

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
CUENCA**

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis previa a la obtención del Título de: Ingeniero Ambiental

**“INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS COTIDIANAS EN LA
CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LA ZONA DE REGENERACIÓN
URBANA DE LA CIUDAD CUENCA”**

**AUTORES: SAÚL NAPOLEÓN DURAZNO MOSCOSO
DIEGO MAURICIO PEÑA DURÁN**

DIRECTOR: ING. SERVIO ASTUDILLO

Cuenca 2011

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Cuenca, Febrero-22-2011

(F)-----

(F)-----

CERTIFICO:

Que bajo mi dirección, se desarrolló la tesis: “Influencias de las Actividades Humanas Cotidianas en la Contaminación Acústica de la zona de Regeneración Urbana de la Ciudad de Cuenca” a los alumnos Saúl Napoleón Durazno Moscoso y Diego Mauricio Peña Durán, como requisito previo a su incorporación de Ingenieros Ambientales.

Ing. Servio Astudillo.

DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

A:

Ing. Servio Astudillo

Ing. Pablo Arévalo

Ing. Jaime Domínguez.

Que nos brindaron apoyo mediante sus conocimientos y experiencias. Aportando de esta forma al estudio de un nuevo campo de la ingeniería ambiental, y el posterior robustecimiento en nuestro ámbito profesional y humano.

ÍNDICE

1	CAPÍTULO I: CONTAMINACIÓN, CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	13
1.1	Contaminación Ambiental.....	13
1.2	Tipos de contaminación ambiental.	13
1.3	Contaminación Acústica o Sonora.....	16
2	CAPÍTULO II: SONIDO Y RUIDO	18
2.1	Sonido.	18
2.2	El Ruido.	20
3	CAPÍTULO 3: COMPONENTES Y CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN	24
3.1	Nivel de Presión Sonora Equivalente (NPS_{Eq} o L_{Eq}).....	24
3.2	Decibeles.	24
3.3	Ponderación (A).....	25
3.4	Tipo de Respuesta.....	25
3.5	Medición de Ruido Fluctuante.	25
3.6	Receptor.	25
3.7	Sonómetro.	25
3.8	Propagación del Ruido.....	28
4	CAPÍTULO IV: FACTORES INFLUYENTES PARA LA PROLIFERACIÓN DEL RUIDO.....	33
4.1	Tráfico vehicular.....	33
4.2	Geometría de las Vía.....	38
4.3	Tipo de Calzada de la Vía.	39
4.4	Actividades Económicas.	40
4.5	Meteorología.	42
5	CAPÍTULO V: EFECTOS ECONÓMICOS SOCIALES Y DE SALUD POR CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.....	44

5.1	Anatomía y Fisiología del Oído Humano.	44
5.2	Efectos en la Salud por Contaminación Acústica.	47
5.3	Efectos Sociales y Económicos.	53
6	CAPÍTULO VI: MEDICIONES Y METODOLOGÍAS	55
6.1	Mediciones de los Niveles de Presión Sonora.....	55
6.2	Actividades Cotidianas Humanas Según el Uso del Suelo en el Área de Estudio.....	66
6.3	Medición de la Altura de edificaciones.....	70
6.4	Medición del Ancho de las Calles.	72
6.5	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), nivel de saturación vehicular.	74
6.6	Metodología del Análisis Socio-Económico y de Salud a las Personas que Residen y Trabajan en el Área de Estudio.	74
7	CAPÍTULO VII: RESULTADOS DE LAS MEDICIONES.	77
7.1	De las Mediciones de Ruido.....	77
7.2	De las Actividades Cotidianas Humanas Según el Uso del Suelo en el Área de Estudio:.....	81
7.3	De la altura de las Edificaciones:	82
7.4	Del Ancho de las Calles:	83
7.5	Del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA):.....	84
7.6	Del análisis Socio-Económico y de salud a las personas que residen y trabajan en el área de estudio:	86
8	CAPÍTULO VIII: INTERPRETACIÓN ESTADÍSTICA Y CONCLUSIONES.	94
8.1	Diseño Completamente al Azar y ANOVA.	94
8.2	Análisis estadístico de la influencia de las Actividades Cotidianas Humanas Según el Uso del Suelo en el Área de Estudio, respecto al Ruido.....	96

8.3	Análisis estadístico de la Influencia de la Altura de las Edificaciones, respecto al Ruido.	102
8.4	Análisis estadístico de la Influencia del Ancho de la vía, respecto al Ruido:..	109
8.5	Análisis estadístico de la Influencia del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), respecto al Ruido:.....	116
8.6	Análisis estadístico de la Influencia del Ruido en las Calles del Área de Estudio:.....	123
8.7	Análisis estadístico de la Influencia del Ruido en las Calles del Área de Estudio, en el horario de 7am a 12pm:.....	138
8.8	Análisis estadístico de la Influencia del Ruido en las Calles del Área de Estudio, en el horario de 12pm a 7pm.....	150
8.9	Análisis estadístico de la Influencia del Ruido en las Calles del Área de Estudio, en el horario de 7pm a 0 am.....	161
8.10	Análisis del Ruido según el día de la Semana.	175
8.11	Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Padre Aguirre.	182
8.12	Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Benigno Malo.....	188
8.13	Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Luis Cordero.	194
8.14	Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Antonio Borrero.	202
8.15	Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Hermano Miguel.	207
8.16	Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Mariano Cueva.	213
8.17	Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones en la calle Vargas Machuca.	219

8.18	Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones en la calle Mariscal Sucre.....	225
8.19	Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Presidente Córdova.....	231
8.20	Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Juan Jaramillo:	238
8.21	Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Honorato Vásquez:	244
8.22	Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la Calle Larga:	250
8.23	RECOMENDACIONES Y ESTRATEGIAS PARA LA DISMINUCION DE LOS NPS.	258

DEDICATORIA

Agradecemos primeramente a Dios por esa fuerza que nos impulso a continuar a pesar de todas los reveