medir en decibeles (dB) para conocer su intensidad. La segunda magnitud es la “frecuencia” de exposición; la cual indica el número de veces en que el sonido se manifiesta. La última magnitud es la “duración”, la cual estima un valor en el tiempo en el que las personas se encuentran bajo la influencia de dicho sonido. De este modo, un sonido se convierte en ruido cuando una o más de las magnitudes mencionadas anteriormente se presentan de manera extrema, causando sensaciones de molestia o incomodidad de manera inmediata y pueden causar trastornos en el sistema auditivo y en la salud de las personas (Alonso A, 2003, p. 74).

La Real Academia Española indica que la palabra sonido viene del latín *sonitus*, y que por su pronunciación, es similar a las palabras latinas que significan rugido, chirrido o ruido (RAE, 2014). La palabra ruido, sin embargo, cuando es transcrita al idioma inglés se escribe “*noise*”, la cual deriva de la palabra latina “*nausea*”, que significa malestar y disgusto. Por lo cual, se puede comprender al ruido como un sonido no deseado, o aquel sonido demasiado

alto, desagradable e inesperado (Singh and Davar, 2004). Se puede definir al ruido también como todo sonido potencialmente dañino, generado por las actividades humanas (Murphy, E., King, E., Rice, H., 2009).

El ruido se encuentra presente en todas las actividades humanas y puede convertirse en un contaminante ambiental, causando malestar y complicaciones de salud a los individuos expuestos; convirtiéndose de ese modo en contaminación acústica (Choinier, 2010).

Contaminación acústica se define entonces, como la presencia de ruido cuyas magnitudes exceden los límites aceptables de tolerancia auditiva. Dichas magnitudes pueden ser el nivel de la energía acústica, la duración de la misma y la frecuencia en que se manifiesta por un determinado período de tiempo; las mismas que pueden presentarse de manera exclusiva o en conjunto, sin ser excluyentes entre las mismas (González, 2014).

1.1.2 Descriptores

Existen unidades de medición y valoración del sonido, los mismos que son usados para determinar la cantidad de sonido expresado en valores numéricos o representados de manera gráfica. Los descriptores más usados son los siguientes:

Intensidad de Sonido: Es una unidad vectorial que describe la cantidad y dirección de energía acústica en determinada posición. Por lo tanto, la dimensión es Energía por Tiempo por Área y su unidad es (W/m^2).

Decibel: Es la unidad logarítmica que expresa la relación entre dos magnitudes. En acústica, el decibel relaciona la magnitud de intensidad de sonido de manera logarítmica con el margen de niveles de intensidad audibles. Dicho de otra manera, el decibel expresa la intensidad de sonido en referencia al umbral audible. Se expresa con la simbología dB.

Decibel Ponderado: Usando curvas isofónicas, se ajusta el decibel y se elimina las frecuencias altas y bajas con el fin de ajustar los decibeles a las frecuencias que son percibidas por el humano. Se expresa con la simbología dBA, dBB, o dBC.

Nivel de Presión Sonora: Determina la intensidad de sonido que genera la presión sonora emitida por una fuente. Se mide en decibeles y se expresa con la simbología Lp.

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente: Se define como aquel nivel de presión sonora constante, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total que el ruido medido. Se expresa con la simbología Leq. La simbología LAeq indica la representación del nivel de presión sonora continua equivalente ponderado con decibeles A.

1.1.3 Efectos en la salud

El oído es uno de los más importantes de los sentidos humanos. Es esencial para la localización e identificación de sonidos que puedan advertir peligro, el disfrute de sonidos placenteros como la música y el ambiente natural y más importante para los seres humanos, el desarrollo del habla y el lenguaje para poder comunicarnos (Safetyline, 2009).

El ruido es, hoy en día, un agente perturbador de la vida urbana debido a que las actividades productivas y de ocio, comprenden procesos que liberan energía sonora en mayor o menor cantidad, provocando daños en la salud y bienestar de las personas (Alonso A, 2003, p. 74).

Varios estudios realizados por instituciones privadas y organismos internacionales como la OMS, indican que existe suficiente evidencia que demuestra que la exposición al ruido causa efectos adversos en la salud humana. Estos efectos pueden clasificarse en dos categorías: efectos fisiológicos y efectos psico-sociales.

Efectos psico-sociales son aquellos que causan alteraciones en el comportamiento y desempeño de las personas. Dentro de estos efectos, la contaminación auditiva puede generar los problemas como desórdenes del sueño, lo cual degenera en fatiga y cansancio (Naish et.al.,2012). La inhabilidad de conversar, escuchar y disfrutar un momento de tranquilidad deteriora la calidad de vida de las personas. Adicionalmente, el ruido interfiere con actividades cotidianas y necesarias como es el trabajo, la educación y la necesidad de descanso de las personas. Existe evidencia que indica que el ruido puede afectar a la salud de las personas de la misma manera que el estrés crónico (Schomer, 2001).

Los efectos fisiológicos de la exposición extensa a contaminación auditiva pueden ser desórdenes auditivos y no auditivos. Entre los más importantes se encuentran la pérdida temporal y/o permanente del sentido del oído, vértigo, agitación, cansancio, hipertensión, problemas gastrointestinales como gastritis y úlceras en el duodeno; arritmia cardíaca, desórdenes nerviosos y físicos (Juang, Lee, Yang, Chang, 2010; p 1).

La comisión regional europea de la OMS estableció un indicador que cuantifica la pérdida de años de vida debido a la exposición a ruido ambiental, expresados en el indicador de tiempo de vida ajustada por discapacidad (DALY por sus siglas en inglés). En esta publicación, la OMS indica que dentro de la Unión de Estados Europeos (Oeste de Europa); se pierden alrededor de 1.5 millones de años debido a la contaminación acústica que causan diferentes molestias como enfermedades cardíacas, deterioro cognitivo en infantes, perturbaciones del sueño y acúfenos. Adicionalmente el informe concluye que la fuente que genera mayor pérdida de tiempo de vida es el ruido de tráfico, causando pérdida de sueño y molestia general (OMS, 2011).

Los efectos del ruido son rara vez catastróficos, y muchas veces son transitorios, pero los efectos adversos pueden acumularse debido a la exposición prolongada o constante.

1.2 Contaminación Acústica en Ciudades

1.2.1 Historia

El ruido siempre ha sido un problema ambiental importante para el ser humano desde los inicios de los primeros asentamientos humanos. La primera ordenanza regulatoria de ruido en la historia data de siglo 6 a.C. creada en la provincia de Sybaris en la antigua Grecia. La ordenanza exigía que los alfareros, herreros entre otros comerciantes, deban vivir a las afueras de las ciudades principales debido al ruido que generaban con su actividad (Goldsmith).

Un siglo más tarde, el médico griego Hipócrates fue el primero en identificar el fenómeno conocido como tinnitus o acúfenos, que es la molestia en los oídos debido a la exposición prolongada al ruido. Tiempo después en la antigua Roma, en los años 40 a.C.; existían normas para controlar el ruido emitido por las ruedas de hierro de los vagones que golpeaban las piedras del pavimento, perturbando el sueño causando molestias a los ciudadanos de Roma (OMS, 2000, p. 3).

De esta manera se evidencia la constante y creciente presencia del ruido en ciudades. A partir del año 1595, se expide en Londres un texto de aplicación que indica que se prohíbe causar sonidos estruendosos y repentinos en medio de la noche con el fin de prevenir molestias a las personas que se encuentran en descanso. En el siglo 16, se inventa el megáfono en Londres y Alemania simultáneamente. Esta tecnología sería usada de manera extensiva y contribuye a la contaminación acústica de las ciudades (Goldsmith).

En el siglo XVII se encuentran los avances en el ámbito del ruido urbano más importantes de la historia, encontrándose una relación entre la pérdida auditiva y la exposición laboral al ruido, la construcción de edificaciones sin ventanas en los pisos inferiores para disminuir el ruido externo y el desarrollo del motor a vapor, que marca el inicio de la era industrial (Goldsmith).

Al iniciar el siglo XIX, se desarrollan tecnologías que incrementan los niveles de ruido en las ciudades como la bocina en automóviles, que de por sí, son una fuente significativa de ruido. Del mismo modo, los buques de carga y transporte usan pitos en los puertos para notificar sus partidas y llegadas. Con el desarrollo de la electricidad, se desarrolla también la amplificación de sonidos y a mediados de 1950, empiezan a proliferar los aviones comerciales para transporte masivo y contribuyen a la contaminación auditiva en las ciudades.

Debido a todos los avances que han provocado el aumento de los niveles de ruido en ciudades, se han desarrollado métodos de inspección y verificación de los niveles de ruido. A finales del siglo XVIII y a principios del siglo XIX, se desarrollan aparatos que miden la velocidad de partículas en movimiento en el aire y para 1920, se desarrolla la unidad de medida de niveles sonoros conocida como decibel (Goldsmith).

En 1957 se crea la primera ordenanza zonal que indica los niveles máximos permitidos de ruido en la ciudad de Chicago en Estados Unidos.

En el año 1970, la UNESCO declara el derecho de todas las personas al silencio debido al exceso de ruido en espacios públicos y en 1975 un estudio demostró la afectación sobre el desempeño que tienen los estudiantes expuestos a ruido durante las horas de estudio.

En 1993 se crea el Quinto Acto de Acción Ambiental de la Unión Europea, el mismo que establece medidas de mitigación y control de ruido con el fin de mejorar la calidad de vida y salud de las personas y en 1996 se crean políticas de ruido ambiental en Europa.

A finales del año 1999 y comienzos del 2000, la OMS declara el ruido como un problema de salud pública y se crea la Directiva de Ruido Ambiental con el fin de reducir los impactos causados por el incremento de la contaminación acústica.

Al inicio de los años 2000, la Directiva de Ruido Europea requiere que todos los miembros de la misma elaboren mapas de ruido de las ciudades y de las vías

de transporte urbano con el fin de desarrollar planes de acción y se realizan estudios extensivos para comprender la situación actual y plantear soluciones. (Goldsmith).

1.2.2 Situación Actual

El ruido urbano, también conocido como ruido ambiental o ruido doméstico, es definido por la OMS (1995, p. 5), como el ruido emitido por todas las fuentes a excepción de las áreas industriales. Las fuentes principales del ruido urbano son el tránsito automotor, ferroviario y aéreo, la construcción y obras públicas y el vecindario.

En las sociedades modernas, los problemas causados por el ruido se intensifican debido a la gran afluencia de vehículos que transitan a diario en las avenidas y calles de las ciudades incluyendo a los vehículos pequeños y de carga pesada con motores a diésel y sin silenciadores. Los aviones y trenes contribuyen también de manera significativa al ruido de las ciudades (OMS, 2000, pp.3).

Todos los problemas de ruido aumentan en extensión, intensidad y severidad como resultado del crecimiento poblacional, el urbanismo y los avances tecnológicos (Goines y Hagler, 2007, pp. 287-294). Las grandes ciudades de países en desarrollo enfrentan problemas de sobrepoblación debido a la migración continua de habitantes de zonas rurales, lo cual resulta en una pobre planificación urbana frente a los controles y estrategias de control de contaminación auditiva (Mutairi, Rukaibi y Koushki, 2009, p. 613).

En la Unión Europea el 65% de la población se encuentra expuesto a niveles de ruido que sobrepasan los límites permisibles y de igual manera la mayor parte de habitantes de países desarrollados (OMS, 1995, p. 1). En la ciudad de Nueva York en Estados Unidos, se midieron niveles máximos de ruido cercanos a los 106 dB en las estaciones del metro y hasta 112 dB dentro de los trenes (Goines y Hagler, 2007, pp. 287-294).

La presencia de ruido en las ciudades y su aumento en alcance, variedad y magnitud es innegable. Ese incremento no es sostenible debido a las consecuencias adversas, tanto directas como acumulativas, que tiene sobre la salud. También afecta a las generaciones futuras y tiene repercusiones socioculturales, estéticas y económicas.

1.3 Hospitales Como Zonas Vulnerables

1.3.1 Efectos de Contaminación Acústica sobre Hospitales

Los Hospitales son lugares designados para que las personas que obtengan descanso en pos de una pronta recuperación y por lo tanto se debe procurar que exista quietud en el interior y también en los exteriores de los mismos (Pai, 2007, p. 83).

Todos los centros urbanos se encuentran expuestos a contaminación acústica que afecta directamente a las personas que habitan estas ciudades. Los Hospitales no se encuentran exentos de esta contaminación que puede provenir del exterior tanto como del interior de las instalaciones del mismo y como resultado se puede ver afectada la salud de los pacientes así como el desempeño del personal médico que labora en estas instituciones (Luzzi y Falchy, 2002, p. 128).

Algunos de los problemas causados por la presencia de contaminación auditiva que se han registrado incluyen:

- Presión sanguínea alta e incremento en el ritmo cardíaco en trabajadores
- Incremento de errores y desgaste del personal médico

Se ha demostrado que la contaminación auditiva o acústica es a su vez un factor de riesgo para el bienestar y reposo de los pacientes (Short y Pearson, 2011, p. 1).

Los efectos negativos de la contaminación acústica en hospitales se puede clasificar en dos categorías: las afectaciones al personal médico y las afectaciones a los pacientes.

En el primer caso, la contaminación acústica puede ser causante de fatiga en el personal y en el aumento de errores por malentendidos en las actividades. El ruido también puede generar problemas de concentración y disminución de las funciones cognitivas de las personas. El personal médico puede también presentar alteraciones en la salud como se mencionó anteriormente (Short y Pearson, 2011, p. 1).

Por otra parte, los efectos negativos de la contaminación acústica en los pacientes pueden generar diversos problemas de salud, que se procederá a listar a continuación:

- Desórdenes del Sueño: Siendo éste el más común y recurrente de los problemas que presentan los pacientes expuestos a ruidos molestos.
- Respuesta Cardiovascular: Considerando que el ruido puede alterar los ritmos normales del corazón, esto representa un riesgo de alta prioridad en pacientes que sufren de problemas cardíacos.
- Actividad Gástrica: A pesar de ser un efecto muy poco estudiado, se tiene evidencias que demuestran que la exposición prolongada a ruido puede generar alteraciones en la actividad gástrica de pacientes que sufren problemas relacionados al sistema digestivo.
- Remediación de Heridas: Se tiene constancia que la presencia de ruido disminuye la capacidad de curación de heridas en animales y es posible considerar que estos efectos puedan reflejarse en las personas; aunque la respuesta de los humanos frente al ruido es más compleja que la de los animales.

El ruido al que se encuentran expuestas aquellas personas que laboran en los hospitales y los pacientes que se encuentran temporalmente en los mismos es un riesgo determinante del bienestar y capacidad de recuperación de las personas (Hsu et al, 2012, pp. 302-6).

Es de suma importancia identificar las fuentes generadoras del ruido y conocer los métodos de supresión de las mismas en caso de provenir del interior de las instalaciones. Sin embargo, si las fuentes generadoras del ruido provienen del exterior, se debe realizar un análisis más detallado al respecto y emparejar los resultados junto con la normativa vigente en la zonificación pertinente.

1.3.2 Zonificación Urbana

Según Thomas (2013), la zonificación es el control que brindan las autoridades de un área sobre el uso del suelo y las edificaciones que se encuentren dentro de dicha área. Para ello, se divide el territorio en zonas dentro de las cuales se permiten diferentes usos y actividades.

La zonificación urbana específicamente se refiere al proceso mediante el cual las comunidades intentan y/o designan cambios y desarrollos en el entorno físico en el que se encuentran. El objeto de esta planificación es el entorno físico, el cual involucra al suelo y los usos que se le da al mismo, incluyendo todo lo que exista de manera tangible sobre y por debajo de la superficie del suelo (Simmins, 2015).

El entorno físico está comprendido de elementos naturales y de construcciones humanas. El objetivo de la zonificación es integrar un balance entre ambos elementos, para lo cual se toma en cuenta las relaciones e interacciones que se desarrollan en un mismo entorno. La zonificación o planificación zonal busca proteger a los entornos naturales que se ven afectados por las actividades humanas y a su vez protege la integridad de las personas frente a las condiciones naturales adversas para el bienestar humano; por lo tanto, la zonificación debe imponer un orden deliberado (Simmins, 2015).

Generalmente, la zonificación de un territorio se encuentra a cargo de los gobiernos locales como países o municipios; sin embargo, pueden existir regiones en que esto no sea así.

La zonificación urbana se constituye generalmente en tres categorías en las cuales se dividirá al territorio. Estas categorías son: zona residencial, zona comercial y zona industrial (ASPO, 1953). En ocasiones, se incluye subdivisiones a estas zonas con el fin de designar sitios exclusivos para usos de suelo específicos como escuelas, parques y hospitales. El propósito principal de categorizar las diferentes zonas, es el de regular las actividades y posibilidad de construcciones que tienen cada una de ellas, en relación al plan de desarrollo propuesto por las autoridades de cada región.

1.3.3 Zonificación y Hospitales

Se conoce como Hospital a todo establecimiento sanitario o institución que provee servicios médicos y de salud para pacientes de forma interna y se encarga del cuidado de aquellas personas enfermas o heridas. El hospital puede contar con áreas de laboratorios, atención ambulatoria, áreas de entrenamiento o prácticas médicas y las oficinas.

En tiempos medievales, las personas con enfermedades contagiosas eran llevadas hacia las afueras de los centros poblados con el fin de aislarlos del resto de la población. Eventualmente, los centros de salud para aquellas personas se construyeron a las afueras de la ciudad, lo que representaba un beneficio mutuo para la sociedad, los encargados del cuidado de los pacientes y para las personas afectadas por la enfermedad. Sin embargo, con el avance de la ciencia, tecnología y apoyados por la religión; los centros de salud y hospitales fueron integrados a las ciudades. A pesar de esto, en tiempos modernos, algunos centros de salud especiales se encuentran en lugares alejados de las ciudades con el fin de evitar el contacto de los pacientes con factores del medio externo como el ruido, las actividades productivas y de transporte, entre otras (Sociedad Americana de Oficiales de Planificación, 1953).

Los Hospitales influyen y son influenciados por la unión de los aspectos demográficos, epidemiológicos, económicos y socio-culturales dentro de los cuales operan (MAPS). Los Hospitales forman parte activa de la sociedad y ocupan un espacio físico en los centros urbanos, por lo que éstos deben cumplir con las disposiciones emitidas por parte de los organismos de control y regulación del territorio, cumpliendo así con los reglamentos de la zonificación del territorio. Sin embargo, los hospitales son centros de recuperación y descanso de personas convalecientes y por lo tanto la zonificación debe otorgar las garantías necesarias para que estas instituciones funcionen de manera adecuada sin la intervención de agentes y/o factores externos, o ajenos a las actividades que se desarrollan dentro de dichas instituciones.

Dentro de los parámetros de consideración al momento de implementar una zonificación para hospitales, se debe tener en cuenta la accesibilidad, disponibilidad de servicios básicos, orientación de la edificación, costos y posibles molestias. Éste último parámetro es de importancia debido a que un hospital no debe estar expuesto a ruido y contaminación auditiva como las generadas por autopistas, vías de tren, vías principales de circulación de autos, industrias y zonas de entretenimiento. Del mismo modo se debe buscar la reducción de exposición de los hospitales a contaminación atmosférica y condiciones de insalubridad (ASPO, 1953).

Dichas molestias deben ser consideradas al momento de ubicar al hospital en la zona destinada para el mismo y se debe planificar y proyectar el desarrollo de zonas aledañas para que, durante el tiempo de permanencia del hospital, las molestias mencionadas no se hagan presentes y se vuelvan un problema de salud pública y de contaminación ambiental.

1.3.4 Zonificación del Distrito Metropolitano de Quito

De acuerdo con la Ordenanza de Zonificación No. 008 (2003, pp. 27-28), se asignan los usos principales del suelo en concordancia con la Clasificación

General de Usos de Suelo que establece el Título I del Libro II del Código Municipal. Los usos designados son: Residencial, Múltiple, Industrial y de Equipamiento.

Las zonas mencionadas tienen sus propias definiciones en las que se especifican las actividades, usos y regulaciones para cada una de ellas. Dentro de esta zonificación específica, los hospitales se ubican dentro de las zonas de equipamiento. Estas zonas se refieren a aquellas destinadas a actividades e instalaciones que generen ámbitos, bienes y servicios que posibiliten la recreación, cultura, salud, educación, transporte, servicios públicos e infraestructura. De acuerdo con dicha definición y establecido en el plan de uso y ocupación del suelo, los hospitales y centros de salud, pertenecen a las zonas de equipamiento de servicios sociales (Ordenanza No. 008, 2003, p. 32)

Existen normas que regulan las actividades, uso y manejo que se permiten en las diferentes zonas con el fin de ejercer un control regulatorio sobre las mismas.

Estas normativas que rigen las condiciones ambientales del país (TULSMA) y del DMQ (Resolución No. 0002), establecen que en las zonas de equipamiento, también conocidas como zonas hospitalarias y educativa, los niveles de ruido máximos permisibles no deben superar los 45 dBA durante el día y los 35 dBA durante la noche.

El Plan de Desarrollo Local del DMQ (2011) establece que los habitantes de Quito perciben a la contaminación ambiental como el tercer problema más importante del DMQ, detrás de la seguridad y la movilidad. De acuerdo a la Secretaría de Ambiente, el 15% de la ciudadanía percibe al ruido como el tercer problema ambiental más importante en el DMQ, dado que en 7 de las 8 administraciones zonales se superan los 65 decibeles permitidos.

Considerando los datos entregados anteriormente, se considera que las zonas de equipamiento y de manera específica los hospitales del DMQ son vulnerables frente a la contaminación acústica que se genera en la ciudad debido a la exigua planificación urbana y a los escasos controles ambientales.

1.4 Fuentes de Generación

La contaminación auditiva es un serio problema ambiental en muchas áreas urbanas (Mangalekar, Jadhav y Raut, 2012, p. 65).

Existen varios factores que intervienen en la cantidad de contaminación auditiva que existe en una ciudad o centro urbano; en el cual se identifica fuentes y causas que puedan ocasionar ruidos molestos. Es importante tener en cuenta que cada sitio específico cuenta con sus propias características como la topografía del territorio y la topología de las edificaciones, las cuales afectarán a la generación de ruido por zonas y a la expansión del mismo.

El ruido se ha vuelto una forma de contaminación creciente, omnipresente y en muchos casos ignorada (Narendra y Davar, 2004, p. 181) De acuerdo con Berglund y Lindvall (1995), el tráfico automotriz, los aviones, camiones de carga pesada, construcciones, procesos de manufactura y cortadoras de césped son algunos de las mayores fuentes de sonidos indeseados en el ambiente urbano.

Según las Guías de Ruido en la Comunidad realizado por Berglund, Lindval y Schwela (1999), para la OMS, las fuentes más significativas de ruido en las ciudades incluyen las siguientes, que serán explicadas con mayor detalle a continuación:

- Ruido de maquinarias, plantas industriales y mecanizadas
- Ruido de transportación; que incluye al tráfico automotriz, tráfico aéreo y tráfico ferroviario.
- Ruido de construcción, obras públicas y ruidos de actividades militares.
- Ruidos domésticos y actividades comerciales
- Ruidos de actividades de recreación

Ruido de Maquinarias, Plantas Industriales y Mecanizadas.-

Los problemas causados por el ruido industrial en las ciudades se deben principalmente a la expansión urbanística y por consiguiente al acercamiento de las zonas residenciales y comerciales hacia las zonas industriales. Los procesos industriales y las operaciones con maquinarias emiten niveles de sonido que son incompatibles con las actividades que se desarrollan en el tejido urbano y por eso se debe procurar planificar la ubicación de zonas industriales y encontrar métodos de reducción de niveles de ruido.

Ruido de Transportación.-

Tráfico Automotriz: El ruido producido por la circulación vehicular se ha convertido en uno de los contaminantes más importantes en las ciudades desarrolladas y en desarrollo. De las fuentes de ruido urbano, los vehículos motorizados son responsables del 70% aprox. del ruido presente en las ciudades (Platzer et al, 2007, p. 122).

La educación cívica de las personas se convierte en un factor determinante debido al abuso de las bocinas de los autos, la desinstalación de los silenciadores de escapes de automóviles y motocicletas y el mal estado en general de los vehículos, especialmente en el transporte público, generan mayor contaminación auditiva. Las condiciones de las vías, la señalización y el acceso de autos a las mismas influyen directamente en la emisión de ruido. (Alonso, 2003, pp. 77-8)

Tráfico Aéreo: La presencia de aeropuertos dentro de las urbes genera niveles de contaminación ambiental elevados para toda la población de la ciudad. Inclusive cuando los aeropuertos se hallen lejos de la ciudad, la ruta de viaje que siguen los aviones por sobre las ciudades aún genera molestias. El incremento de personas que viajan por este medio, el transporte de mercancía y la necesidad de mejorar los equipos de propulsión para aumentar la capacidad de transporte de este medio, genera como consecuencia niveles de contaminación acústica elevados.

Tráfico Ferroviario: En ciudades desarrolladas en donde una parte representativa de la población usa este medio de transporte para trasladarse de un sitio a otro, se puede generar niveles de contaminación auditiva elevados, debido a que los trenes o metros, suelen atravesar las ciudades en estructuras como túneles o puentes. Dichas estructuras amplifican el sonido generado por el movimiento del tren y generan molestias a las personas y edificaciones aledañas por el ruido y las vibraciones generadas.

Ruido de Construcción, Obras Públicas y Actividades Militares.-

Las construcciones en las ciudades son necesarias para poder dar lugar a las personas que habitan en las mismas. Debido al incremento de población en grandes ciudades, se empiezan obras públicas con el fin de abastecer a la población de servicios básicos y de acceso a diferentes lugares. El ruido generado por dichas construcciones y obras es percibido por la población como contaminación auditiva, debido a que la maquinaria usada no es silenciada de manera adecuada. Sin embargo, estos ruidos son amortiguados con las actividades diarias de la ciudadanía, ya que por lo general, se los realiza durante el día y se detienen por la noche.

Ciertas actividades militares pueden ser consideradas como fuentes emisoras de ruido. Por lo general, cuando se realizan pruebas de armamentos, vehículos como helicópteros, camiones y aviones de guerra o simplemente algún acto cívico que disponga de actividades como marchas, procesiones o alguna forma de generación de sonido.

Ruidos Domésticos y Actividades Comerciales.-

Las actividades realizadas dentro del hogar de una persona afecta directamente a sus vecinos. Comúnmente, el uso de equipos electrónicos como máquinas lavadoras, secadoras, equipos de sonido, máquinas cortadoras de césped entre otros, puede causar molestias si se realiza un uso excesivo de las mismas.

Las actividades comerciales son necesarias en la ciudad, pero en muchas ocasiones, las personas abusan de los equipos amplificadores para mejorar atraer la atención de las personas. Los locales como bares y discotecas generan contaminación auditiva que es muy significativa debido a que dichos establecimientos laboran principalmente en horarios nocturnos, causando molestias a las personas que desafortunadamente viven cerca de estos negocios.

Ciertos locales comerciales suelen contar con amplios parqueaderos, que albergan grandes cantidades de autos, generando ruido por la circulación vehicular. Dichos locales suelen contar con generadores eléctricos que proveen de energía a las instalaciones del local y a su vez emiten sonidos en niveles altos. Por otro lado se tiene la entrada y salida de personas a centros comerciales y la presencia de muchas personas en un mismo sitio genera ruido a los alrededores.

Ruidos de Actividades de Recreación.-

Toda ciudad cuenta con centros de recreación como parques, estadios y coliseos. Las actividades que se pueden encontrar en dichos lugares generan niveles de ruido que afectan directamente a la ciudad. En el caso de los parques, los niveles de ruido no son significativos en comparación con fuentes mencionadas anteriormente. Sin embargo, en el caso de estadios y coliseos, la situación es muy diferente. Estas instalaciones están contempladas para abarcar un gran número de personas con el fin de presenciar algún tipo de evento deportivo o acto musical. Cuando se trata de conciertos al aire libre, existe una afectación directa a las construcciones aledañas al sitio en donde se desarrolla el evento. La generación de ruido durante estos eventos se puede apreciar antes, durante y después de ocurrido el suceso, creando así una cadena de contaminación auditiva que dura por lo menos, medio día.

Sin embargo, es importante recalcar que dichos eventos no se realizan con mucha frecuencia y que los niveles de ruido presentes durante un determinado evento, serán diferentes en otras ocasiones.

Existen otros tipos de fuentes emisoras de ruidos como alarmas y sirenas que no han sido consideradas fuentes importantes de contaminación auditiva debido a su carácter intermitente que impide una identificación precisa de la afectación por dichos ruidos.

En el caso específico del Distrito Metropolitano de Quito, se ha verificado que las fuentes principales de emisión de ruido son los vehículos de transporte público y privado. Esta situación empeora debido al crecimiento vehicular de la ciudad, cerca del 7.4% anual y la preferencia de la población por el transporte privado. Se ha comprobado de igual manera que el uso indiscriminado de los dispositivos sonoros y un 42% de las fuentes fijas de emisión, incumplen con las normativas de control de ruido (DMQ, 2011).

1.4.1 Fuentes de Ruido con Afectación Directa a Hospitales

Las fuentes de afectación directa hacia los establecimientos de salud pueden ser clasificadas en dos categorías: internas y externas.

Dentro de las fuentes internas de generación de ruido se pueden encontrar equipos de ventilación y aire acondicionado, alarmas, teléfonos, monitores de ritmo cardíaco, radio, televisión y las actividades generales del hospital como visitas familiares y actividades médicas.

Entre las fuentes externas de ruido que pueden afectar directamente a los hospitales se encuentran el ruido de tráfico, actividades comerciales cercanas y sirenas de ambulancias o autos de policías (Short y Pearson, 2011, p. 1).

1.5 Mecanismos de Control y Regulación

1.5.1 Normativa Legal

El control de la calidad ambiental en una ciudad o área urbana es responsabilidad de los gobiernos locales o municipalidades. Para la identificación y cuantificación de los contaminantes ambientales, se deben establecer normativas, ordenanzas u otros documentos de carácter legal aplicativo, cuya función sea la de facilitar a las autoridades de control el reconocimiento de la presencia de contaminación y los límites a los que debe regirse la misma (Alonso, 2003, p. 91).

Normalmente, las normas internacionales de control de contaminación acústica se encuentran relacionadas directamente con la zonificación urbana y el uso de suelo en las ciudades. Esto con el fin de establecer límites de ruido que se consideren admisibles dentro de las diferentes áreas urbanas y tomando en cuenta las actividades que se llevan a cabo dentro de las mismas.

El Distrito Metropolitano de Quito, se apoya en normas internacionales para la generación de normativas locales bajo las cuales se aplicará el control de la contaminación ambiental en la ciudad.

La Resolución No. 002 del DMQ (2008), que expide las Normas Técnicas de Prevención y Control del Medio Ambiente. Dentro de las normas, se establece un control de ruido que se clasifica por la zonificación mencionada en el inciso 1.3 y establece una tabla de valores permitidos según el tipo de fuente emisora como se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1. Niveles Máximos Permitidos Según Uso de Suelo

TIPO DE ZONA SEGÚN EL USO DEL SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE: NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
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:

- ⁽¹⁾ 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.
- ⁽²⁾ Corresponde a áreas de centralidad en las que coexisten residencia, comercio, industria de bajo y mediano impacto, servicios y equipamientos compatibles o condicionados.
- ⁽³⁾ Industria de tipología de mediano impacto ambiental.
- ⁽⁴⁾ Industria de tipología de alto impacto, peligrosa y mixta.

El Libro VI, Anexo 5 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, TULSMA, establece de la misma manera los límites permisibles de ruido según la zonificación y el uso de suelo.

Tabla 2. Niveles Máximos Permitidos (TULSMA)

NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR		
Uso de suelo	L _{Keq} (dB)	
	Periodo Diurno	Periodo Nocturno
	07:01 hasta 21:00 horas	21:01 hasta 07:00 horas
Residencial (R1)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65

Como se puede apreciar, las normativas que rigen las condiciones ambientales del país (TULSMA) y del DMQ (Resolución No. 0002), establecen límites permisibles para la contaminación acústica en la ciudad, con énfasis en las zonas de equipamiento y protección, también llamadas hospitalarias y educativas. Estas normas, procuran mantener la calidad ambiental y la calidad de vida de las personas para que exista un equilibrio y armonía en las zonas urbanas.

1.5.2 Métodos de Verificación

Los niveles de exposición sonoras requieren ser medidos para conocer su valor en cifras numéricas. Estas mediciones muestran un valor representado en decibeles ponderados, (dBA) que es la unidad de medición del sonido. Al realizar varias mediciones, se puede obtener un promedio del nivel de presión sonora que se encuentra presente en un punto determinado. Aplicando el mismo principio en diferentes lugares, se puede generar información de los niveles de ruido presentes en áreas extensas como habitaciones, edificaciones, calles hasta ciudades enteras.

En el año 2000, la Unión Europea generó políticas de control y gestión de la contaminación auditiva en las que se incluyó la realización de evaluaciones a poblaciones expuestas al ruido mediante la realización de mapas de ruido de carreteras y vías principales así como también de ciudades y centros urbanos con más de 100 mil habitantes (Directiva 2002/49/CE).

En base a los mapas de ruido generados, se busca generar e implementar planes de acción para reducir los niveles peligrosos de ruido que incluyen medidas preventivas y correctivas respecto a la generación de contaminación acústica en las ciudades.

La gestión integral de la contaminación acústica en ciudades debe considerar la exposición de las personas al ruido, la planificación de sistemas de transporte, la instalación de estaciones de monitoreo y control de ruido, medidas de prevención y mitigación de ruido así como la evaluación de dichas medidas.

2. Casos de Estudio

2.1 Hospital Carlos Andrade Marín

Este establecimiento de salud se encuentra en la parroquia San Juan, en el barrio Miraflores Bajo en las coordenadas UTM 777764.53 Este - 9977307.33 Sur. El edificio cuenta con cuatro vías a su alrededor. Al norte se encuentra la calle 18 de Septiembre, al sur la calle Portoviejo, al este la calle Ayacucho y al oeste la Avenida Universitaria. Las calles 18 de Septiembre y Ayacucho cuentan con un carril para tránsito de vehículos y son calles de un solo sentido mientras que la calle Portoviejo, con dos carriles y la Avenida Universitaria, con seis, son vías de dos sentidos. El hospital cuenta con tres parqueaderos dentro de los predios del mismo. El hospital cuenta con un cerramiento de piedra de una altura de 1,50 metros y barras metálicas que alcanzan los 3.5 metros. El edificio se encuentra rodeado de casas y edificaciones en las direcciones norte, sur y este. Al norte del mismo se encuentra la calle Bolivia y al Este la Avenida América, ambas de importancia por el flujo de vehículos que circulan por las mismas.

En la figura 3, se observa el predio del hospital delimitado por la línea de color verde y la edificación del hospital se encuentra resaltada en color rojo.



Figura 3. Ubicación del Hospital Carlos Andrade Marín
(Adaptado de: Secretaría de Planificación, s.f)

2.2 Hospitales Eugenio Espejo – Isidro Ayora

Ambos establecimientos de salud se encuentran adyacentes entre sí y se considera la zona de estudio para ambos, como una sola zona de estudio. Los hospitales se encuentran en la parroquia Itchimbía en el Barrio el Dorado en las coordenadas UTM 778395.16 Este - 99776214.96 Sur. El Hospital Eugenio Espejo se encuentra en dirección este y el Hospital Isidro Ayora en dirección Oeste. Ambos edificios se encuentran al sureste de la Avenida Gran Colombia. Al Este se encuentra la calle Yaguachi y al Oeste la calle Luis Sodiro. La avenida Gran Colombia cuenta con seis carriles en ambas direcciones noreste-suroeste. Directamente frente al Hospital Eugenio Espejo se encuentra una estación de Metro Bus en la avenida Gran Colombia y la Asamblea Nacional del Ecuador. Las calles Yaguachi y Luis Sodiro cuentan con dos carriles cada una, en dos sentidos, Noroeste-Sureste. El Hospital Eugenio Espejo cuenta con un parqueadero que colinda con la calle Yaguachi y el Hospital Isidro Ayora cuenta con un estacionamiento en la parte posterior. Existe un parqueadero adicional en la calle Yaguachi. Ambos Hospitales se encuentran rodeados de viviendas y edificios en cada extremo de las calles. En dirección sur, se encuentra el centro de exposiciones Eugenio Espejo.

El Hospital Eugenio Espejo se encuentra sobre una elevación de 6 metros sobre el nivel de calle; el cerramiento externo en dirección norte es de 4 metros y el cerramiento interno de 2 metros. En la dirección este, el cerramiento es de 60 centímetros.

El Hospital Isidro Ayora se encuentra a una elevación de 4 metros sobre el nivel de calle y cuenta con un cerramiento interno de 2 metros en dirección norte y oeste.

En la figura 4, se puede observar ambos hospitales. El hospital Eugenio Espejo se encuentra resaltado en color azul y el hospital Isidro Ayora en color rojo.

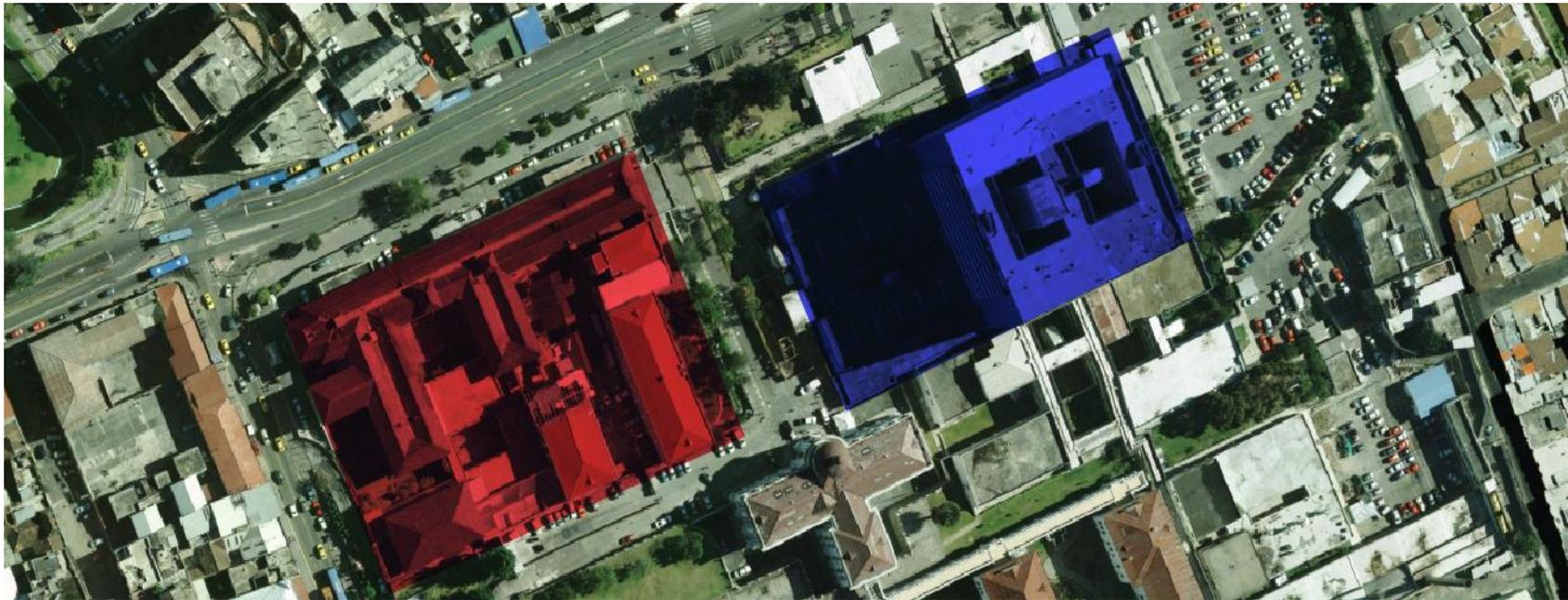


Figura 4. Ubicación de Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora
(Adaptado de: Secretaría de Planificación, s.f)

2.3 Hospital Gonzalo González

Este establecimiento de salud se encuentra en la parroquia Itchimbía, en el barrio 12 de Octubre Vicentina Baja en las coordenadas UTM 780048.69 Este - 9975951.02 Sur. El edificio cuenta con dos vías a su alrededor. Al Oeste se encuentra la calle Antonio Sierra y al Sur la calle Pablo Guevara. Ambas calles cuentan con dos carriles en dos sentidos. El hospital cuenta con un parqueadero dentro de los predios del mismo y un cerramiento de piedra de una altura de 4 metros. La institución se encuentra al borde de la quebrada del Río Machángara, la cual se encuentra en dirección Este del mismo. En dirección norte se encuentran terrenos baldíos así como pequeñas residencias. En las direcciones Oeste y Sur, se encuentran varias edificaciones residenciales.

En la figura 5, se presenta los límites del predio del hospital enmarcados en negro y los edificios principales del hospital, resaltados en color verde.



Figura 5. Ubicación de Hospital Gonzalo González

(Adaptado de: Secretaría de Planificación, s.f)

3. Metodología

3.1 Conceptualización de variables

El estudio parte de la selección de los sitios en los que se procede a analizar los niveles de contaminación acústica. Para ello se considera de manera referencial las ocho Administraciones Zonales en las que se encuentra dividido el DMQ.

Tabla 3. División Zonal del Distrito Metropolitano de Quito

Administraciones Zonales y Parroquias Urbanas

Manuela Sáenz	Puengasí	Eloy Alfaro	La Magdalena	
	Centro Histórico		Solanda	
	La Libertad		La Argelia	
	Itchimbía		La Ferroviaria	
	San Juan		San Bartolo	
	Mariscal Sucre		Chilibulo	
Eugenio Espejo	Belisario Quevedo		Calderón	Cimbacalle
	Iñaquito			La Mena
	Rumipamba			Comité del Pueblo
	Jipijapa		Carcelén	
	Cochapamba		Ponciano	
	Concepción		Quitumbe	Guamaní
	Kennedy	Turubamba		
	Cotocollao	La Ecuatoriana		
El Inca	Quitumbe			
Los Chillos	(Parroquias Rurales)	La Delicia	Chillogallo	
Tumbaco	(Parroquias Rurales)		El Condado	

El segundo parámetro para la determinación del lugar de estudio es la ubicación de hospitales públicos en referencia a la división previamente establecida. De esta manera, se elige la administración Zonal Manuela Sáenz, también llamada Zona Centro como el área de interés para el estudio debido a la presencia mayoritaria de hospitales públicos, distribuidos entre las parroquias de San Juan e Itchimbía.

El estudio se limita a aquellos hospitales públicos que son administrados por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador, por lo cual se establecen cuatro instituciones:

1. Hospital Carlos Andrade Marín
2. Hospital Gineco Obstétrico Isidro Ayora
3. Hospital de Especialidades Eugenio Espejo
4. Hospital Dermatológico Gonzalo González

3.2 Levantamiento de Datos y Registros In Situ

Con el fin de obtener una base de datos de referencia respecto a los niveles de presión sonora presentes en los sitios determinados para el estudio, se realizaron mediciones de ruido con el fin de registrar dichos niveles al igual que una identificación de variables de flujo de tráfico, con el propósito de validar los datos obtenidos en el modelamiento o simulación.

Un pre-requisito para empezar las mediciones en los sitios de estudio, es la realización de un reconocimiento de los lugares que potencialmente servirán para empezar los registros. En cada uno de los sitios designados, se identificaron las calles y avenidas aledañas a los edificios que son objeto de estudio con el fin de identificar posibles fuentes de generación significativa de ruido. Posteriormente, se designan los puntos críticos, los cuales serán los lugares en donde se realizarán las mediciones de presión sonora.

Las mediciones fueron realizadas a partir del día 31 de Agosto y culminaron el 15 de Septiembre de 2015, excluyendo los fines de semana. La jornada durante la cual se realizaron las mediciones diarias, fue partir de las 6:00 hasta las 00:00. La jornada de 18 horas fue dividida en tres jornadas de 6 horas, con lo cual se obtuvo la siguiente distribución:

- Jornada Diurna: 6:00 - 12:00
- Jornada Tarde: 12:00 - 18:00
- Jornada Nocturna: 18:00 - 00:00

Los puntos seleccionados en los sitios de estudio fueron los siguientes:

Hospital Eugenio Espejo - Hospital Isidro Ayora: (Ver Figura 6.)

- Avenida Gran Colombia - Frente Eugenio Espejo
- Calle Luis Sodiro
- Calle Yaguachi

Hospital Gonzalo González: (Ver Figura 7.)

- Calle Antonio de Sierra - Dirección Norte
- Calle Antonio de Sierra - Dirección Oeste
- Calle Pablo Guevara

Hospital Carlos Andrade Marín: (Ver Figura 8.)

- Avenida América
- Avenida Universitaria
- Calle 18 de Septiembre
- Calle Bolivia
- Calle Portoviejo

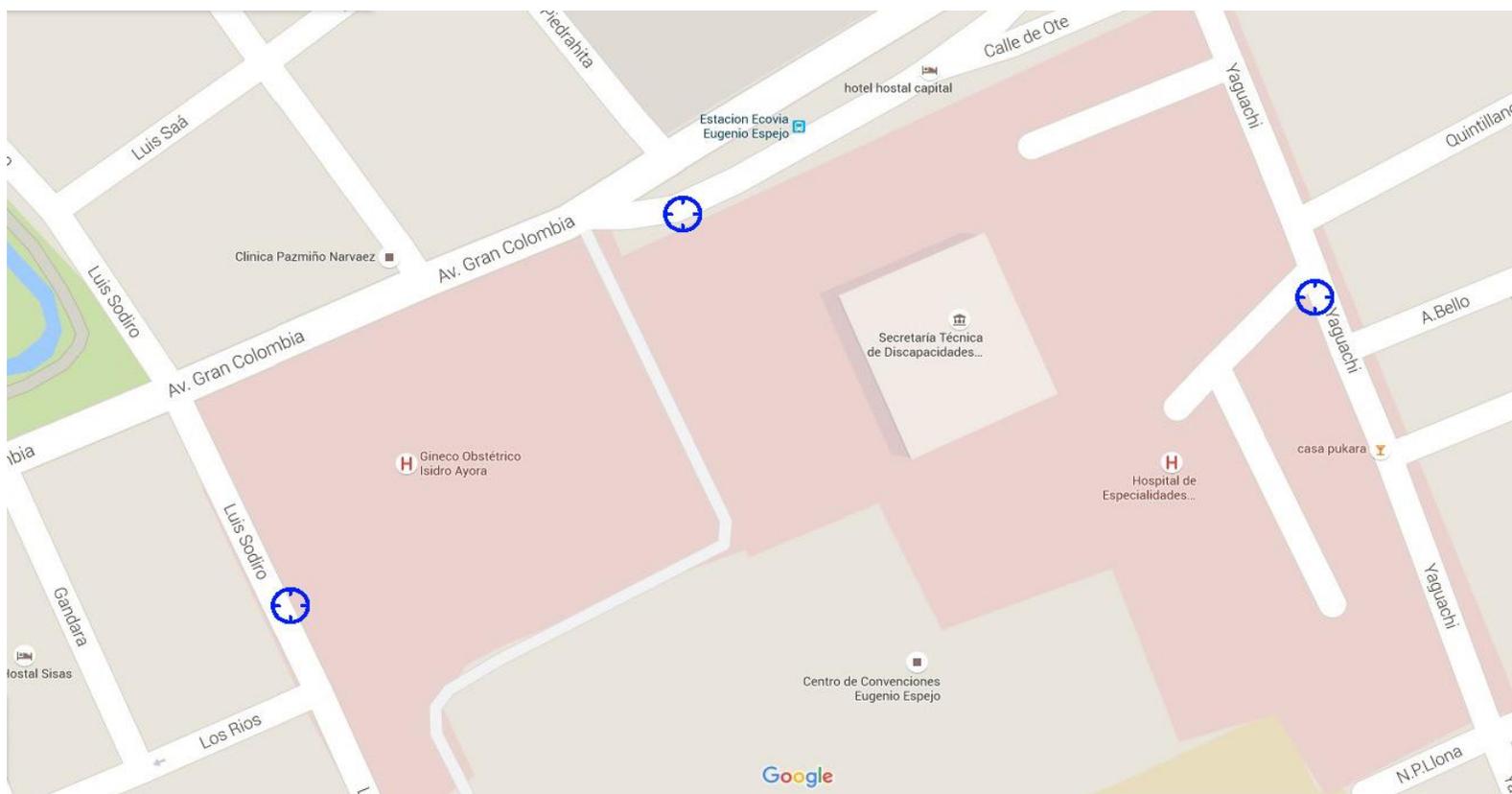


Figura 6. Mapa de Ubicación de Puntos de Medición Eugenio Espejo - Isidro Ayora
(Adaptado de: Google Maps, s.f)



Figura 7. Mapa de Ubicación de Puntos de Medición Gonzalo González
(Adaptado de: Google Maps, sf)

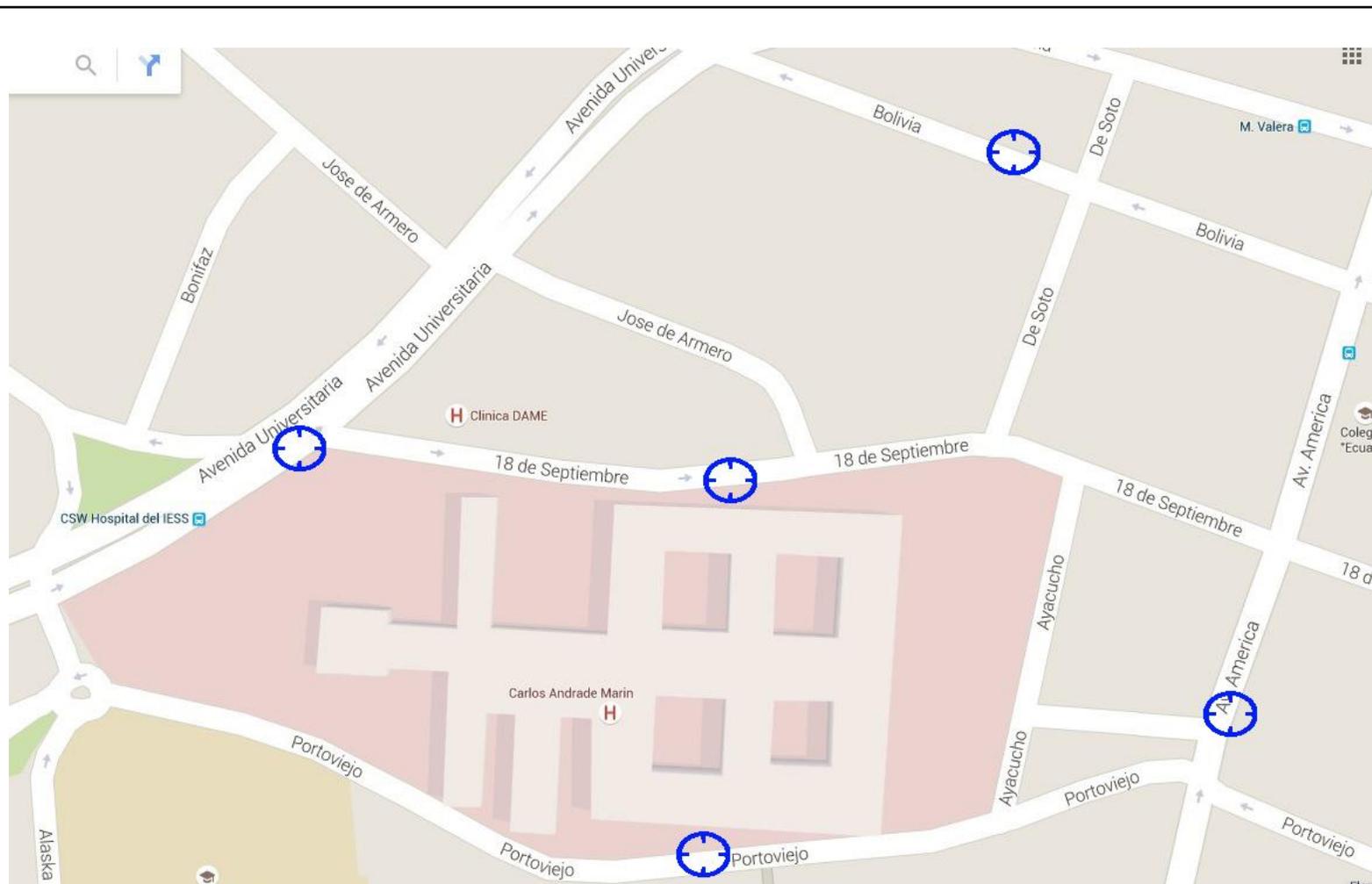


Figura 8. Mapa de Ubicación de Puntos de Medición Andrade Marín
(Adaptado de: Google Maps, s.f)

Se realizaron cinco mediciones por jornada en cada uno de los puntos anteriormente mencionados en diferentes horarios, con lo cual se obtuvo un total de 15 mediciones por cada punto. El tiempo de duración de cada medición fue de 20 minutos durante los cuales se realizó el respectivo conteo y diferenciación de automóviles que transitan por los puntos escogidos. El equipo utilizado para las mediciones fue un sonómetro integrador tipo 2, marca NTI-Audio, modelo XL2; los mismos que se encontraban verificados a través de un calibrador de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Para la realización de cada una de las mediciones, se colocó el instrumento de medición en las aceras inmediatas a las calles y avenidas indicadas, procurando ubicar el equipo en el mismo sitio de medición durante todas las repeticiones.

3.3 Modelamiento Digital del Comportamiento Acústico

Para la realización del mapa digital de contaminación acústica, se utiliza el software, SoundPLAN, en su versión 6.3. SoundPLAN es un software desarrollado por la compañía alemana SoundPLAN GmbH, con sede en Backnang, Stuttgart; Alemania. El programa tiene la capacidad de evaluar módulos de contaminación de aire y contaminación acústica, con resultados que incluyen proyecciones de contaminación así como mapas de ruido y modelos 3D (Hadzi-Nikolova, et al, 2012, p. 38).

Con el fin de generar un modelo digital del comportamiento acústico, se requiere ingresar los siguientes datos al software:

- Curvas de Nivel de las áreas de estudio con información de alturas
- Imágenes satelitales de referencia
- Datos generales de edificaciones en lugares de estudio
- Datos de calles y/o avenidas como ancho y número de carriles
- Flujo vehicular con información de velocidad de circulación y porcentaje de vehículos pesados

El procedimiento para realizar el modelo empieza con el ingreso de las curvas de nivel al software. Una vez realizado esto, se procede a generar el modelo digital del terreno, el mismo que consiste en una representación digital de la topografía presente en los lugares designados.

El siguiente paso es añadir una imagen satelital del área de estudio, la misma que puede ser georeferenciada dentro del programa, para obtener una mayor precisión en el modelo.

Posteriormente se construyen las representaciones digitales de las edificaciones, sobre el modelo digital previamente construido, mediante el ingreso de los datos generales de las mismas y con el apoyo visual de las imágenes de referencia. Dentro de los datos generales, se deben incluir el área de las edificaciones, su altura y la uniformidad de las superficies. Adicionalmente se debe también construir los cerramientos correspondientes a cada una de las edificaciones, en caso de existir cerramientos. Para la construcción de los cerramientos se debe conocer únicamente la extensión y altura de los mismos.

Como último paso dentro de la construcción primaria del modelo digital, se deben ingresar los datos correspondientes a las calles y/o vías aledañas a los sitios de estudio. Dentro de los datos que se ingresarán constan: la direccionalidad de las vías, el número de carriles, la presencia o ausencia de parterres, el promedio de vehículos por hora que transitan en cada una de las vías con un respectivo porcentaje de vehículos pesados respecto al total establecido. Adicionalmente, y en caso de ser necesario, se deben introducir los datos de ubicación de semáforos, actividad y capacidad de parqueaderos presentes en los sitios de estudio.

Para la modelación del comportamiento acústico, se configura al programa para hacer uso de la directriz RLS 90, la misma que es usada para la protección del ruido en carreteras mediante el cálculo de niveles de ruido en

base a las condiciones de las carreteras y al flujo vehicular. Se escogió la directriz RLS90 en base a un estudio previo en el cual se determinó que esta directriz presenta una mayor compatibilidad con los resultados obtenidos por mediciones en el DMQ, así como también una mejor representación de las predicciones y modelos generados por el programa (Guarderas, 2011). La RLS90 divide al día en dos jornadas: diurna a partir de las 6 am hasta las 10pm y nocturna desde las 10pm hasta las 6am.

4. Análisis de Resultados

4.1 Tabulación de Datos de Mediciones In Situ

Mediante las mediciones de ruido en los sitios determinados de estudio se verificó las magnitudes de presión sonora equivalente con ponderación A (LAeq), en diferentes horarios, arrojando de este modo los siguientes resultados:

4.1.1 Hospital Carlos Andrade Marín

Tabla 4. Magnitudes de presión sonora y variables en punto de medición Avenida Universitaria:

Jornada	LAeq	Intervalo	Total de Vehículos
Día	72.1 dB(A)	7:06 - 12:12	11466
Tarde	72.3 db(A)	13:35 - 16:38	13158
Noche	70.5 dB(A)	19:05 - 23:47	8532

Tabla 5. Magnitudes de presión sonora y variables en punto de medición Calle 18 de Septiembre:

Jornada	LAeq	Intervalo	Total de Vehículos
Día	66 db(A)	06:05 - 12:37	4968
Tarde	66.1 dB(A)	12:24 - 17:35	5004
Noche	61.6 dB(A)	19:31 - 00:14	2286

Tabla 6. Magnitudes de presión sonora y variables en punto de medición Calle Portoviejo:

Jornada	LAeq	Intervalo	Total de Vehículos
Día	62.8 dB(A)	07:07 - 11:45	1782
Tarde	63.6 dB(A)	13:16 - 17:05	1476
Noche	58.4 dB(A)	18:36 - 23:23	666

Tabla 7. Magnitudes de presión sonora y variables en punto de medición Avenida América:

Jornada	LAeq	Intervalo	Total de Vehículos
Día	70.7 dB(A)	06:04 - 11:45	8838
Tarde	72.5 dB(A)	12:49 - 15:05	10908
Noche	67.4 dB(A)	19:42 - 23:00	4050

Tabla 8. Magnitudes de presión sonora y variables en punto de medición Calle Bolivia:

Jornada	LAeq	Intervalo	Total de Vehículos
Día	75.8 dB(A)	06:33 - 11:11	5508
Tarde	72.8 dB(A)	12:00 - 16:57	5670
Noche	69.6 dB(A)	18:03 - 00:39	4122

4.1.2 Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora

Tabla 9. Magnitudes de presión sonora y variables en punto de medición Avenida Gran Colombia:

Jornada	LAeq	Intervalo	Total de Vehículos
Día	75.6 dB(A)	06:39 - 11:41	8334
Tarde	76.4 dB(A)	11:59 - 17:56	8118
Noche	69.2 dB(A)	18:43 - 23:25	5166

Tabla 10. Magnitudes de presión sonora y variables en punto de medición Calle Yaguachi:

Jornada	LAeq	Intervalo	Total de Vehículos
Día	72.3 dB(A)	06:13 - 11:15	3708
Tarde	73.9 dB(A)	12:55 - 17:29	4302
Noche	68.7 dB(A)	18:09 - 22:34	3024

Tabla 11. Magnitudes de presión sonora y variables en punto de medición Calle Luis Sodiro:

Jornada	LAeq	Intervalo	Total de Vehículos
Día	68 dB(A)	07:04 - 12:16	5238
Tarde	68.5 dB(A)	12:25 - 18:20	4698
Noche	65 dB(A)	18:59 - 23:01	2358

4.1.3 Hospital Gonzalo González

Tabla 12. Magnitudes de presión sonora y variables en punto de medición Calle Pablo Guevara:

Jornada	LAeq	Intervalo	Total de Vehículos
Día	65 dB(A)	06:06 - 11:15	432
Tarde	66.4 dB(A)	12:58 - 16:39	324
Noche	58.3 dB(A)	17:28 - 23:13	216

Tabla 13. Magnitudes de presión sonora y variables en punto de medición Calle Antonio de Sierra (Oeste):

Jornada	LAeq	Intervalo	Total de Vehículos
Día	71.7 dB(A)	06:29 - 11:39	2250
Tarde	71.6 dB(A)	12:27 - 16:55	1548
Noche	62.8 dB(A)	18:11 - 22:50	1206

Tabla 14. Magnitudes de presión sonora y variables en punto de medición Calle Antonio de Sierra (Norte):

Jornada	LAeq	Intervalo	Total de Vehículos
Día	59.1 dB(A)	06:52 - 12:03	252
Tarde	62.5 dB(A)	12:04 - 17:27	306
Noche	54.8 dB(A)	18:34 - 22:58	180

A partir de los resultados obtenidos se puede establecer que los niveles de contaminación acústica en los sitios de estudio, se encuentran entre los 54 dB y los 77 dB. El registro más bajo se encuentra en el Hospital Gonzalo González en la Calle Antonio de Sierra, dirección norte en el horario nocturno, con 54.8 dB(A) y el registro más alto se encuentra en los Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora en la Avenida Gran Colombia, durante la jornada de la tarde con 76.4 dB(A).

En la mayoría de los casos, se puede apreciar una disminución considerable de los niveles registrados en la jornada nocturna en comparación con las jornadas día y tarde.

4.2 Datos Obtenidos en SoundPLAN

El software utilizado para la modelación digital del comportamiento acústico, es SoundPLAN v6.3; que entrega resultados en base a los datos ingresados en el programa. Estos datos reflejan los niveles de contaminación acústica en función de las variables de flujo de tráfico, propiedades de las vías y horarios de circulación. Para la obtención de datos, el programa realiza una extrapolación con los valores ingresados para las jornadas del día y la noche y a partir de ellos, entrega valores numéricos, los mismos que pueden ser validados por medio de los registros obtenidos en las mediciones in situ.

A continuación, se presentan las tablas, en las que se puede observar los datos entregados por el programa con base en las variables anteriormente mencionadas.

Tabla 15. Resultados Hospital Carlos Andrade Marín por SoundPLAN

Calle Avenida	dB(A) Día	dB(A) Noche	Total Autos Día	Total Autos Noche	% Pesados Día	% Pesados Noche	Vel. Prom. Autos Km/h	Vel. Prom. Pesados Km/h
Portoviejo	55.5	45.1	2880	168	1.3	0	50	50
Universitaria	69.8	59.7	29136	2496	13.3	2.9	65	45
18 de Septiembre	61.9	55	10224	1512	6.8	3.2	45	40
América	66.2	58.4	21312	1728	5.2	5.5	60	55
Bolivia	66.7	59.2	15792	1464	7.1	6.6	70	65

Tabla 16. Resultados Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora por SoundPLAN

Calle Avenida	dB(A) Día	dB(A) Noche	Total Autos Día	Total Autos Noche	% de Pesados Día	% de Pesados Noche	Vel. Prom. Autos Km/h	Vel. Prom. Pesados Km/h
Gran Colombia	68.2	59.7	19776	3192	16	4.5	50	50
Yaguachi	64.3	58.1	9696	1776	3.4	0	60	50
Luis Sodiro	60.2	52.6	10320	1176	2	0	40	30

Tabla 17. Resultados Hospital Gonzalo González por SoundPLAN

Calle Avenida	dB(A) Día	dB(A) Noche	Total Autos Día	Total Autos Noche	% de Pesados Día	% de Pesados Noche	Vel. Prom. Autos Km/h	Vel. Prom. Pesados Km/h
Pablo Guevara	53.9	45.7	912	168	8.2	0	50	50
Antonio de Sierra (Este)	60.5	56.1	4560	912	5.2	2.6	65	50
Antonio de Sierra (Norte)	46.6	44.5	624	192	0	0	40	N/A

Las tablas anteriores, indican la relación existente entre los niveles acústicos presentes en las diferentes vías de los hospitales motivo de estudio, con las propiedades de la circulación vehicular en las mismas. De ese modo, se consideran relevantes los datos de porcentaje de autos pesados que circulan por dichas vías, así como la velocidad promedio de los autos livianos y pesados en ellas. SoundPLAN separa estos valores para las jornadas diurna y nocturna, para evaluar situaciones en las que varía la sensibilidad de los receptores.

Los resultados entregados por el programa, determinan una relación directamente proporcional entre el porcentaje de vehículos pesados y la velocidad promedio de circulación para determinar un valor de intensidad de sonido. De esta manera, aquellas calles o avenidas que presentan un mayor porcentaje de vehículos pesados y una mayor velocidad promedio de circulación, presentan valores más altos de intensidad de sonido, convirtiéndose de ese modo en contaminación acústica.

Esto se puede apreciar claramente en las Avenidas Universitaria y Gran Colombia, las cuales durante el día, registran los valores más altos de intensidad de sonido con 69.8 decibeles y 68.2 decibeles respectivamente. Así mismo, estas avenidas poseen el porcentaje más alto de vehículos pesados entre el 13 y 16 por ciento del total de vehículos que circulan por las mismas durante el día, respectivamente. Por otro lado, se tiene la calle Bolivia, la cual es una calle de un solo sentido con dos carriles y sin embargo registra valores significativamente altos. Esto está relacionado directamente con la velocidad de circulación que presenta esta calle, con una velocidad de autos livianos de 70 km/h y pesados de 65 km/h.

4.2.1 Estadística de Resultados

Utilizando los datos obtenidos en las mediciones in situ, se procede a realizar un gráfico de variación del comportamiento acústico registrado en los sitios de medición durante las jornadas establecidas, como se aprecia en la Figura 9.

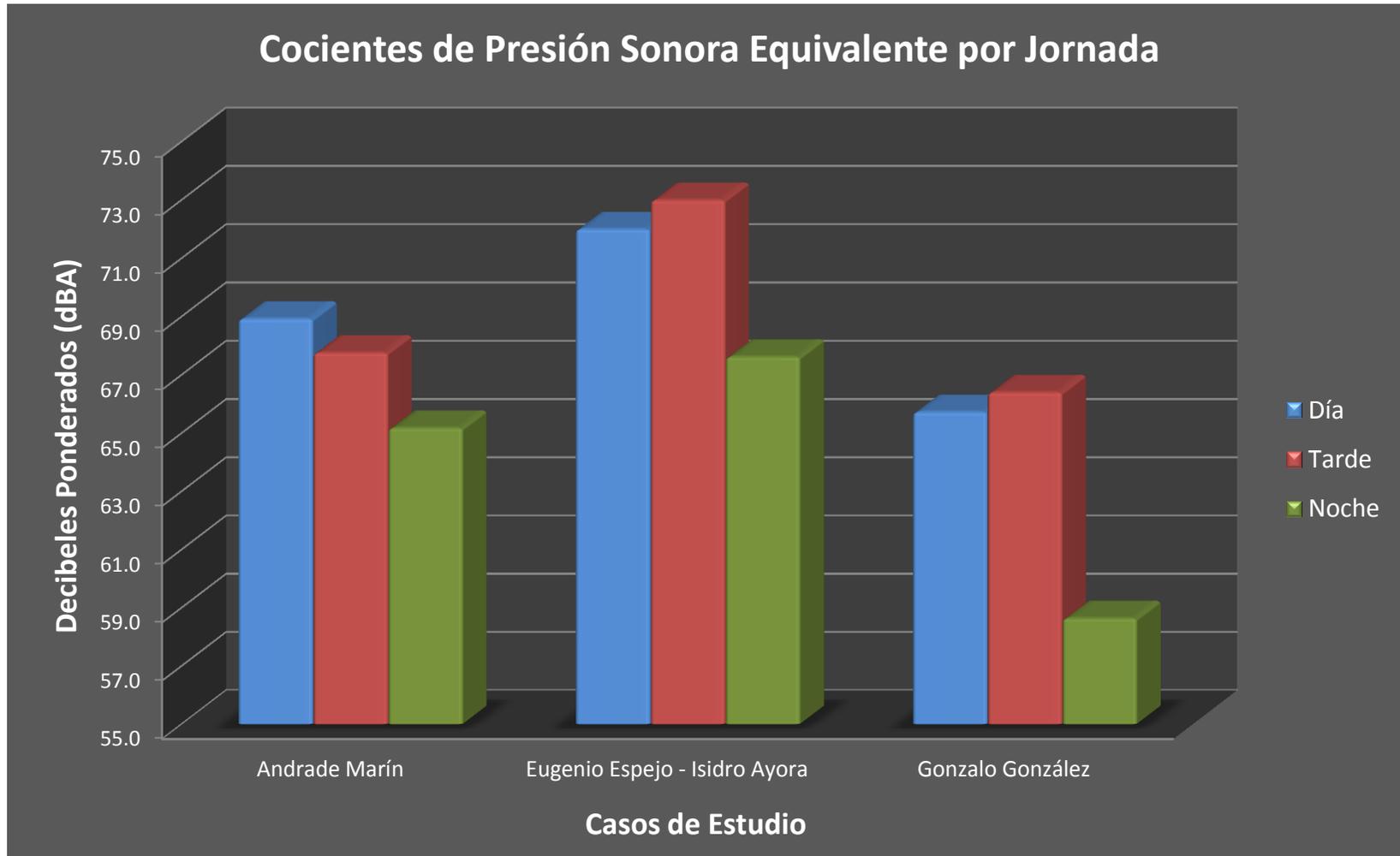


Figura 9. Cocientes de Presión Sonora Equivalente por Jornada

Con base en la figura, se observa que los niveles registrados en los tres hospitales son altos durante las jornadas del día y la tarde mientras que tienden a disminuir durante la jornada nocturna. En la jornada día, los niveles se encuentran entre los 65 y 75 decibeles; en la tarde entre 66 y 73 decibeles y en la noche entre 58 y 67 decibeles. El hospital que registra los valores más bajos de contaminación acústica es el Hospital Gonzalo González; mientras que los hospitales que registran mayores niveles de contaminación acústica son el Hospital Eugenio Espejo y el Hospital Isidro Ayora.

Los resultados generales entregados por el programa difieren de los registros obtenidos en las mediciones in situ. Para poder verificar ambos resultados, se agregan marcadores en el modelo digital los cuales servirán como los puntos de medición que fueron usados en las mediciones de campo. A estos marcadores se les agrega la altura del equipo de medición y se los ubica en la posición en donde el equipo fue colocado. Con estos datos, el programa entrega resultados que pueden ser comparados con las mediciones in situ.

Tabla 18. Datos Comparativos de Mediciones In Situ y Proyecciones Digitales Hospital Carlos Andrade Marín

Calle Avenida	Datos Programa		Datos de Mediciones		Desviación Estándar	
	dB(A) Día	dB(A) Noche	dB(A) Día	dB(A) Noche	σ Día	σ Noche
Portoviejo	65.4	54.9	60.6	54.7	3.4	0.1
Universitaria	73.6	63.4	72.6	61.7	0.7	1.2
18 de Septiembre	68.2	61.3	64.3	59.5	2.8	1.3
América	74.1	66.3	70.7	63.8	2.4	1.8
Bolivia	77.3	69.9	73.3	65.1	2.8	3.4

Tabla 19. Datos Comparativos de Mediciones In Situ y Proyecciones Digitales Hospitales Eugenio Espejo - Isidro Ayora

Calle Avenida	Datos Programa		Datos de Mediciones		Desviación Estándar	
	dB(A) Día	dB(A) Noche	dB(A) Día	dB(A) Noche	σ Día	σ Noche
Gran Colombia	73.6	65.1	73.4	65.5	0.1	0.3
Yaguachi	76.4	70.2	71	64.1	3.8	4.3
Luis Sodiro	67.1	59.5	67.1	63.1	0.0	2.5

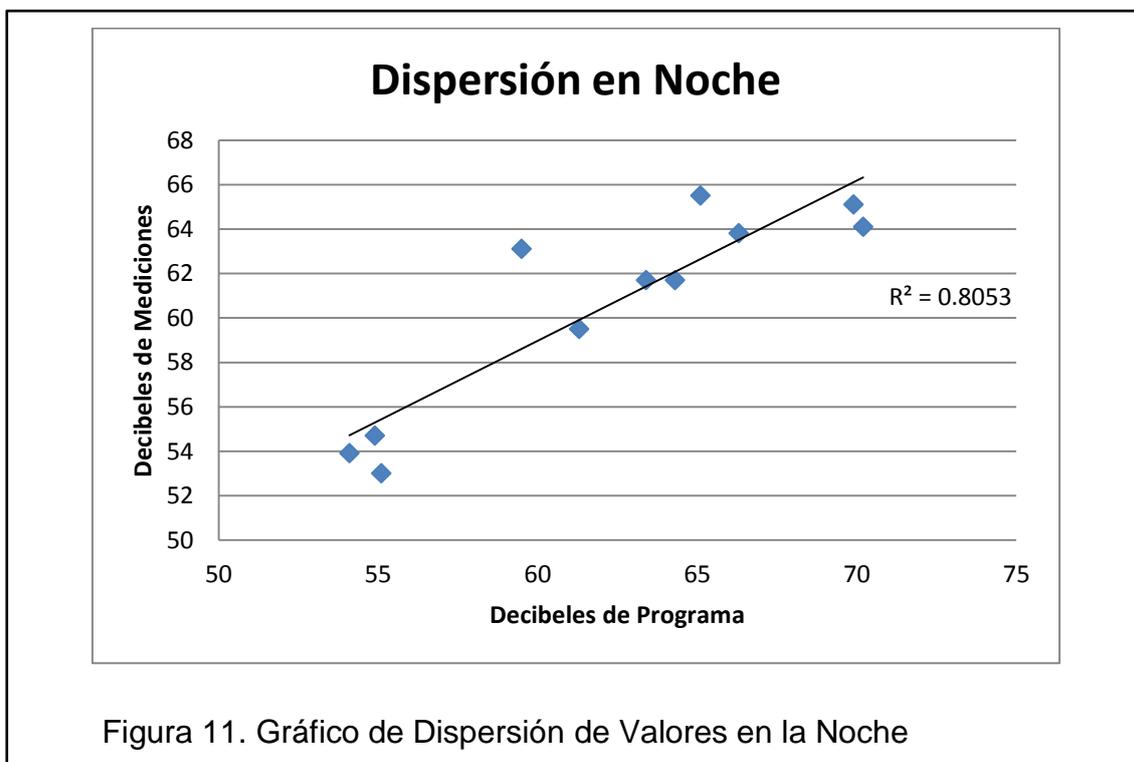
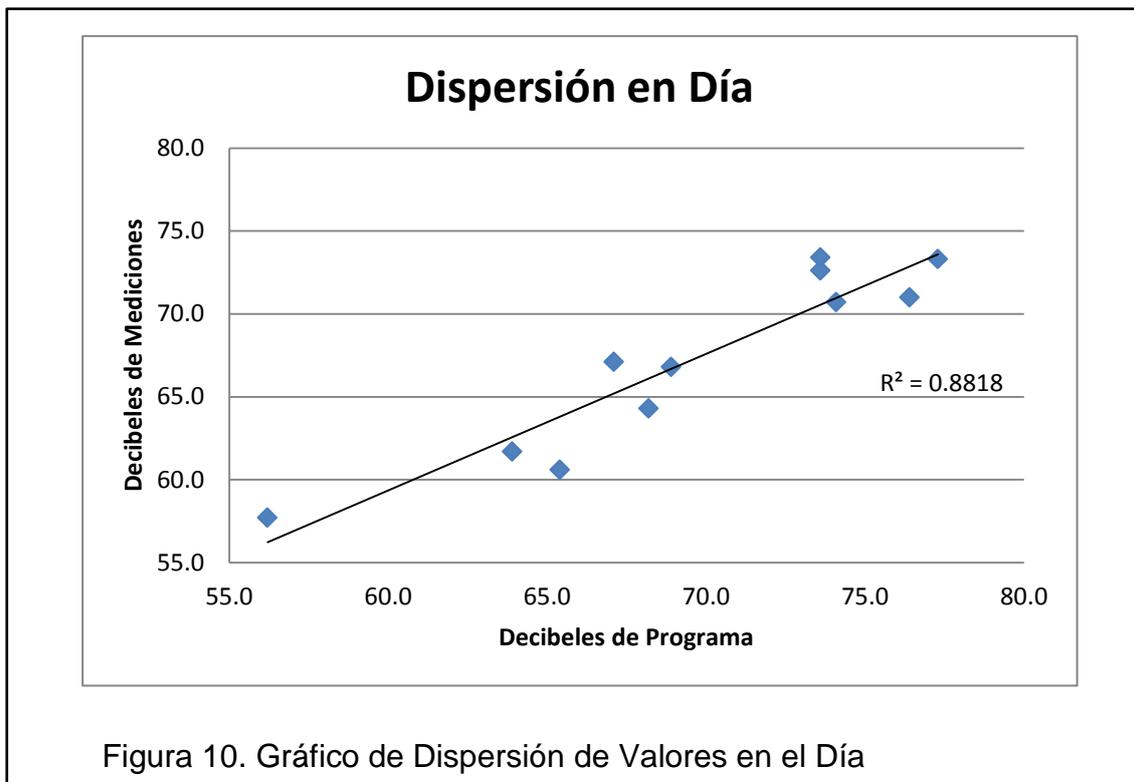
Tabla 20. Datos Comparativos de Mediciones In Situ y Proyecciones Digitales Hospital Gonzalo González

Calle Avenida	Datos Programa		Datos de Mediciones		Desviación Estándar	
	dB(A) Día	dB(A) Noche	dB(A) Día	dB(A) Noche	σ Día	σ Noche
Pablo Guevara	63.9	55.1	61.7	53	1.6	1.5
Antonio de Sierra (Este)	68.9	64.3	66.8	61.7	1.5	1.8
Antonio de Sierra (Norte)	56.2	54.1	57.7	53.9	1.1	0.1

Mediante las tablas anteriores, se evidencia que los resultados generados por el programa, se asemejan a la realidad de los datos obtenidos en las mediciones in situ. La desviación estándar de los datos obtenidos no supera los 5 decibeles, con lo que se valida el modelo y subsiguiente mapa de ruido.

A continuación se presentan los gráficos de dispersión de los datos anteriormente presentados, con el fin de verificar la exactitud entre los datos entregados por el programa y los datos obtenidos en las mediciones de campo.

Los gráficos utilizan el coeficiente de correlación de Pearson, el mismo que demostrará la asociación entre los valores entregados.



Mediante los gráficos de dispersión y el coeficiente de correlación de Pearson (R^2) se concluye que los datos entregados por el programa, son datos similares a los obtenidos por medio de mediciones en campo, con lo cual se asegura una representación gráfica aproximada a la realidad.

4.3 Mapas de Ruido

A continuación se presentan los mapas de ruido generados con SoundPLAN. Para cada uno de los sitios de estudio, se obtuvieron tres mapas de ruido, los mismos que indican los niveles de presión sonora en diferentes horarios. De esta manera, se tiene un mapa para la jornada diurna (L_d), de 6:00 am hasta 10:00 pm; un mapa para la jornada nocturna (L_n) de 10:00 pm hasta 6:00 am; y un mapa promedio del comportamiento acústico durante las 24 horas del día (L_{den}).

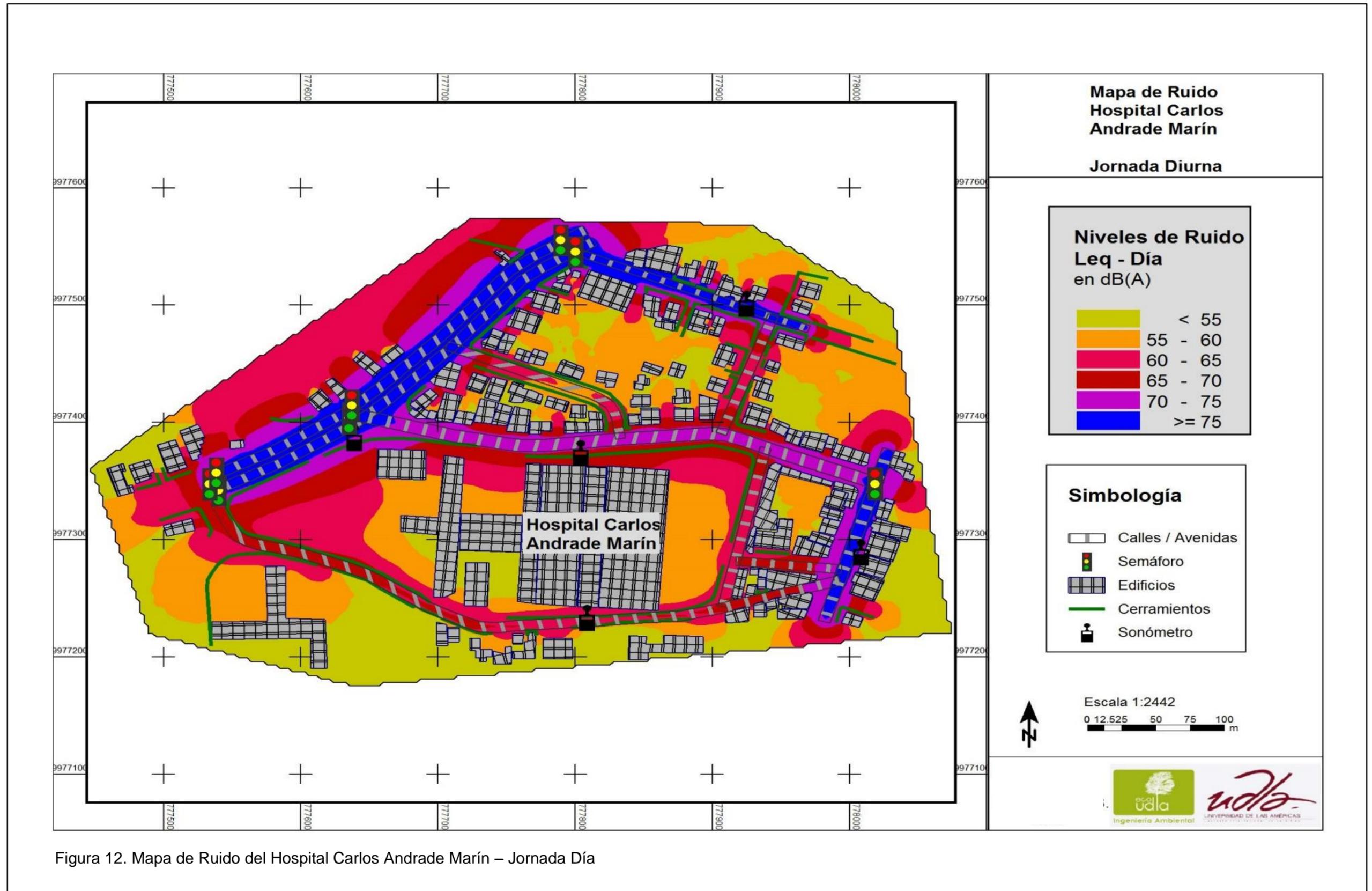


Figura 12. Mapa de Ruido del Hospital Carlos Andrade Marín – Jornada Día

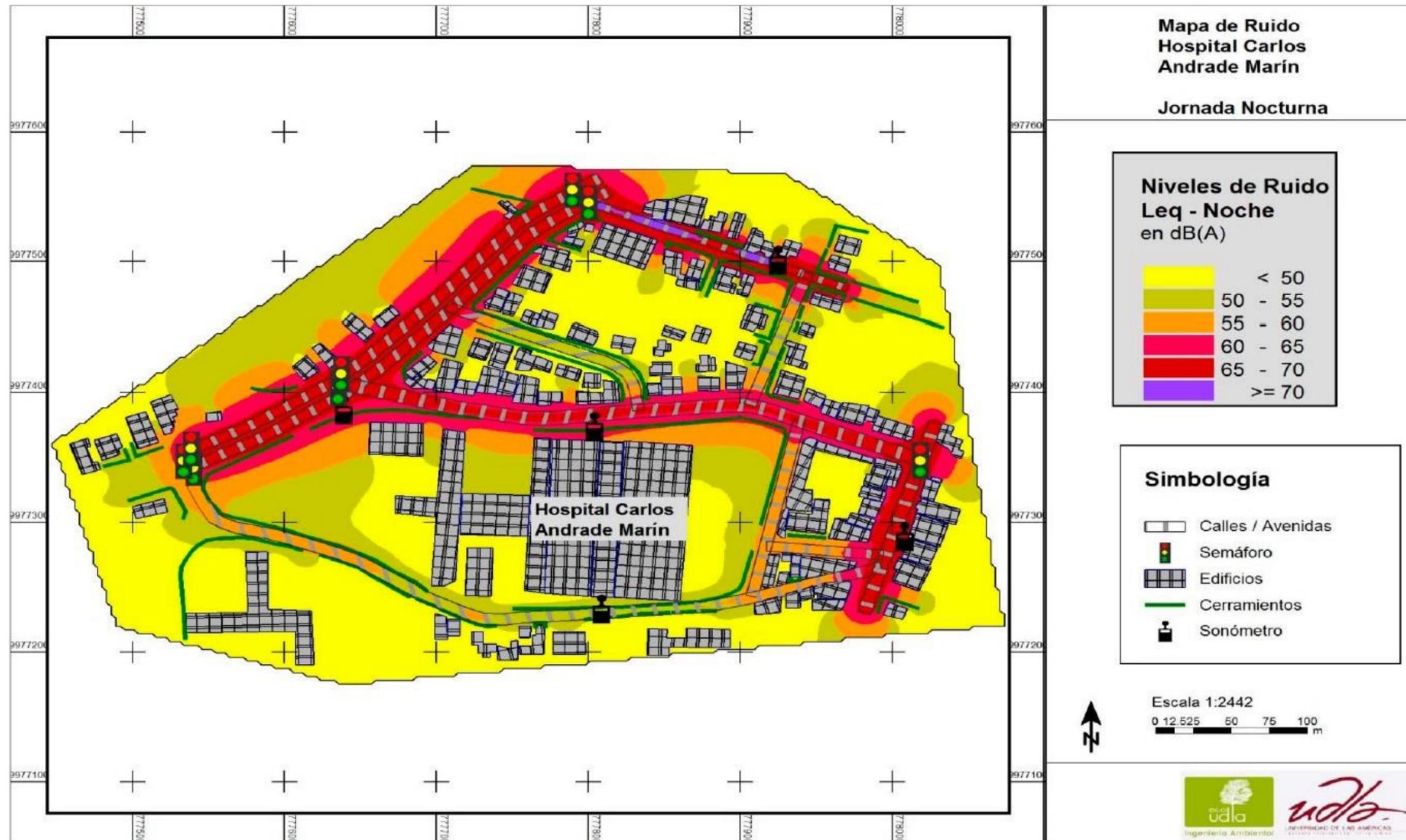


Figura 13. Mapa de Ruido del Hospital Carlos Andrade Marín – Jornada Noche

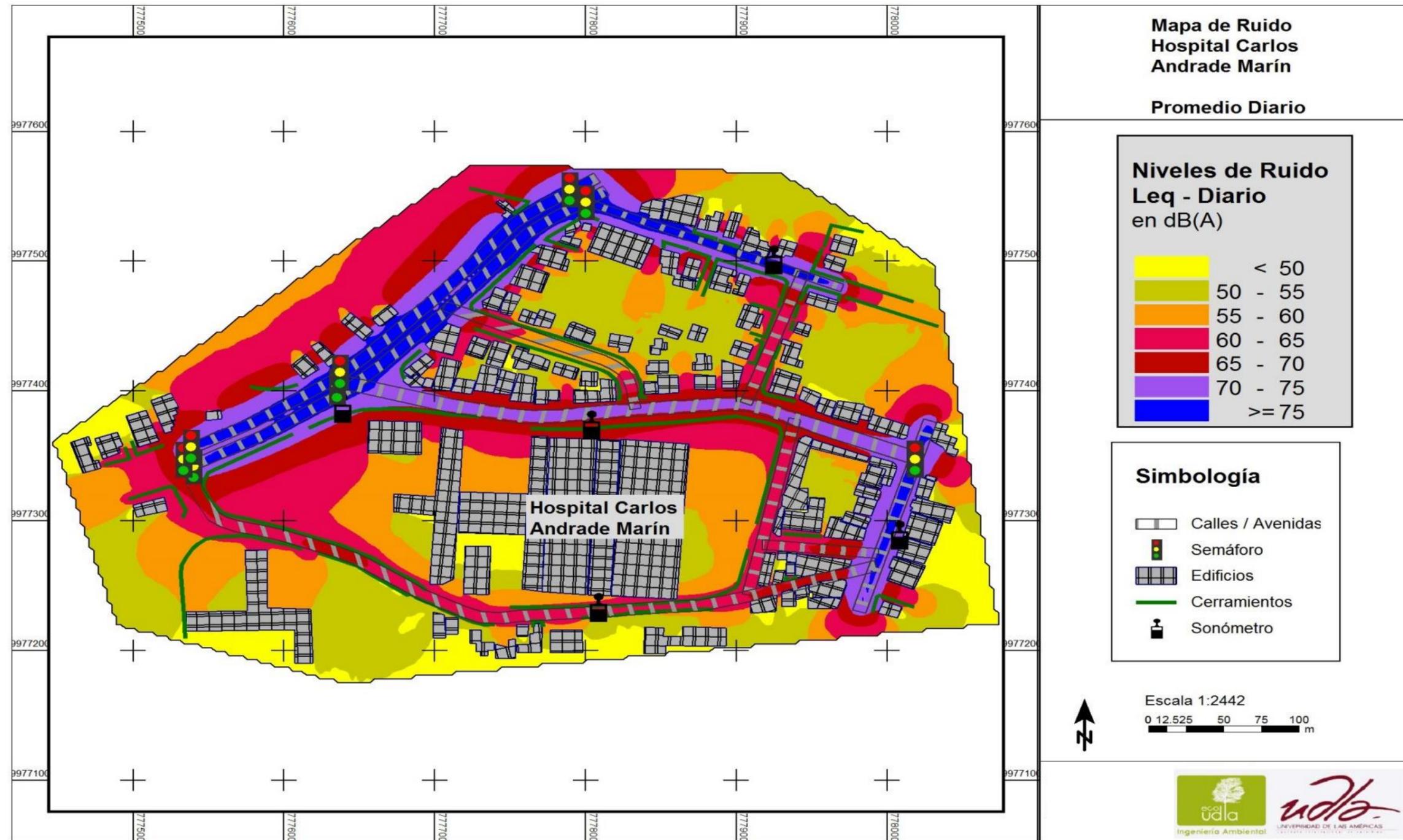


Figura 14. Mapa de Ruido Hospital Carlos Andrade Marín – Promedio Diario

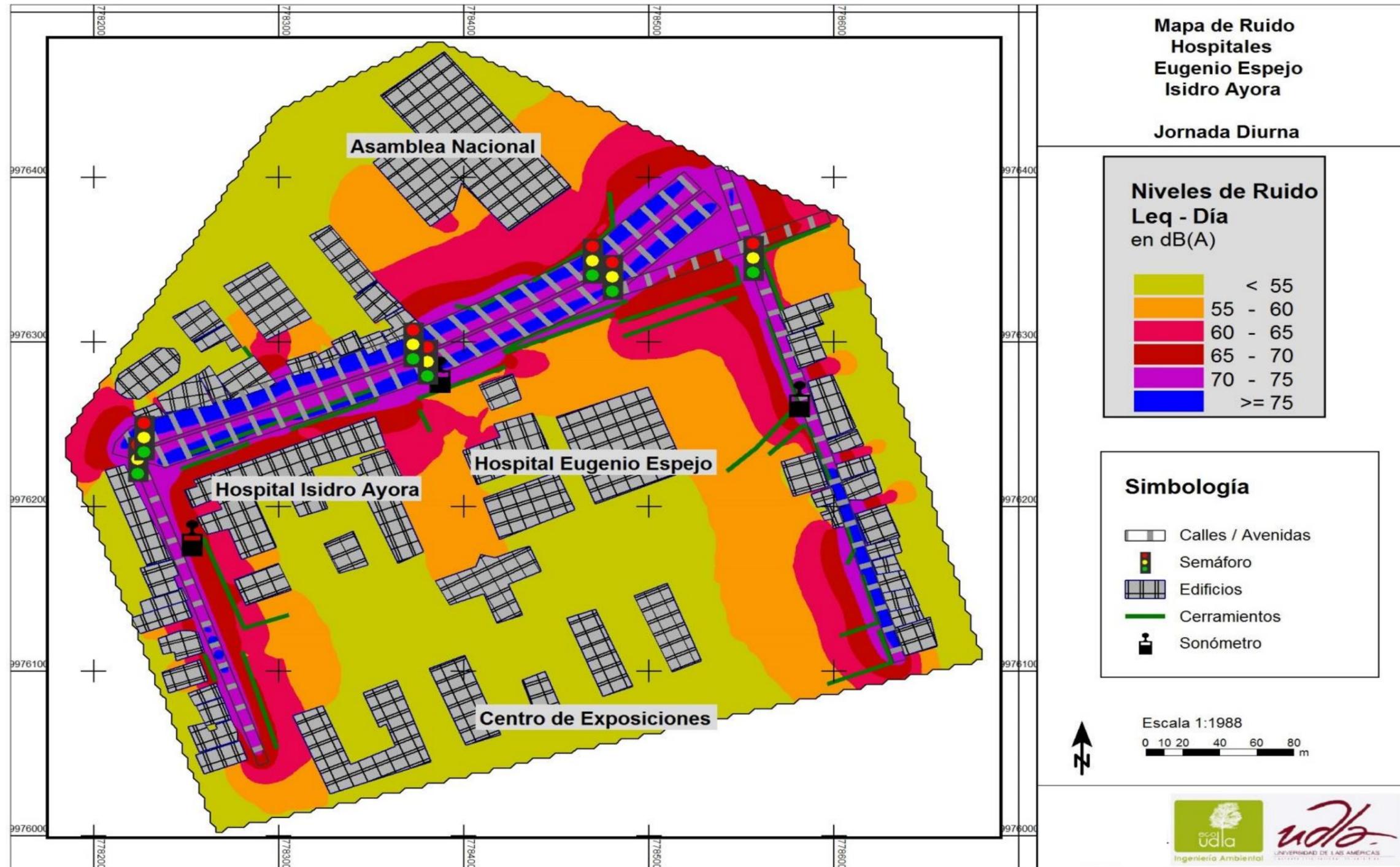


Figura 15. Mapa de Ruido de Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora – Jornada Día

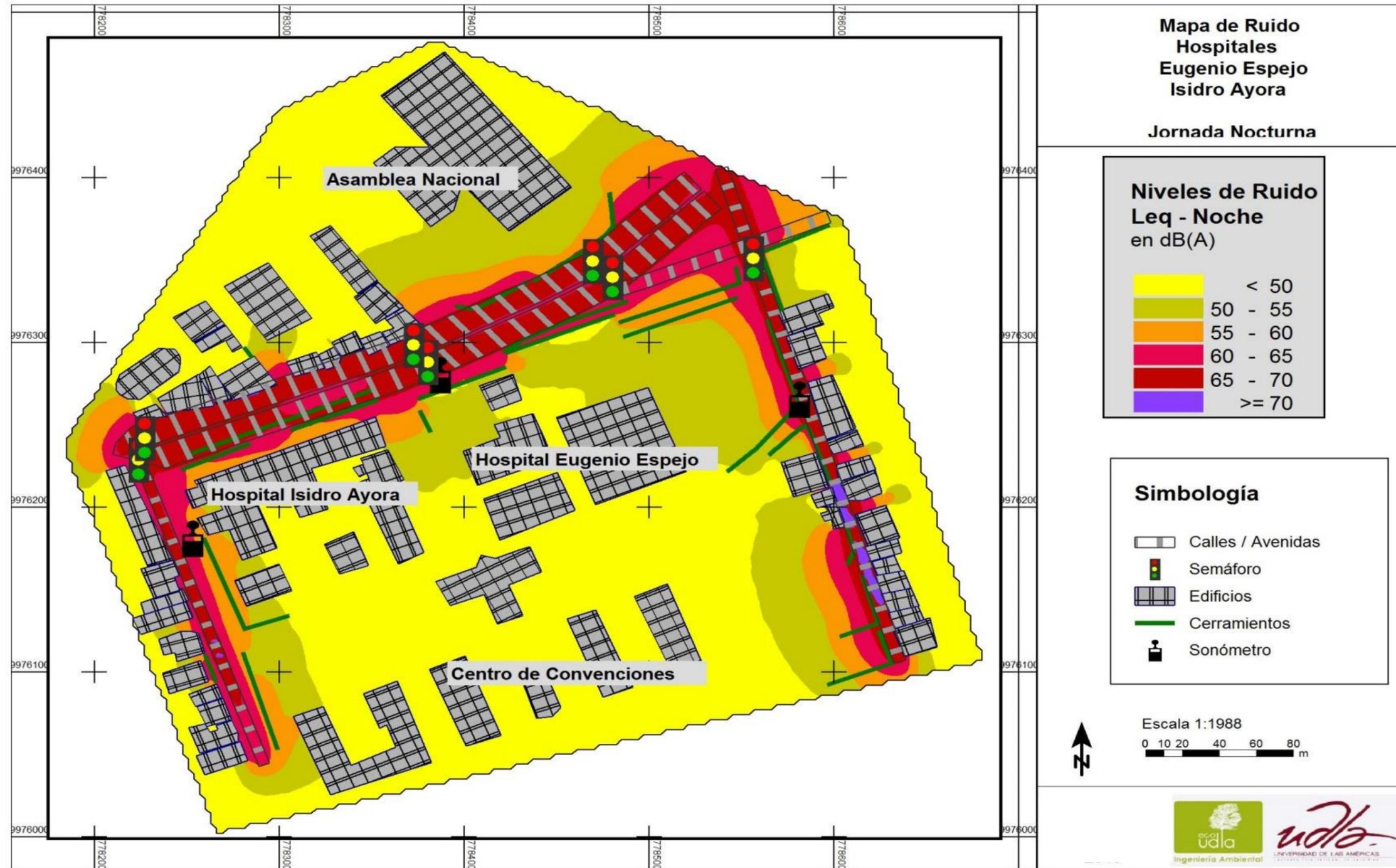


Figura 16. Mapa de Ruido de Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora – Jornada Noche

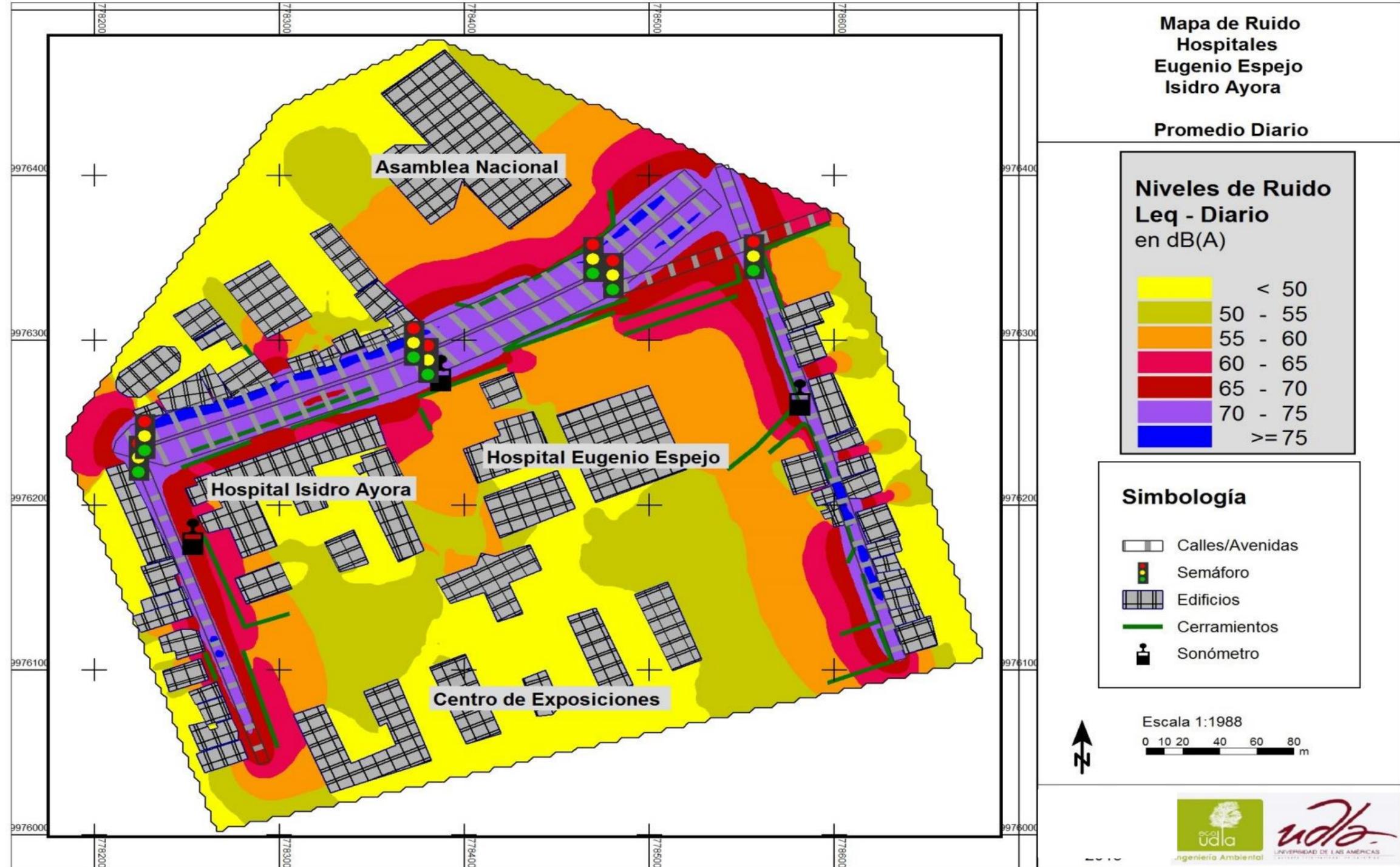
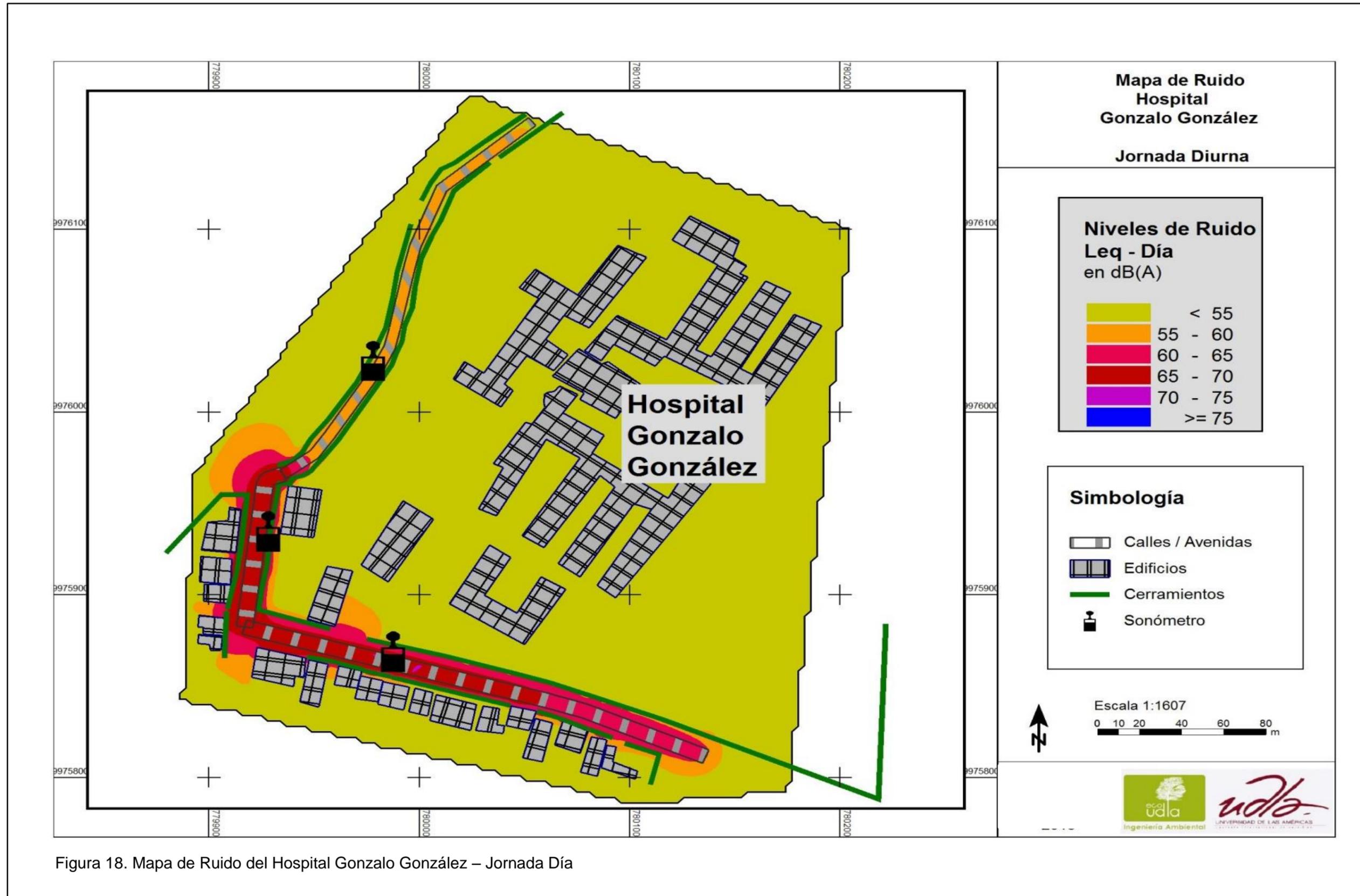


Figura 17. Mapa de Ruido de los Hospitales Eugenio Espejo – Isidro Ayora; Promedio Diario





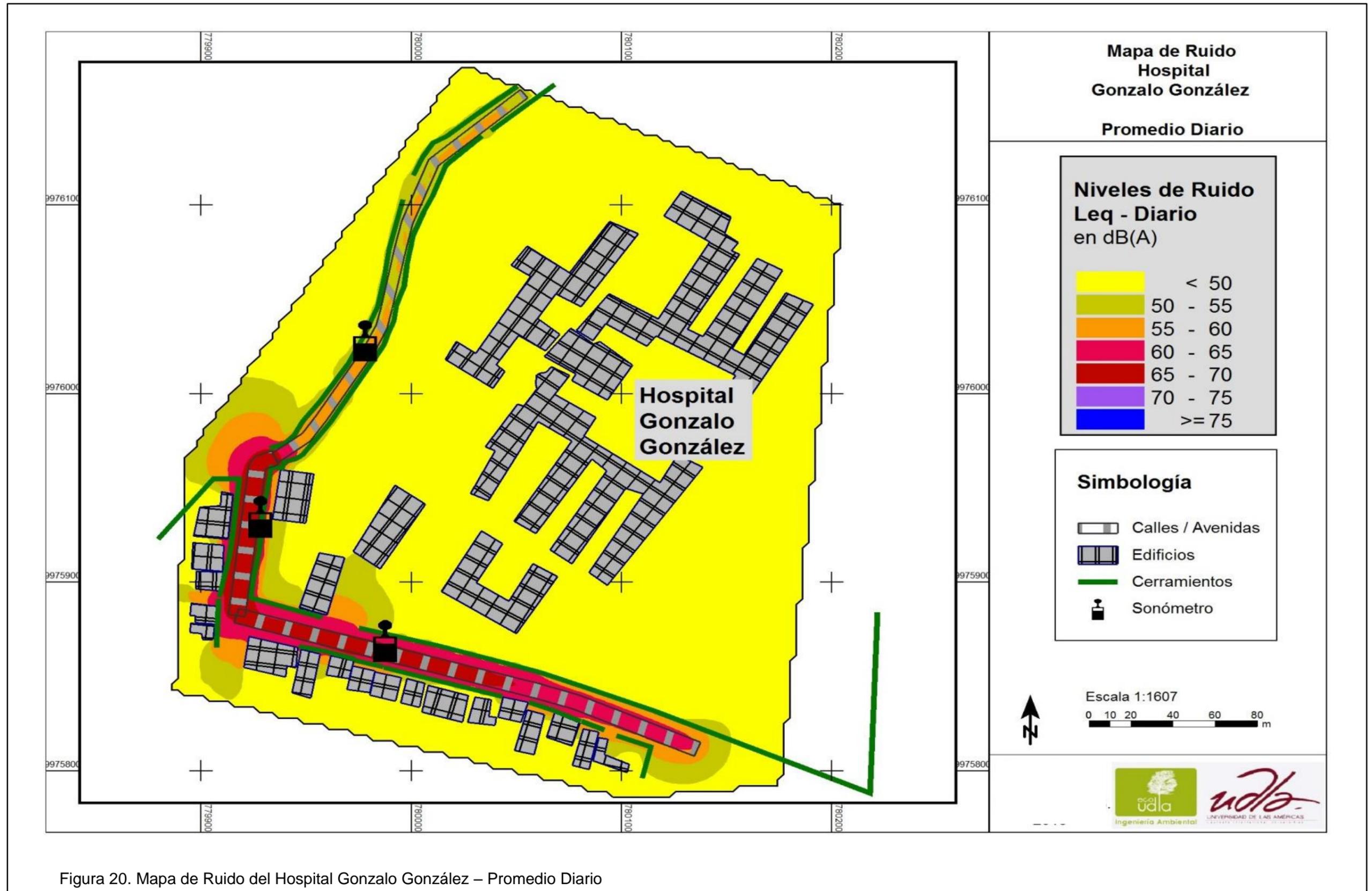


Figura 20. Mapa de Ruido del Hospital Gonzalo González – Promedio Diario

Con base en los mapas de ruido generados por el programa, se puede observar la representación gráfica de los niveles de presión sonora. A continuación se realiza un análisis detallado de las diferentes situaciones presentes en cada uno de los hospitales.

En los mapas del Hospital Carlos Andrade Marín, se observa que en el día (L_d), los niveles que superan los 75 dB(A) se encuentran en las Avenidas América, Universitaria y en la Calle Bolivia, mientras que en la calle 18 de Septiembre los niveles se encuentran entre los 70 y 75 dB(A) y en la calle Portoviejo los niveles se encuentran entre 65 y 70 dB(A). Los niveles registrados en los predios del edificio principal se encuentran entre 55 y 65 dB(A).

En la noche (L_n), se observa que los niveles en las Avenidas América, Universitaria, Calles Bolivia y 18 de Septiembre se encuentran entre 65 y 70 dB(A) y en la Calle Portoviejo entre 55 y 60 dB(A). Los niveles en los predios del hospital son menores a los 50 dB(A) y alcanzan un máximo de 60 dB(A).

Los niveles diarios (L_{den}) de presión sonora, se asemejan a las condiciones presentadas en el mapa de la jornada diurna (L_d).

En los mapas de los Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora, se observa que durante el día (L_d), las calles que rodean a los hospitales presentan niveles que oscilan entre los 65 dB(A) y los 75 dB(A), siendo la Avenida Gran Colombia la que presenta niveles más altos. En los predios de los hospitales, se observa que el Hospital Eugenio Espejo presenta niveles menores a 55 dB(A) en dirección sur y alcanzan los 60 dB(A) en dirección norte. En el Hospital Isidro Ayora, las condiciones de los predios son similares, con niveles menores a 55 dB(A) en dirección sur, mientras que en dirección norte, los niveles se encuentran entre los 60 y 70 dB(A).

En la noche (L_n), las calles que rodean a los hospitales presentan niveles entre los 65 y 70 dB(A). En los predios de los hospitales se aprecian niveles menores a los 55 dB(A) en dirección sur, mientras que en dirección norte los niveles en el Hospital Eugenio Espejo alcanzan los 55 dB(A) y en el Hospital Isidro Ayora, los niveles se encuentran entre 55 y 60 dB(A).

Los niveles diarios de presión sonora (L_{den}); se asemejan a las condiciones presentes en mapa de la jornada diurna (L_d).

En los mapas del Hospital Gonzalo González, se observa que durante el día (L_d); los niveles en las calles Pablo Guevara y Antonio de Sierra en dirección oeste se encuentran entre los 65 y 70 dB(A), mientras que en la dirección Noroeste, la calle Antonio de Sierra presenta niveles entre los 55 y 60 dB(A). En los predios del hospital, se aprecian niveles inferiores a los 55 dB(A).

En la noche (L_n), la calle Pablo Guevara presenta niveles entre los 55 y 60 dB(A), la calle Antonio de Sierra en dirección oeste presenta niveles entre los 65 y 70 dB(A) y en dirección Noroeste, presenta niveles entre los 50 y 55 dB(A). En los predios del hospital, los niveles son inferiores a los 50 dB(A).

Los niveles diarios (L_{den}) en las calles, son similares a los niveles de la jornada diurna (L_d) y los niveles presentes en los predios del hospital son semejantes a los niveles de la jornada nocturna (L_n).

Una vez realizado el respectivo análisis, se concluye que los hospitales Carlos Andrade Marín, Eugenio Espejo e Isidro Ayora se encuentran en condiciones de exposición a contaminación acústica no aceptables. Esta deducción será explicada en detalle en el siguiente inciso, a partir de la normativa vigente con respecto a la contaminación acústica; así también como en las guías para ruido externo establecidas por la OMS. Con respecto al Hospital Gonzalo González, se concluye que, los valores registrados en las calles no representan una

amenaza directa al hospital, debido a su ubicación alejada del mismo y a su baja circulación vehicular.

4.4 Comparación con Normativa Vigente

Con el propósito de obtener un mejor entendimiento de la problemática ambiental que representa la contaminación auditiva en los lugares de estudio, se realiza una comparación de los resultados obtenidos con la normativa ambiental vigente, que regula los niveles de emisión permitidos en el DMQ.

Cabe recalcar que la normativa de control no puede ser aplicada como un parámetro de regulación para los niveles presentados en el estudio, debido a que dichas normativas regulan la contaminación acústica generada por fuentes fijas de ruido, y en este estudio la problemática se atribuye a fuentes móviles, para las que no existe una normativa de evaluación. Sin embargo, se utiliza estas normativas para valorar los niveles obtenidos, y disponer de información preliminar que evalúe la exposición a ruido en las zonas estudiadas.

Para la comparación se utiliza el Artículo 8 de la Resolución 002 de la Dirección Metropolitana Ambiental, escogiendo así los límites máximo permisibles en Zonas de Equipamiento. Del mismo modo se emplea el Anexo 5 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA), escogiendo los límites máximos en Zonas de Equipamiento de Servicios Públicos.

Del mismo modo, se utiliza los valores establecidos para niveles máximos sugeridos en exteriores por la Guía para Ruido Urbano de la OMS (1999) y los niveles sugeridos por la EPA para comparar los valores obtenidos en el estudio.

A continuación se presentan las tablas 21, en la que se indican los niveles máximos permitidos de acuerdo a las normas ambientales planteadas y según

el uso de suelo y la Tabla 22, en la que se establecerán los niveles registrados en las mediciones in situ y se resaltarán aquellos registros que superen los valores permitidos por las normativas y guías anteriormente mencionadas.

Tabla 21. Valores Máximos Permitidos por Normativas en Zonas Hospitalarias y Valores Sugeridos por Organizaciones Internacionales

Normativa Niveles Máximos	dB(A) Día	dB(A) Noche
Resolución 002	45	35
TULSMA	60	50
OMS/EPA	55	55

Tabla 22. Comparación de Mediciones in situ con normativas y marcos referenciales

Hospital	Calle / Avenida	dB(A) Día	dB(A) Noche
Hospital Carlos Andrade Marín	Portoviejo	60.6 **	<u>54.7 *</u>
	Universitaria	<u>72.6 **</u>	<u>61.7 **</u>
	18 de Septiembre	<u>64.3**</u>	<u>59.5 **</u>
	América	<u>70.7 **</u>	<u>63.8 **</u>
	Bolivia	<u>73.3 **</u>	<u>65.1 **</u>
Hospitales Eugenio Espejo - Isidro Ayora	Gran Colombia	<u>73.4 **</u>	<u>65.5 **</u>
	Yaguachi	<u>71 **</u>	<u>64.1 **</u>
	Luis Sodiro	<u>67.1 **</u>	<u>63.1 **</u>
Hospital Gonzalo González	Pablo Guevara	<u>61.7 **</u>	<u>53*</u>
	Antonio de Sierra (Este)	<u>66.8 **</u>	<u>61.7 **</u>
	Antonio de Sierra (Norte)	57.7 **	<u>53.9 *</u>

Nota: Codificación para representar excedencia por sobre las normativas:

- * Superiores a Resolución 002
- ** Superiores a OMS/EPA
- Superiores a TULSMA

4.4.1 Análisis Comparativo

Al haber establecido una comparación entre los valores obtenidos con las mediciones y los niveles máximos permitidos, se procede a analizar las situaciones específicas de los casos de estudio.

A continuación se establece una tabla que indica la diferencia de decibeles presente entre los registros de las mediciones en contraste con los límites permisibles por la normativa legal y la guía de la OMS/EPA. Los valores representan el número de decibeles que exceden los registros comparado con los valores máximos en zonas de equipamiento de servicios públicos.

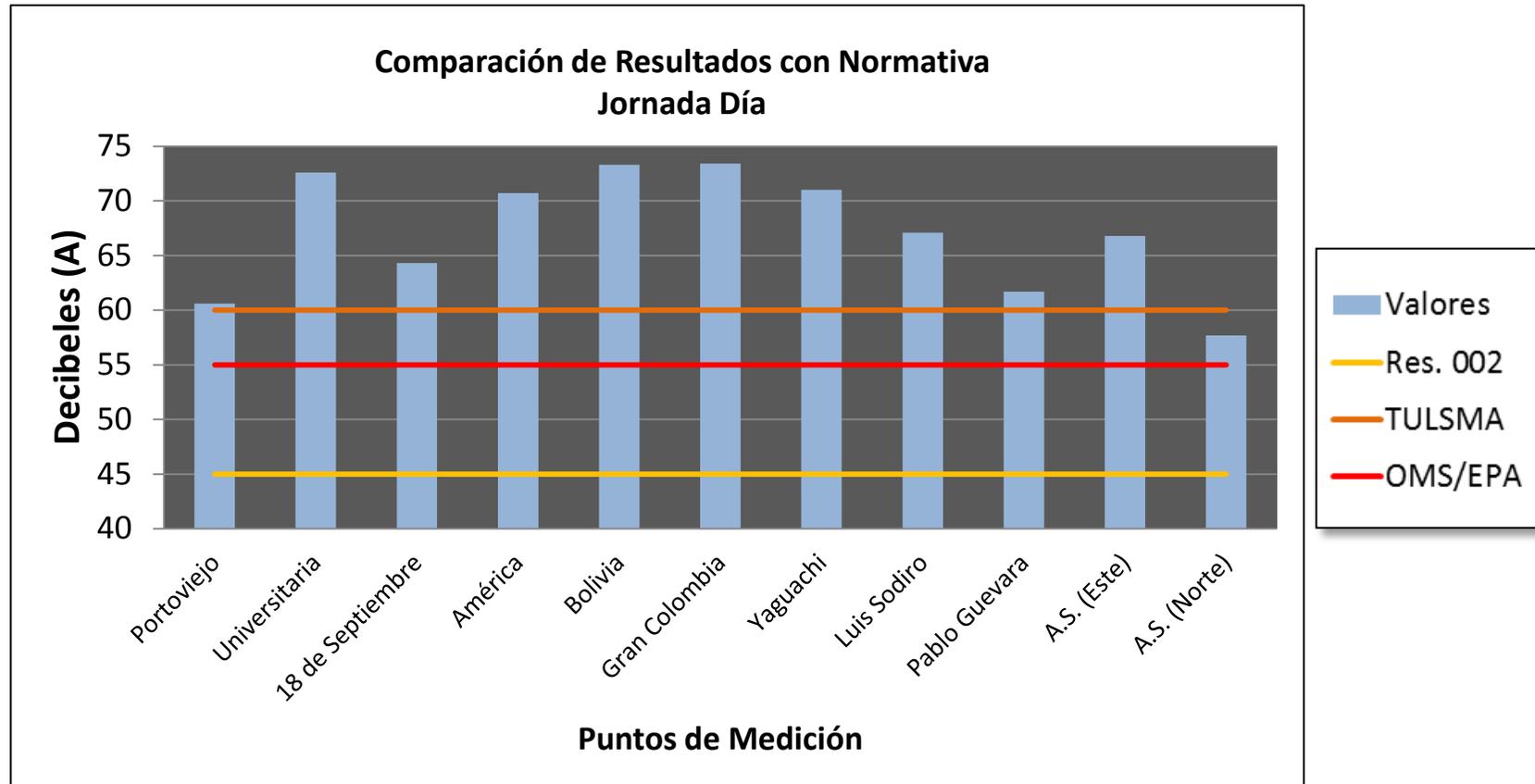


Figura 21. Tabla Comparativa de Valores y Normativas durante el día

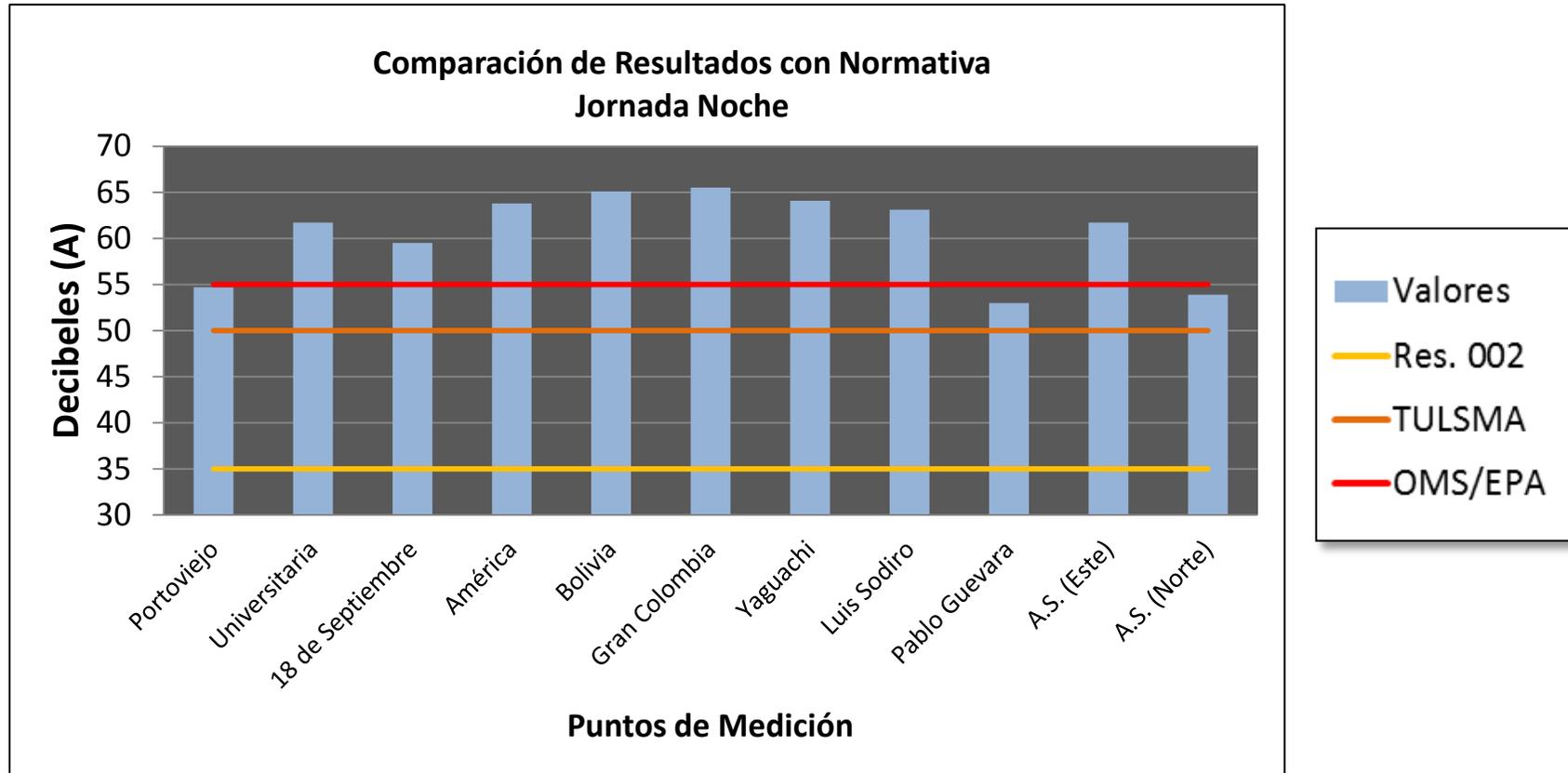


Figura 22. Tabla Comparativa de Valores y Normativas en la noche

En las figuras 21 y 22, se puede apreciar que la única calle que se encuentra por debajo de los niveles máximos permitidos de ruido en zonas hospitalarias establecido por el TULSMA es la calle Antonio de Sierra en dirección Norte y únicamente durante el día. Excluyendo la calle previamente mencionada, se observa que ninguna de las calles adyacentes a los hospitales se ajusta a las normativas vigentes durante el día. Durante la noche, 8 de los 11 puntos de medición superan los valores más altos sugeridos, lo cual implica que existe una contaminación acústica excesiva en dichos sitios.

Además, se aprecia que la Resolución 002, establece niveles máximos permisibles muy bajos, los mismos que no se logran alcanzar en ninguna de las mediciones registradas.

Por último, se concluye que las calles que se encuentran en condiciones críticas son: la Calle Bolivia, la calle Yaguachi, la Avenida Universitaria y la Avenida Gran Colombia, las cuales afectan a los hospitales Carlos Andrade Marín, Eugenio Espejo e Isidro Ayora, debido a que estas superan los límites permisibles del TULSMA y de la OMS con más de 5 dB(A) hasta 10 dB(A).

5. Discusión y Propuestas

Al haber finalizado el análisis de los resultados obtenidos después de las mediciones y modelamiento digital, se procede a argumentar las posibles razones por las cuales se obtuvieron dichos resultados para posteriormente, proponer posibles alternativas de soluciones con fin de mejorar las condiciones de contaminación acústica en los lugares de estudio.

La siguiente argumentación se basa en los resultados obtenidos en el Capítulo 4; así como la recopilación de datos primarios y características de los sitios de estudio.

5.1 Fuentes Emisoras de Ruido

A continuación, se relaciona los resultados obtenidos con las diferentes fuentes de generación de ruido para cada uno de los hospitales. La normativa que se utilizará como referencia para esta relación es el TULSMA debido a que esta normativa es un referente internacional que establece valores máximos de emisión de ruido para fuentes fijas y móviles.

5.1.1 Hospital Carlos Andrade Marín

En la Calle Portoviejo, se obtuvo resultados que superan con cifras muy bajas los límites permitidos en zonas de equipamiento. Esto se debe a que la circulación vehicular en esta calle, es significativamente menor en comparación al resto de calles que rodean al hospital. Sin embargo, el motivo por el que los valores obtenidos, son mayores a los permitidos, es que las personas que visitan las instalaciones del hospital utilizan el tramo de calle junto a la acera del hospital como parqueadero para estacionar sus vehículos. Por este hecho, existe la presencia de varias personas encargadas de cuidar los vehículos de los visitantes. Ambos factores aumentan los valores de ruido en la calle, sin que estos se conviertan en una amenaza para el hospital. Sin embargo,

durante el horario nocturno, la calle queda libre de vehículos estacionados y por ende, de personas que los cuidan.

En la Avenida Universitaria, se obtuvo resultados que superan inclusive los niveles máximos permitidos en zonas industriales durante el día y los límites para zonas de equipamiento en la noche. Esta avenida no cumple con ninguna de las normativas de control de ruido. Esto se debe principalmente al gran número de vehículos que transitan por dicha avenida, de los cuales, cerca del 15% son vehículos de transporte pesado durante el día y 3% durante la noche. El motivo de la alta afluencia de vehículos pesados es la presencia de estaciones de autobuses en esta avenida. Por otra parte, se tiene la presencia de un semáforo próximo a la estación, convirtiendo a ese punto en una fuente de generación de ruido excesiva. Otro factor adicional es la velocidad promedio de los vehículos que transitan por esta avenida que se encuentra entre los 65 km/h para autos livianos y 60 km/h para autos pesados. Estas cifras de velocidad son significativamente mayores a las establecidas por el Artículo 191 del Reglamento a la Ley de Tránsito.

En la Calle 18 de Septiembre, se obtuvo resultados que superan los niveles máximos permitidos en zonas de equipamiento con 5 dB en el día y 10 dB en la noche. Esto se debe a la circulación moderada de vehículos durante todas las horas del día. Otro aporte significativo es, al igual que en la calle Portoviejo, el uso de la calle como parqueadero. Sin embargo, la Calle 18 de Septiembre, a diferencia de la calle Portoviejo, es usada como parqueadero las 24 horas del día y en ambas aceras; lo cual incrementa el número de personas que cuidan los vehículos y los niveles de ruido. Los vehículos estacionados son una fuente importante de ruido, considerando que muchas veces durante el tiempo que se encuentran estacionados, las alarmas de los mismos son activadas por los vehículos pesados que transitan por la vía.

En la Avenida América, la cual se encuentra en una zona de uso múltiple; se obtuvo resultados que superan con 10 dB los valores establecidos para zonas

de equipamiento y zonas comerciales, según el TULSMA. Esto se debe al gran número de vehículos que transitan por esta avenida, de los cuales el 5% es transporte pesado. El tráfico es la única fuente significativa de generación de ruido en esta avenida.

En la Calle Bolivia, se obtuvo resultados que superan inclusive los niveles máximos permitidos en zonas industriales durante el día y los límites para zonas de equipamiento en la noche. Esto se debe a la velocidad promedio de circulación de los vehículos, que para autos livianos es de 65 km/h y para autos pesados es de 60 km/h aproximado, superando los límites de velocidad establecidos por el Artículo 191 del Reglamento a la Ley de Tránsito. Adicionalmente, las edificaciones y viviendas a lo largo de esta calle cuentan con cerramientos altos o los edificios en sí, son altos, lo cual produce que las ondas de presión sonora se reflejen, concentrándose a lo largo de la calle y aumentando la contaminación acústica.

En el Hospital Carlos Andrade Marín, se debe buscar soluciones para las calles Bolivia, 18 de Septiembre y la Avenida Universitaria; las mismas que serán discutidas en el apartado 5.2.1.

5.1.2 Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora

En la Avenida Gran Colombia, se obtuvo resultados que superan los límites máximos permitidos en zonas industriales durante el día y los límites para zonas de equipamiento en la noche. Esto se debe principalmente a flujo vehicular que circula por dicha avenida. Del total de vehículos que transitan diariamente por esta avenida, el 16% son vehículos pesados durante el día y el 4% durante la noche. Utilizando como referencia el principio de Pareto, el cual establece que el 80% de resultados obtenidos en una investigación es causado por el 20% de los factores, se deduce que la fuente emisora de ruido con mayor impacto en la Avenida Gran Colombia es el transporte pesado, el cual se acerca al 20% del total de vehículos durante el día. La alta presencia de

vehículos pesados se debe a la ubicación de estaciones de buses frente a los hospitales. Las estaciones se encuentran en ambos frentes de la avenida así como en el medio de la misma, completando un total de nueve líneas de buses que circulan por esta avenida. Del mismo modo, la circulación frecuente de motocicletas y la presencia de un semáforo en el mismo lugar de las estaciones de bus, contribuyen al incremento del ruido en esta avenida.

En la Calle Yaguachi, se obtuvo resultados que superan los límites máximos de zonas industriales durante el día y de zonas de equipamiento durante la noche. Esto se debe a que la calle cuenta con una pendiente de 12 grados, la cual determina una circulación irregular. Los autos que ascienden la calle, deben usar una mayor potencia en el motor y los autos que descienden la misma, circulan a altas velocidades. Ambos factores son magnificados por los vehículos pesados. Por otro lado, se tiene que las edificaciones en esta calle son altas en ambos frentes, evitando que las ondas de presión sonora se dispersen, aumentando los niveles de ruido.

En la Calle Luis Sodiro, se obtuvo resultados que superan los límites permitidos para zonas de equipamiento. Esto se debe principalmente a las condiciones de la calle, en las que los cerramientos y edificios son altos, causando el mismo problema que en la calle Yaguachi. Por otro lado se tiene el uso excesivo de las bocinas, por parte de los conductores. Las velocidades de circulación son moderadas y los vehículos pesados no contribuyen al ruido generado.

En los Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora se necesita buscar soluciones para las tres calles que los rodean. Sin embargo, considerando los mapas de ruido entregados, se debe enfatizar soluciones para el Hospital Isidro Ayora entre la calle Luis Sodiro y Avenida Gran Colombia. Estas soluciones serán discutidas en detalle en el apartado 5.2.2.

5.1.3 Hospital Gonzalo González

En la Calle Pablo Guevara, se obtuvo resultados que superan con cifras menores a los límites para zonas de equipamiento. Considerando que el edificio principal del hospital se encuentra lejos de la calle, y con un cerramiento alto; se infiere que no existe una problemática de ruido generado en esta calle.

En la Calle Antonio de Sierra en dirección Oeste, se obtuvo resultados que superan los valores establecidos para zonas de equipamiento. Esto se debe principalmente a la velocidad de circulación de los vehículos en esta sección de calle. Los vehículos transitan a una velocidad promedio de 55 km/h, cuando existe señalización que indica que el límite de velocidad en esa calle es de 25 km/h. Por otro lado, se encuentra la parada de bus en la esquina entre esta calle y Pablo Guevara; la cual es exclusiva para una sola línea de bus.

En la Calle Antonio de Sierra en dirección Noroeste, se obtuvo resultados inferiores a los establecidos para zonas de equipamiento en el día y ligeramente superiores durante la noche. Considerando que el edificio principal del hospital se encuentra lejos de la calle, y con un cerramiento alto; se infiere que no existe una problemática de ruido generado en esta calle.

En el Hospital Gonzalo González, se debe buscar soluciones para la problemática de ruido existente en la Calle Antonio de Sierra en dirección Oeste; las mismas que serán detalladas en el apartado 5.2.3.

5.2 Propuestas de Reducción de Ruido

Para cada escenario existente, se proponen diferentes alternativas de acción con el fin de reducir los niveles de contaminación acústica a los que se encuentran expuestos los centros de salud. A continuación se establecen dichas alternativas para cada uno de los hospitales.

5.2.1 Hospital Carlos Andrade Marín

Control de Ruido en Medio de Propagación.-

Se sugiere modificar el cerramiento del hospital, con el fin de obtener un mejor aislamiento acústico dentro de las instalaciones del mismo. Para ello, se realiza un levantamiento del cerramiento externo del hospital, que actualmente es de 1.5 metros de alto, hasta una altura de 3 metros, con lo que se reduciría la afectación directa en los pisos inferiores del hospital.

Mejoramiento de Control Vehicular Externo.-

Esta propuesta sugiere organizar a los vehículos que diariamente visitan el hospital y así evitar que se usen los exteriores del hospital como parqueaderos. Esto se podría lograr con la ubicación de parqueaderos públicos de exclusividad para visitantes del hospital. Esta propuesta beneficia directamente a las calles Portoviejo y 18 de Septiembre. Dentro del control vehicular, se incluye la restricción del uso de la bocina en los exteriores del hospital.

En el caso de la calle Bolivia, la cual no se encuentra inmediatamente próxima al hospital, se propone la colocación de un reductor de velocidad que impida que los vehículos excedan el límite permitido por la Ley de Tránsito.

Reubicación de la Estación de Buses.-

Esta propuesta plantea, como su nombre lo indica, ubicar la estación de buses que se encuentra en la Avenida Universitaria, en un lugar más apartado del hospital, con el fin de reducir la afluencia masiva de vehículos pesados cercana al centro de salud.

5.2.2 Hospitales Eugenio Espejo - Isidro Ayora

Mejoramiento de Control Vehicular Externo.-

Esta propuesta se podría aplicar exclusivamente en la calle Luis Sodiro, la cual se encuentra próxima al Hospital Isidro Ayora. Este control consiste principalmente en la regulación del uso de bocinas en la calle mencionada. De

igual manera, se procura evitar que las personas usen las aceras como parqueadero, a menos que sean casos de emergencia.

Reubicación de Estaciones de Buses y Cambio de Rutas Vehiculares.-

Estas propuestas sugieren en el cambio de ubicación de las estaciones de buses que se encuentran en la Avenida Gran Colombia hacia lugares más apartados de los hospitales. Esto disminuiría la confluencia masiva de vehículos pesados frente a los hospitales. Sin embargo, la reubicación de estaciones no impedirá que los buses sigan circulando por los hospitales, evitando una disminución significativa en los niveles de contaminación acústica frente a los hospitales. Para ello, se propone el cambio de rutas vehiculares, específicamente de los autos de servicio de transporte público para que estos no circulen frente a los hospitales sino que utilicen rutas alternas, no muy alejadas de los centros de salud.

5.3.3 Hospital Gonzalo González

Mejoramiento de Control Vehicular Externo.-

Esta propuesta se podría aplicar exclusivamente en la calle Antonio de Sierra en dirección Oeste. Este control consiste en procurar que los vehículos que transitan por esta calle, no excedan los límites de velocidad establecidos por la señalética existente. Adicionalmente se podría colocar un reductor de velocidades para que esta regulación sea cumplida.

5.3 Revisión de Propuestas y Análisis de Factibilidad

A continuación se procede a revisar las propuestas anteriormente mencionadas y se realiza un análisis de factibilidad, con el propósito de encontrar las soluciones más adecuadas. Este análisis comprende la consideración de medidas de acción a ser tomadas en comparación con la logística y procedimientos necesarios para poder adoptar las propuestas.

5.3.1 Hospital Carlos Andrade Marín

Control de Ruido en Medio de Propagación.-

Esta propuesta y sus acciones, son de responsabilidad exclusiva del Ministerio de Salud Pública, el mismo que determinará las condiciones en las que se adoptará esta medida.

El levantamiento del cerramiento externo puede causar un incremento en el ruido a las afueras del hospital, afectando a las personas dentro del mismo. Sin embargo, el proceso tendría un tiempo de duración relativamente corto y los beneficios son a largo plazo.

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos establece un costo fluctuante entre 70 y 90 dólares por metro lineal, para la construcción de un cerramiento. Considerando que el Hospital cuenta con un cerramiento, al que se lo puede modificar, se estima un costo de 80 dólares por metro lineal (INEC, 2015). Teniendo en cuenta que se debe cubrir 430 metros lineales de cerramiento, el costo mínimo aproximado de construcción es de \$34.400; con lo que se espera reducir los valores que alcanzan al hospital hasta los 40 dB(A) en los pisos inferiores.

Mejoramiento de Control Vehicular Externo.-

Esta propuesta y sus acciones, son de responsabilidad del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito en conjunto con la Agencia Metropolitana de Tránsito. La creación de parqueaderos públicos, exclusivos para usuarios y visitantes del hospital, presenta inconvenientes al momento de elegir una ubicación próxima al hospital. Los lugares más indicados para esta construcción son el frente de las calles 18 de Septiembre y Portoviejo. Sin embargo, la mayor parte de estos lugares son de propiedad privada. En caso de poder obtener un espacio suficiente para la construcción de un parqueadero público, el beneficio obtenido en cuanto a la disminución de vehículos parqueados junto al hospital es mayor.

En la calle Bolivia, la colocación de un reductor de velocidades mejoraría las condiciones de ruido en la misma, beneficiando a las viviendas aledañas. El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos establece un costo de \$95 el metro

cúbico de hormigón, con lo cual se estima un valor de \$57 por reductor de velocidad. Se plantea entonces la colocación de dos reductores de velocidades con un valor mínimo de \$114; con el que se espera obtener una reducción de los valores de emisión hasta el nivel máximo sugerido de 70 dB(A).

Reubicación de la Estación de Buses.-

Esta propuesta y sus acciones, son de responsabilidad del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito en conjunto con la Agencia Metropolitana de Tránsito. Con el fin de definir el lugar más apropiado, se debe realizar un estudio de factibilidad y posteriormente de haber elegido el sitio, cambiar la estación a un sitio más apartado del hospital. Esto comprendería un beneficio directo para el hospital, sin tener repercusiones directas.

Tabla 24. Estimación de costos para aplicación de propuestas en Hospital Carlos Andrade Marín

Propuesta	Costo Unitario	Costo Total
Levantamiento de Cerramiento (430m)	\$80/m	\$34.400
Reductor de Velocidad en Calle Bolivia	\$95/m ³ de hormigón	\$57 c/u

5.3.2 Hospitales Eugenio Espejo - Isidro Ayora

Mejoramiento de Control Vehicular Externo.-

Esta propuesta y sus acciones, son de responsabilidad de la Agencia Metropolitana de Tránsito; la misma que se encargará de establecer mecanismos de control y regulación del tráfico y el comportamiento de los conductores en la calle Luis Sodiro. Esta acción representaría un beneficio directo al Hospital Isidro Ayora.

Reubicación de Estaciones de Buses y Cambio de Rutas Vehiculares.-

Esta propuesta y sus acciones, son de responsabilidad del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito en conjunto con la Agencia Metropolitana de Tránsito. Principalmente se deberá realizar un estudio para establecer el sitio más adecuado para la ubicación de las nuevas estaciones. Por otro lado, se realiza un estudio para comprobar la factibilidad de redirigir el flujo de vehículos pesados hacia rutas alternas con el fin de evitar su circulación por el frente de los hospitales. Desafortunadamente, no existen vías que cumplan con los requisitos necesarios para que sirvan como rutas alternas para vehículos de transporte público en la ruta por la que transitan las nueve líneas de buses. Para poder aplicar la segunda parte de la propuesta, se debe establecer la creación de las rutas alternas, la cual implicaría una inversión extremadamente alta y los beneficios de la misma, son inciertos. Se establece entonces que la propuesta de reubicación de estaciones es factible y los beneficios son puntuales, pero el cambio de rutas vehiculares no es una propuesta posible de realizar.

5.3.3. Hospital Gonzalo González

Mejoramiento de Control Vehicular Externo.-

Esta propuesta y sus acciones, son de responsabilidad de la Agencia Metropolitana de Tránsito; la misma que se encargará de establecer mecanismos de control y regulación del tráfico y el comportamiento de los conductores en la calle Antonio de Sierra en dirección Oeste. Estos controles implican la colocación de uno o dos reductores de velocidades, lo que representaría un beneficio directo al Hospital Gonzalo González y a las viviendas aledañas.

Usando como referencia los costos establecidos por el INEC, se estima un valor de \$57 dólares para la colocación de un reductor de velocidades con el que se espera obtener una reducción de los valores de emisión hasta 60 dB(A).

Tabla 25. Estimación de costos para aplicación de propuesta en Hospital Gonzalo González

Propuesta	Costo Unitario	Costo Total
Reductor de Velocidad	\$95/m ³ de hormigón	\$57 c/u

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- La contaminación acústica existente en los exteriores de los hospitales públicos de la zona centro del DMQ, presenta, en un 94% de casos, niveles de ruido que sobrepasan los valores sugeridos por organizaciones como la OMS y EPA, así como también los valores establecidos por las normativas de control ambiental nacional y local. A pesar de que existe una reducción en los niveles de ruido por la noche, los valores son aún superiores a lo sugerido.
- Los hospitales que se encuentran expuestos a mayores niveles de ruido son el Hospital Isidro Ayora, con 76 dBA y el Hospital Carlos Andrade Marín con 75 dBA, mientras que el Hospital que registra los valores más bajos de ruido es el Hospital Gonzalo González, alcanzando hasta los 52 dBA.
- Los niveles de ruido aumentan cuando existe presencia de avenidas de circulación masiva de vehículos, por lo que se determina que la fuente generadora de ruido más significativa en todos los sitios determinados para el estudio, es el tráfico vehicular, el mismo que a su vez aumenta la presencia de ruido por bocinas, alarmas y alta afluencia de personas.
- Del total de mediciones realizadas, el 94% de los valores registrados superan los valores establecidos por organizaciones internacionales y normativas de control ambiental.
- Los niveles de ruido obtenidos en la Avenida Gran Colombia son altos debido a la alta presencia de vehículos pesados, los cuales representan aproximadamente el 20% del total de vehículos que transitan diariamente durante el día.
- En base a los datos obtenidos, se realizaron mapas de ruido utilizando el software SoundPLAN, los cuales predicen una disminución de los niveles de ruido desde la fuente generadora (calles) hasta los edificios de los hospitales.

- Las propuestas de reducción de ruido planteadas, en su mayoría requieren un cambio estructural y organizacional de las calles y avenidas inmediatas a los hospitales con el fin de obtener una mejor organización del tráfico vehicular y disminuir el ruido causado por esta fuente.
- El ruido que afecta a los Hospitales Isidro Ayora y Carlos Andrade Marín, afecta también a las edificaciones colindantes con las calles y avenidas. Estas casas, oficinas, clínicas y consultorios médicos se ven afectadas por los elevados niveles de ruido, al igual que los comerciantes que laboran en los exteriores de estos centros de salud.

6.2 Recomendaciones

- Es necesario realizar estudios similares al presente en distintos hospitales del DMQ, con el fin de obtener modelos predictivos de la contaminación acústica de manera general en toda la ciudad. Es de vital importancia debido a que la Directiva de Ruido Ambiental ha determinado que es necesario que ciudades con más de 250 mil habitantes, cuenten con un mapa de ruido de toda el área metropolitana.
- Realizar mediciones durante las 24 horas del día, para obtener valores más cercanos a la realidad. Esto puede lograrse por medio de la optimización de la red de monitoreo de contaminación acústica que dispone la Secretaría de Ambiente.
- Se propone la realización de estudios y mediciones de los efectos del ruido ambiental y su afectación en los interiores de los hospitales, para conocer el grado real al que se encuentran expuestos los receptores.
- Se aconseja considerar la creación de normas exclusivas para el control de la contaminación acústica en exteriores e interiores de hospitales y centros de salud.
- Es necesario un control normativo y organizacional para regular los niveles de contaminación acústica emitidos por el tránsito vehicular en el DMQ cuando las fuentes están en movimiento.

- Optimizar la gestión del transporte y movilidad en la ciudad a través de: mejoramiento del transporte masivo, utilización de transporte alternativo, mantenimiento vial, parqueaderos, entre otras actividades.

REFERENCIAS

- Alonso, A. (2003). Contaminación acústica y salud. *Observatorio medioambiental*, (6), 73-95.
- American Society of Civil Engineers, Urban Transportation Division (1973) *Environmental impact: proceedings of the ASCE Urban Transportation Division specialty conference, Chicago, Illinois.*
- American Society of Planning Officials, ASPO. (1953) Zone Location for Hospitals and Other Medical Facilities. *Information Report No. 50*
- Berglund, B., Lindvall, T. y Schwela, D. (2000). New WHO guidelines for community noise. *Noise and Vibration Worldwide*, 31(4), 24–29.
- Boundless. (2014) Characteristics of Sound. *Boundless Physics*. Recuperado el 11 de mayo de 2015 de <https://www.boundless.com/physics/textbooks/boundless-physics-textbook/sound-16/introduction-128/characteristics-of-sound-453-11276/>
- Busch-Vishniac, I. J., West, J. E., Barnhill, C., Hunter, T., Orellana, D., & Chivukula, R. (2005). Noise levels in Johns Hopkins Hospital. *The Journal Of the Acoustical Society of America J. Acoust. Soc. Am.*, 118(6), 3629.
- Cabrera, I. N., & Lee, M. H. (2000). Reducing Noise Pollution in the Hospital Setting by Establishing a Department of Sound: A Survey of Recent Research on the Effects of Noise and Music in Health Care. *Preventive Medicine*, 30(4), 339–345. <http://doi.org/10.1006/pmed.2000.0638>
- Choiniere, D. B. (2010). The Effects of Hospital Noise. *Nursing Administration Quarterly*, 34(4), 327–333.
- Consejo Metropolitano de Quito (2003) Ordenanza de Zonificación que Contiene el Plan de Uso y Ocupación del Suelo N0. 008. Quito, 12 de marzo de 2003
- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

- Directorio de Servicios Públicos de Salud del Distrito Metropolitano de Quito; (2008)
- Environmental Protection Agency; EPA (2012) Noise Pollution Recuperado el 20 de Noviembre de 2014 de <http://www.epa.gov/air/noise.html#what>
- Goldsmith, M. (S/A). History of noise. Recuperado el 20 de mayo de 2015 de <http://mikegoldsmith.weebly.com/history-of-noise.html>
- González, A. E. (2014). What Does “Noise Pollution” Mean? *Journal Of Environmental Protection JEP*, 05(04), 340–350.
- Guarderas, J. (2011) Evaluación de modelos de predicción de ruido de tráfico aplicados a la ciudad de Quito mediante el software Soundplan 6.3. Quito. *UDLA, Sede Ecuador. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias*. 120p.
- Hadzi-Nikolova, M., Mirakovski, D., Ristova, E. y Ceravolo, L. (2012). Modeling and Mapping of Urban Noise Pollution with SoundPLAN Software. *International Journal for Science, Technics and Innovations for the Industry MTM (Machines, Technologies, Materials)*, 6(5/2012), 38-42.
- Hilton, B. A. (1985). Noise in acute patient care areas. *Res. Nurs. Health Research In Nursing & Health*, 8(3), 283–291.
- Hsu, T., Ryherd, E., Wayne, K. P., & Ackerman, J. (2012). Noise pollution in hospitals: impact on patients. *JCOM*, 19(7), 301-9.
- Instituto Nacional de Estadísticas Y Censos. (2015) Índices de Precios de Materiales, Equipo y Maquinaria de la Construcción IPCO. *Boletín No. 178 - Enero 2015*
- Juang, D. F., Lee, C. H., Yang, T. y Chang, M. C. (2010). Noise pollution and its effects on medical care workers and patients in hospitals. *Int. J. Environ. Sci. Technol. International Journal Of Environmental Science & Technology*, 7(4), 705–716.
- Kryter, K. D. (1994) The handbook of hearing and the effects of noise: Physiology, psychology, and public health. *Academic Press*. Emerald Group Publishing Limited
- Luzzi, S., y Falchi, S. (2002). Noise pollution in a general hospital. *Canadian Acoustics*, 30(3), 128-129.

- Mangalekar, S. B., Jadhav, A. S. y Raut, P. D. (2012). Study of noise pollution in Kolhapur city, Maharashtra, India. *Sleep*, 35, 16.
- Medical Architecture Planning System, MAPS. (S/A) Principles of Hospital Planning. Recuperado el 26 de mayo de 2015 de http://www.maps-jo.com/www.maps-jo.com/pdf/hospita_planning_design.pdf
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2001) Plan de Desarrollo 2012-2022. Quito, diciembre de 2012.
- Murphy, E., King, E. y Rice, H. (2009). Estimating human exposure to transport noise in central Dublin, Ireland. *Environment International*, 35(2), 298–302.
- Naish, D. A., Tan, A. C. y Demirbilek, F. N. (2012). Estimating health related costs and savings from balcony acoustic design for road traffic noise. *Applied Acoustics*, 73(5), 497–507.
- Organización Mundial de la Salud OMS, (2000) Guías para el ruido urbano. *Stockholm University y Karolinska Institute*
- Organización Mundial de la Salud OMS, (2011) Agobio de enfermedades causadas por ruido ambiental. *Oficina Regional de Europa de la OMS*
- Pai, J.Y. (2007). A Study in Hospital Noise—A Case From Taiwan. *International Journal Of Occupational Safety and Ergonomics*, 13(1), 83–90.
- Passchier-Vermeer, W., & Passchier, W. F. (2000). Noise Exposure and Public Health. *Environmental Health Perspectives*, 108, 123.
- Pinto, F. A. N. C. (2010). Urban Noise Pollution Assessment Techniques. *Methods And Techniques in Urban Engineering*.
- Platzer, L., Iñiguez, R., Cevo, J. y Ayala, F. (2007). Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. *Revista De Otorrinolaringología y Cirugía De Cabeza y Cuello Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello*, 67(2).
- Pope, D. (2010). Decibel levels and noise generators on four medical/surgical nursing units. *Journal Of Clinical Nursing*, 19(17-18), 2463–2470.
- RAE; (2002) *Diccionario de la Lengua Española*. (22nda Edición)
- Rubianes, J. (2009) Elaboración de un mapa de ruido ambiental para determinar la ubicación más apropiada de los puntos de monitoreo para

- la Red Mínima de Monitoreo del Ruido Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito, Zonas 2: Calderón, Carapungo, Centro, Los Chillos y Tumbaco. *Universidad Internacional SEK*
- Safetyline institute Government of Western Australia, Department of Commerce. (2009): Occupational Health & Safety Practitioner. *Reading the Hearing Mechanism: 3.*
- Schacter, D. L., Gilbert, D. T., y Wegner, D. M. (2009). *Psychology*. New York: Worth Publishers.
- Schomer, P. (2001): A White Paper on Assessment of Noise Annoyance. *Schomer and Associates, Inc., Champaign: 1.*
- Short, M. y Pearson, A. (2011) Effects of noise pollution on healthcare staff and patients. p. 1-6
- Simmins, G. (2015) Urban and Regional Planning. *The Canadian Encyclopedia* Recuperado el 25 de mayo de 2015 de <http://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/urban-and-regional-planning/>
- Singh, N.; Davar, S. C. (2004): Noise Pollution-Sources, Effects and Control. *J. Hum. Ecol.*, 16(3): 181-187
- Stansfeld, S. A. (2003). Noise pollution: non-auditory effects on health. *British Medical Bulletin*, 68(1), 243–257.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, (TULSMA). LIBRO VI: de la Calidad Ambiental; Anexo 5 Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles y para vibraciones. Decreto Ejecutivo 3516, publicada en el Registro Oficial Suplemento 2 de 31-mar.-2003, última modificación: 2015.
- Thomas, E. (2013) Zoning. *The Canadian Encyclopedia*. Recuperado el 25 de mayo de 2015 de <http://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/zoning/>
- Tsara, V., Nena, E., Serasli, E., Vasileiadis, V., Matamis, D., & Christaki, P. (2008). Noise levels in Greek hospitals. *Noise Health Noise And Health*, 10(41), 110.

ANEXOS

Anexo 1. Registro de Mediciones y Conteo de Vehículos en el Día – Hospital Carlos Andrade Marín

Fecha: 31/08/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
América	06:02	06:22	1.5m	69.9 dB	263
Bolivia	06:33	06:53	1.5m	76.7 dB	278
Av. Universitaria	07:06	07:26	1.5m	71.7 dB	580
18 de Septiembre	07:33	07:53	1.5m	65.3 dB	307
Portoviejo	07:59	08:19	1.5m	59 dB	91

Fecha: 01/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
América	09:27	09:47	1.5m	71.3 dB	619
Bolivia	11:26	11:46	1.5m	75.1 dB	312
Av. Universitaria	10:36	10:56	1.5m	72.6 dB	744
18 de Septiembre	11:00	11:20	1.5m	66 dB	322
Portoviejo	10:05	10:25	1.5m	62.2 dB	93

Fecha: 04/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
América	05:13*	05:33*	1.5m	61.8 dB	51
Bolivia	05:39*	05:59*	1.5m	69.9 dB	65
Av. Universitaria	06:31	06:51	1.5m	72.2 dB	519
18 de Septiembre	06:05	06:25	1.5m	68.8 dB	207
Portoviejo	07:07	07:27	1.5m	62.7 dB	80

* Jornada Noche

Fecha: 07/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
América	10:25	10:45	1.5m	70.9 dB	592
Bolivia	10:51	11:11	1.5m	75.7 dB	329
Av. Universitaria	11:52	12:12	1.5m	71.9 dB	705
18 de Septiembre	12:17	12:37	1.5m	63.9 dB	269
Portoviejo	11:25	11:45	1.5m	67.4 dB	133

Anexo 2. Registro de Mediciones y Conteo de Vehículos en el Día – Hospitales
Eugenio Espejo e Isidro Ayora

Fecha: 31/08/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia EE	09:15	09:35	1.5m	75.1 dB	460
Yaguachi	08:48	09:08	1.5m	73.5 dB	204
Luis Sodiro	09:41	10:01	1.5m	67.2 dB	250

Fecha: 01/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia IA	08:06	08:36	1.5m	77 dB	504
Yaguachi	08:38	08:58	1.5m	73 dB	246
Luis Sodiro	07:44	08:04	1.5m	67.4 dB	317

Fecha: 03/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia EE	06:39	06:59	1.5m	76.2 dB	480
Yaguachi	06:13	06:33	1.5m	71.9 dB	148
Luis Sodiro	07:03	07:33	1.5m	68.7 dB	283

Fecha: 03/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia IA	09:12	09:32	1.5m	76 dB	498
Yaguachi	10:08	10:28	1.5m	72.4 dB	224
Luis Sodiro	09:38	09:58	1.5m	69.2 dB	353

Fecha: 04/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia EE	11:21	11:41	1.5m	74.1 dB	371
Yaguachi	10:55	11:15	1.5m	71.1 dB	208
Luis Sodiro	11:46	12:06	1.5m	67,8 dB	250

Anexo 3. Registro de Mediciones y Conteo de Vehículos en el Día – Hospital Gonzalo González

Fecha: 31/08/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Pablo Guevara	10:55	11:15	1.5m	60.3 dB	17
Ant. Sierra 1	11:19	11:39	1.5m	74.1 dB*	104
Ant. Sierra 2	11:43	12:03	1.5m	69 dB*	6

* Extremos por Viento

Fecha: 01/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Pablo Guevara	06:06	06:26	1.5m	66.4 dB	13
Ant. Sierra 1	06:29	06:49	1.5m	70.7 dB	137
Ant. Sierra 2	06:52	07:12	1.5m	60.7 dB	21

Fecha: 03/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Pablo Guevara	07:49	08:09	1.5m	69.1 dB	35
Ant. Sierra 1	08:13	08:33	1.5m	71.6 dB	137
Ant. Sierra 2	08:36	08:56	1.5m	58.8 dB	18

Fecha: 04/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Pablo Guevara	07:43	08:03	1.5m	68.8 dB	31
Ant. Sierra 1	08:07	08:27	1.5m	71.6 dB	127
Ant. Sierra 2	08:30	08:50	1.5m	59.3 dB	12

Fecha: 07/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Pablo Guevara	08:54	09:14	1.5m	60.7 dB	25
Ant. Sierra 1	09:19	09:39	1.5m	70.6 dB	121
Ant. Sierra 2	09:41	10:01	1.5m	57.7 dB	14

Anexo 4. Registro de Mediciones y Conteo de Vehículos en la Tarde – Hospital Carlos Andrade Marín

Fecha: 01/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
América	12:50	13:10	1.5m	74.4 dB	650
Bolivia	12:00	12:20	1.5m	72.5 dB	342
Av. Universitaria	13:45	14:05	1.5m	73.4 dB	783
18 de Septiembre	12:24	12:44	1.5m	68.6 dB	273
Portoviejo	13:16	13:36	1.5m	62.7 dB	81

Fecha: 02/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
América	13:45	14:05	1.5m	71.3 dB	595
Bolivia	15:37	15:57	1.5m	72.9 dB	309
Av. Universitaria	14:47	15:07	1.5m	72.3 dB	782
18 de Septiembre	15:12	15:32	1.5m	67.3 dB	278
Portoviejo	14:19	14:39	1.5m	62.8 dB	86

Fecha: 03/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
América	12:49	13:10	1.5m	71.8 dB	573
Bolivia	13:30	13:40	1.5m	73 dB	295
Av. Universitaria	14:26	14:46	1.5m	73.2 dB	619
18 de Septiembre	14:42	15:12	1.5m	64.4 dB	283
Portoviejo	13:56	14:16	1.5m	65.6 dB	99

Fecha: 04/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Av. Universitaria	16:18	16:38	1.5m	71.8 dB	678
18 de Septiembre	17:15	17:35	1.5m	65 dB	282
Portoviejo	16:45	17:05	1.5m	62.1 dB	78

Fecha: 07/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Av. Universitaria	15:12	15:32	1.5m	71 dB	791
18 de Septiembre	14:43	15:03	1.5m	65.4 dB	274
Portoviejo	15:42	16:02	1.5m	64.8 dB	65

Anexo 5. Registro de Mediciones y Conteo de Vehículos en la Tarde –
Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora

Fecha: 01/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia EE	15:00	15:20	1.5m	75.9 dB	436
Yaguachi	14:32	14:53	1.5m	75 dB	247
Luis Sodiro	15:26	15:36	1.5m	69.1 dB	247

Fecha: 02/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia IA	11:59	12:20	1.5m	76,2 dB	462
Yaguachi	12:55	13:15	1.5m	75.2 dB	247
Luis Sodiro	12:25	12:46	1.5m	66.7 dB	257

Fecha: 03/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia EE	17:35	17:55	1.5m	73.7 dB	413
Yaguachi	17:09	17:29	1.5m	73.2 dB	187
Luis Sodiro	18:00	18:20	1.5m	67.4 dB	272

Fecha: 04/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia IA	14:35	14:55	1.5m	78.3 dB	453
Yaguachi	15:30	15:50	1.5m	73.3 dB	254
Luis Sodiro	15:01	15:21	1.5m	69.7 dB	275

Fecha: 07/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia IA	13:00	13:20	1.5m	78 dB	489
Yaguachi	13:53	14:13	1.5m	73 dB	262
Luis Sodiro	13:25	13:45	1.5m	70 dB	255

Anexo 6. Registro de Mediciones y Conteo de Vehículos en la Tarde – Hospital Gonzalo González

Fecha: 31/08/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Ant. Sierra 1	12:27	12:47	1.5m	72.2 dB*	76
Ant. Sierra 2	12:04	12:24	1.5m	69.6 dB*	16

* Valores por Vientos Fuertes

Fecha: 01/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Pablo Guevara	16:10	16:30	1.5m	62.9 dB	15
Ant. Sierra 1	16:35	16:55	1.5m	69.8 dB	89
Ant. Sierra 2	16:58	17:18	1.5m	59.3 dB	16

Fecha: 02/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Pablo Guevara	16:19	16:39	1.5m	65.5 dB	15
Ant. Sierra 1	16:44	17:04	1.5m	72 dB	96
Ant. Sierra 2	17:07	12:27	1.5m	57.9 dB	18

Fecha: 03/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Pablo Guevara	15:39	15:59	1.5m	70.3 dB	20
Ant. Sierra 1	16:07	16:27	1.5m	76 dB*	69
Ant. Sierra 2	16:30	16:50	1.5m	61.8 dB	14

* Valores por Vientos Fuertes

Fecha: 04/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Pablo Guevara	12:58	13:18	1.5m	67 dB	22
Ant. Sierra 1	13:24	13:44	1.5m	72.4 dB	99
Ant. Sierra 2	13:57	14:07	1.5m	69.7 dB*	19

* Valores por Vientos Fuertes

Anexo 7. Registro de Mediciones y Conteo de Vehículos en la Noche – Hospital Carlos Andrade Marín

Fecha: 08/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
América*	17:37	17:57	1.5m	70.7 dB	532
Bolivia	18:03	18:23	1.5m	73.7 dB	386
Av. Universitaria	19:05	19:25	1.5m	75.5 dB	641
18 de Septiembre	19:31	19:51	1.5m	62.9 dB	197
Portoviejo	18:36	18:56	1.5m	60.5 dB	75

* Jornada Tarde

Fecha: 09/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
América	20:39	20:59	1.5m	68.8 dB	252
Bolivia	22:20	22:40	1.5m	66.3 dB	88
Av. Universitaria	21:29	21:49	1.5m	71.8 dB	357
18 de Septiembre	21:55	22:16	1.5m	61.6 dB	85
Portoviejo	21:04	21:24	1.5m	56.8 dB	18

Fecha: 10/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
América	19:42	20:02	1.5m	69.8 dB	329
Bolivia	20:07	20:27	1.5m	72.7 dB	388
Av. Universitaria	20:33	20:53	1.5m	71.5 dB	539
18 de Septiembre	20:59	21:19	1.5m	61.5 dB	131
Portoviejo	21:27	21:47	1.5m	56.6 dB	13

Fecha: 14/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Bolivia	20:15	20:35	1.5m	71.5 dB	253
Av. Universitaria	19:25	19:45	1.5m	72.3 dB	724
18 de Septiembre	19:51	20:11	1.5m	65 dB	184
Portoviejo	18:59	19:19	1.5m	63.5 dB	75

Fecha: 15/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
América	22:40	23:00	1.5m	63.8 dB	91
Bolivia	00:19	00:39	1.5m	63.8 dB	31
Av. Universitaria	23:27	23:47	1.5m	61.7 dB	104
18 de Septiembre	23:54	00:14	1.5m	57.3 dB	41
Portoviejo	23:03	23:23	1.5m	54.7 dB	7

Anexo 8. Registro de Mediciones y Conteo de Vehículos en la Noche –
Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora

Fecha: 08/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia EE	21:10	21:30	1.5m	68.9 dB	307
Yaguachi	20:12	20:32	1.5m	68.9 dB	180
Luis Sodiro	20:45	21:05	1.5m	63.4 dB	123

Fecha: 09/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia EE	20:06	20:26	1.5m	70.7 dB	440
Yaguachi	19:13	19:33	1.5m	70.9 dB	212
Luis Sodiro	19:40	20:00	1.5m	65.8 dB	248

Fecha: 10/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia EE	18:34	18:54	1.5m	75.5 dB	428
Yaguachi	18:09	18:29	1.5m	70.7 dB	263
Luis Sodiro	18:59	19:20	1.5m	70 dB	161

Fecha: 14/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia EE	23:05	23:25	1.5m	65.8 dB	90
Yaguachi	22:14	22:34	1.5m	64.1 dB	74
Luis Sodiro	22:41	23:01	1.5m	62.8 dB	49

Fecha: 15/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Gran Colombia EE	22:13	22:33	1.5m	65.2 dB	171
Yaguachi	21:26	21:46	1.5m	69 dB	109
Luis Sodiro	21:50	22:10	1.5m	63.3 dB	79

Anexo 9. Registro de Mediciones y Conteo de Vehículos en la Noche – Hospital Gonzalo González

Fecha: 08/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Pablo Guevara	21:43	22:03	1.5m	58.9 dB	8
Ant. Sierra 1	22:08	22:28	1.5m	62 dB	40
Ant. Sierra 2	22:38	22:58	1.5m	52.8 dB	6

Fecha: 09/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Pablo Guevara	17:48	18:08	1.5m	61.3 dB	20
Ant. Sierra 1	18:11	18:31	1.5m	66.8 dB	106
Ant. Sierra 2	18:34	18:54	1.5m	57.5 dB	14

Fecha: 10/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Pablo Guevara	22:53	23:13	1.5m	53 dB	7
Ant. Sierra 1	22:30	22:50	1.5m	61.3 dB	34
Ant. Sierra 2	22:03	22:23	1.5m	54.9 dB	9

Fecha: 14/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Pablo Guevara	20:52	21:12	1.5m	59 dB	13
Ant. Sierra 1	21:16	21:36	1.5m	61.7 dB	60
Ant. Sierra 2	21:41	22:01	1.5m	55.7 dB	14

Fecha: 15/09/2015

Punto de Medición	Hora Inicio	Hora Final	Altura Equipo	Nivel Medido	Vehículos
Pablo Guevara	20:06	20:26	1.5m	59.4 dB	18
Ant. Sierra 1	20:29	20:49	1.5m	62.4 dB	97
Ant. Sierra 2	20:53	21:13	1.5m	53.5	7

Anexo 10. Conteo de Vehículos Jornada Diurna – Hospital Carlos Andrade Marín

18 de Septiembre					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porcentaje Pesados
31/08/2015	7:33 - 7:53	269	19	19	6.19%
01/09/2015	11:00 - 11:20	290	16	16	4.97%
04/09/2015	6:05 - 6:25	190	4	13	1.93%
07/09/2015	12:17 - 12:37	230	21	18	7.81%
Promedios	6:05 - 12:37	245	15	17	5.43%

Portoviejo					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porcentaje Pesados
31/08/2015	7:59 - 8:19	91	0	0	0.00%
01/09/2015	10:05 - 10:25	86	2	5	2.15%
04/09/2015	7:07 - 7:27	75	2	3	2.50%
07/09/2015	11:25 - 11:45	124	1	8	0.75%
Promedios	7:07 - 11:45	94	1	4	1.26%

Avenida Universitaria						
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porcentaje Pesados	Porc. Total Pes.
31/08/2015	7:06 - 7:26	NS:148 / SN:306	NS:55 / SN:35	NS:9 / SN:27	NS: 26% / SN: 15%	15.50%
01/09/2015	10:36 - 10:56	NS:253 / SN:375	NS:47 / SN:37	NS:16 / SN:16	NS:14.8% / SN:8.6%	11.29%
04/09/2015	6:31 - 6:51	NS:175 / SN:230	NS:44 / SN:34	NS:8 / SN:28	NS: 19.3% / SN:11.6%	15%
07/09/2015	11:52 - 12:12	NS:255 / SN:300	NS:51 / SN:52	NS:21 / SN:26	NS:15.5% / SN:13.7%	14.40%
Promedios	7:06 - 12:12	NS:208 / SN:303	NS:49 / SN:40	NS:14 / SN:24	NS:18% / SN:10.8%	13.90%

NS Norte-Sur
SN Sur-Norte

Bolivia					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porcentaje Pesados
31/08/2015	6:33 - 6:53	250	23	5	8.27%
01/09/2015	11:46 - 11:26	265	26	21	8.33%
04/09/2015	5:39 - 5:59	55	10	0	15.38%
07/09/2015	10:51 - 11:11	281	28	20	8.51%
Promedios	6:33 - 11:11	265	26	15	8.38%

América						
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Pesados +4 ejes	Porc. Pesados
31/08/2015	6:04 - 6:24	226	17	15	5	8.37%
01/09/2015	9:27 - 9:47	550	22	38	9	5.01%
04/09/2015	5:13 - 5:33	44	5	2	0	9.80%
07/09/2015	10:25 - 10:45	520	22	46	4	4.39%
Promedios	6:04 - 10:45	432	20	33	6	5.36%

Anexo 11. Conteo de Vehículos Jornada Diurna – Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora

Gran Colombia							
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Pesados +4 ejes	Porc. Pesados	Porc. Total Pes.
31/08/2015	9:15 - 9:35	OE:182 / EO:170	OE:25 / EO:39	OE:7 / EO:9	OE:13 / EO:15	OE:16.7% / EO:24.21%	20%
01/09/2015	8:11 - 8:31	OE:212 / EO:169	OE:33 / EO:35	OE:19 / EO:10	OE:12 / EO:14	OE:16.3% / EO:21.5%	18.60%
03/09/2015	6:39 - 6:59	OE:200 / EO:161	OE:39 / EO:31	OE:12 / EO:8	OE:12 / EO:17	OE:19.3% / EO:22.11%	20.60%
03/09/2015	9:12 - 9:32	OE:204 / EO:180	OE:39 / EO:31	OE:9 / EO:10	OE:15 / EO:11	OE:20.22% / EO:18.1%	19.20%
04/09/2015	11:21 - 11:41	OE:115 / EO:154	OE:21 / EO:34	OE:12 / EO:12	OE:16 / EO:7	OE:22.6% / EO:19.8%	21%
Promedios	6:39 - 11:41	OE:183 / EO:167	OE:31 / EO:34	OE:12 / EO:10	OE:14 / EO:13	OE:18.7% / EO:21%	19.80%

OE Oeste-Este
EO Este-Oeste

Yaguachi					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
31/08/2015	8:48 - 9:08	182	13	9	6.37%
01/09/2015	8:38 - 8:58	228	13	5	5.28%
03/09/2015	6:13 - 6:33	135	9	4	6.08%
03/09/2015	10:08 - 10:28	207	6	11	2.68%
04/09/2015	10:55 - 11:15	184	13	11	6.25%
Promedios	6:13 - 11:15	187	11	8	5.24%

Luis Sodiro					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
31/08/2015	9:41 - 10:01	225	12	13	4.80%
01/09/2015	7:44 - 8:04	300	4	13	1.26%
03/09/2015	7:04 - 7:24	265	9	9	3.18%
03/09/2015	9:37 - 9:59	335	8	10	2.27%
04/09/2015	11:46 - 12:06	237	3	10	1.20%
Promedios	7:04 - 12:06	272	7	11	2.48%

Anexo 12. Conteo de Vehículos Jornada Diurna – Hospital Gonzalo González

Pablo Guevara					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
31/08/2015	10:55 - 11:15	13	2	2	11.76%
01/09/2015	6:06 - 6:26	9	4	0	30.77%
03/09/2015	7:48 - 8:08	30	3	2	8.57%
04/09/2015	7:43 - 8:03	28	2	1	6.45%
07/09/2015	8:54 - 9:14	20	2	3	8.00%
Promedios	6:06 - 11:15	20	2.6	1.6	10.74%

Antonio Sierra 1					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
31/08/2015	11:19 - 11:39	90	10	4	9.62%
01/09/2015	6:29 - 6:49	126	6	5	4.38%
03/09/2015	8:13 - 8:33	125	7	5	5.11%
04/09/2015	8:07 - 8:27	113	8	6	6.30%
07/09/2015	9:19 - 9:39	103	10	8	8.26%
Promedios	6:29 - 11:39	111.4	8.2	5.6	6.55%

Antonio Sierra 2					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
31/08/2015	11:43 - 12:03	6	0	0	0.00%
01/09/2015	6:52 - 7:12	17	2	2	9.52%
03/09/2015	8:23 - 8:43	15	1	2	5.56%
04/09/2015	8:30 - 8:50	12	0	0	0.00%
07/09/2015	9:41 - 10:01	12	0	2	0.00%
Promedios	6:52 - 12:03	12.4	1	1.2	4.23%

Anexo 13. Conteo de Vehículos Jornada Tarde – Hospital Carlos Andrade Marín

18 de Septiembre					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porcentaje Pesados
01/09/2015	12:24 - 12:44	250	17	6	6.23%
02/09/2015	15:12 - 15:32	250	17	11	6.12%
03/09/2015	14:51 - 15:11	250	20	13	7.07%
04/09/2015	17:15 - 17:35	250	22	10	7.80%
07/09/2015	14:43 - 15:03	235	21	18	7.66%
Promedios	12:24 - 17:35	247	19	12	6.98%

Portoviejo					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porcentaje Pesados
01/09/2015	13:16 - 13:36	77	2	2	2.47%
02/09/2015	14:19 - 14:39	77	2	7	2.33%
03/09/2015	13:56 - 14:16	86	5	8	5.05%
04/09/2015	16:45 - 17:05	71	3	4	3.85%
07/09/2015	15:42 - 16:02	55	1	9	1.54%
Totales	13:16 - 17:05	73	3	6	3.18%

Avenida Universitaria						
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porcentaje Pesados	Porc. Total Pes.
01/09/2015	13:35 - 14:05	NS:298 / SN:320	NS:60 / SN:44	NS:36 / SN:25	NS:15,2% / SN:11,3%	13,2%
02/09/2015	14:47 - 15:07	NS:288 / SN:350	NS:60 / SN:40	NS:24 / SN:20	NS:16,1% / SN:9,7%	12,8%
03/09/2015	14:26 - 14:46	NS:204 / SN:300	NS:39 / SN:40	NS:9 / SN:27	NS:15.4% / SN:10.9%	12.70%
04/09/2015	16:18 - 16:38	NS:254 / SN:290	NS:46 / SN:50	NS:17 / SN:21	NS:14.5% / SN:13.8%	14.10%
07/09/2015	15:12 - 15:32	NS:283 / SN:370	NS:56 / SN:39	NS:23 / SN:20	NS:15.4% / SN:9%	12.00%
Promedios	13:35 - 16:38	NS:265 / SN:326	NS:52 / SN:43	NS:22 / SN:23	NS:15.3% / SN:10.9%	12.90%

NS Norte-Sur

SN Sur-Norte

Bolivia					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porcentaje Pesados
01/09/2015	12:00 - 12:20	300	25	17	7.31%
02/09/2015	15:37 - 15:57	264	27	18	8.74%
03/09/2015	13:20 - 13:40	255	25	15	8.47%
Promedios	12:00 - 15:57	273	26	17	8.14%

América						
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Pesados +4 ejes	Porc. Pesados
01/09/2015	12:50 - 13:10	570	32	48	5	5.65%
02/09/2015	13:45 - 14:05	506	29	54	6	5.88%
03/09/2015	12:49 - 13:10	490	24	51	8	5.58%
Promedios	12:49 - 14:05	522	28	51	6	5.70%

Anexo 14. Conteo de Vehículos Jornada Tarde – Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora

Gran Colombia							
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Pesados +4 ejes	Porc. Pesados	Porc. Total Pes.
01/09/2015	15:00 - 15:20	EO:167 / OE:160	EO:36 / OE:26	EO:15 / OE:13	EO:12 / OE:7	EO:15.6% / OE:12,6%	14,2%
02/09/2015	11:59 - 12:20	EO:200 / OE:164	EO:30 / OE:32	EO:21 / OE:15	EO:14 / OE:10	EO:11,3% / OE:14,4%	12.70%
03/09/2015	17:36 - 17:56	EO:186 / OE:115	EO:28 / OE:21	EO:19 / OE:12	EO:16 / OE:16	EO:17.6% / OE:22.56%	19.61%
04/09/2015	14:35 - 14:55	EO:166 / OE:161	EO:34 / OE:29	EO:21 / OE:20	EO:10 / EO:12	EO:19% / OE: 18.4%	18.70%
07/09/2015	13:00 - 13:20	EO:210 / OE:151	EO:28 / OE:45	EO:18 / OE:15	EO:8 / EO:14	EO:13.6% / OE:26.2%	19.40%
Promedios	11:59 - 17:56	EO:152 / OE:150	EO:31 / OE:30	EO:19 / OE:15	EO:12 / OE:12	EO:20% / OE:20.2%	20.10%

OE Oeste-Este
EO Este-Oeste

Yaguachi					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
01/09/2015	14:32 - 14:53	230	8	9	3.24%
02/09/2015	12:55 - 13:15	220	13	14	5.26%
03/09/2015	17:09 - 17:29	176	9	10	4.62%
04/09/2015	15:30 -15:50	230	16	8	6.30%
07/09/2015	13:53 - 14:13	238	14	10	5.34%
Promedios	12:55 - 17:29	219	12	10	4.98%

Luis Sodiro					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
01/09/2015	15:26 - 15:46	230	5	12	2.02%
02/09/2015	12:25 - 12:46	240	6	11	2.33%
03/09/2015	18:00 - 18:20	255	4	13	1.47%
04/09/2015	15:01 - 15:21	260	6	9	2.18%
07/09/2015	13:25 - 13:45	228	11	16	4.31%
Promedios	12:25 - 18:20	243	6	12	2.45%

Anexo 15. Conteo de Vehículos Jornada Tarde – Hospital Gonzalo González

Pablo Guevara					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
01/09/2015	16:10 - 16:30	8	3	1	25.00%
02/09/2015	16:19 - 16:39	11	2	2	13.33%
03/09/2015	15:39 - 15:59	17	3	0	15.00%
04/09/2015	12:58 -13:18	17	4	1	18.18%
Promedios	12:58 -16:39	13	3	1	17.39%

Antonio Sierra 1					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
31/08/2015	12:27 - 12:47	66	5	5	6.58%
01/09/2015	16:35 - 16:55	77	9	3	10.11%
02/09/2015	16:53 - 16:55	77	13	6	13.54%
03/09/2015	16:07 - 16:27	58	8	5	11.27%
04/09/2015	13:24 - 13:44	78	13	8	13.13%
Promedios	12:27 - 16:55	71.2	9.6	5.4	11.14%

Antonio Sierra 2					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
31/08/2015	12:04 -12:24	15	0	1	0%
01/09/2015	16:58 - 17:18	16	0	0	0%
02/09/2015	17:07 - 17:27	16	0	2	0%
03/09/2015	16:30 - 16:50	14	0	0	0%
04/09/2015	13:57 - 14:06	19	0	0	0%
Promedios	12:04 - 17:27	16	0	1	0%

Anexo 16. Conteo de Vehículos Jornada Nocturna – Hospital Carlos Andrade Marín

18 de Septiembre					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porcentaje Pesados
08/09/2015	19:31 - 19:51	171	16	10	8.12%
09/09/2015	21:55 - 22:16	76	2	7	2.35%
10/09/2015	20:59 - 20:19	117	8	6	6.11%
14/09/2015	19:51 - 20:11	169	14	1	7.61%
15/09/2015	23:54 - 00:14	38	2	1	4.88%
Promedios	19:31 - 00:14	114	8	5	6.58%

Portoviejo					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porcentaje Pesados
08/09/2015	18:36 - 18:56	71	1	3	1.33%
09/09/2015	21:04 - 21:24	18	0	0	0.00%
10/09/2015	21:27 - 27:47	11	0	2	0.00%
14/09/2015	18:59 - 19:19	71	0	4	0.00%
15/09/2015	23:03 - 23:23	6	0	1	0.00%
Promedios	18:36 - 23:23	35	0	2	0.53%

Avenida Universitaria						
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porcentaje Pesados	Porc. Total Pes.
08/09/2015	19:05 - 19:25	NS:275 / SN:227	NS:53 / SN:38	NS:33 / SN:15	NS:14.6% / SN:13.5%	14.10%
09/09/2015	21:29 - 21:49	NS:175 / SN:121	NS:20 / SN:14	NS:18 / SN:9	NS:9.3% / SN:9.7%	9.50%
10/09/2015	20:33 - 20:53	NS:287 / SN:162	NS:40 / SN:29	NS:17 / SN:5	NS:11.6% / SN:14.7%	12.80%
14/09/2015	19:25 - 19:45	NS:335 / SN:220	NS:75 / SN:32	NS:50 / SN:12	NS:16.3% / SN:12.1%	14.70%
15/09/2015	23:27 - 23:47	NS:51 / SN:44	NS:2 / SN:1	NS:1 / SN:5	NS:3.7% / SN:2%	2.88%
Promedios	19:05 - 23:47	NS:225 / SN:155	NS:38 / SN:23	NS:24 / SN:9	NS:13% / SN:12.2%	12.80%

NS Norte-Sur

SN Sur-Norte

Bolivia					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porcentaje Pesados
08/09/2015	18:03 - 18:23	335	28	23	7.25%
09/09/2015	22:20 - 22:40	84	0	4	0.00%
10/09/2015	20:07 - 20:27	361	17	10	4.38%
14/09/2015	20:15 - 20:35	226	20	7	7.91%
15/09/2015	00:19 - 00:39	27	1	3	3.23%
Promedios	18:03 - 00:39	207	13	9	5.76%

América						
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Pesados +4 ejes	Porc. Pesados
08/09/2015	17:37 - 17:57	484	25	16	7	6.02%
09/09/2015	20:39 - 20:59	235	4	10	3	2.78%
10/09/2015	19:42 - 20:02	300	10	13	6	4.86%
15/09/2015	22:40 - 23:00	85	0	4	2	2.20%
Promedios	19:42 - 23:00	207	5	9	4	3.72%

Anexo 17. Coteo de Vehículos Jornada Nocturna – Hospitales Eugenio Espejo e Isidro Ayora

Gran Colombia							
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Pesados +4 ejes	Porc. Pesados	Porc. Total Pes.
08/09/2015	21:10 - 21:30	EO:161 / OE:100	EO:10 / OE:1	EO:11 / OE:4	EO:10 / OE:10	EO:10.4% / OE:9.5%	10%
09/09/2015	20:06 - 20:26	EO:235 / OE:141	EO:14 / OE:10	EO:15 / OE:6	EO:10 / OE:9	EO:8.7% / OE:11.4%	9.70%
10/09/2015	18:34 - 18:54	EO:182 / OE:145	EO:32 / OE:26	EO:6 / OE: 17	EO:10 / OE:10	EO:18.2% / OE:18.1%	18.20%
14/09/2015	23:05 - 23:25	EO:48 / OE:36	EO:2 / OE:0	EO:1 / OE:2	EO:1 / OE:0	EO:5.7% / OE:0%	3.30%
15/09/2015	22:13 - 22:33	EO:75 / OE:83	EO:0 / OE:1	EO:3 / OE:3	EO:5 / OE:1	EO:6% / OE:2.2%	4%
Promedios	18:34 - 23:25	EO:140 / OE:101	EO:12 / OE:8	EO:7 OE:6	EO:7 / OE:6	EO:11.45 / OE:11.5	11.40%

OE Oeste-Este
EO Este-Oeste

Yaguachi					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
08/09/2015	20:12 - 20:32	170	6	4	3.33%
09/09/2015	19:13 - 19:33	203	4	5	1.89%
10/09/2015	18:09 - 18:29	245	6	12	2.28%
14/09/2015	22:14 - 22:34	74	0	0	0.00%
15/09/2015	21:26 - 21:46	104	2	3	1.83%
Promedios	18:09 - 22:34	159	4	5	2.15%

Luis Sodiro					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
08/09/2015	20:45 - 21:05	116	0	7	0.00%
09/09/2015	19:40 - 20:00	239	2	7	0.81%
10/09/2015	18:59 - 19:20	140	6	9	3.87%
14/09/2015	22:41 - 23:01	49	0	0	0.00%
15/09/2015	21:50 - 22:10	72	2	5	2.53%
Promedios	18:59 - 23:01	123	2	6	1.53%

Anexo 18. Conteo de Vehículos Jornada Nocturna – Hospital Gonzalo
González

Pablo Guevara					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
08/09/2015	21:43 - 22:03	7	0	1	0.00%
09/09/2015	17:48 - 18:08	19	1	0	5.00%
10/09/2015	22:53 - 23:13	7	0	0	0.00%
14/09/2015	20:52 - 21:12	13	0	0	0.00%
15/09/2015	20:06 - 20:26	16	1	1	5.56%
Promedios	17:48 - 23:13	12	0	0	0.00%

Antonio Sierra 1					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
08/09/2015	22:08 - 22:28	37	0	3	0.00%
09/09/2015	18:11 - 18:31	92	6	8	5.66%
10/09/2015	22:30 - 22:50	31	1	2	2.94%
14/09/2015	21:16 - 21:36	58	0	2	0.00%
15/09/2015	20:29 - 20:49	94	1	2	1.03%
Promedios	18:11 - 22:50	62	2	3	2.37%

Antonio Sierra 2					
Fecha	Tiempo	Livianos	Pesados	Motos	Porc. Pesados
08/09/2015	22:38 - 22:58	4	0	2	0%
09/09/2015	18:34 - 18:54	11	0	3	0%
10/09/2015	22:03 - 22:24	7	0	2	0%
14/09/2015	21:41 - 22:01	14	0	0	0%
15/09/2015	20:53 - 21:23	7	0	0	0%
Promedios	18:34 - 22:58	9	0	1	0%

Anexo 19. Medición en Hospital Isidro Ayora



Anexo 20. Medición en Hospital Gonzalo González



Anexo 21. Medición Nocturna Hospital Carlos Andrade Marín

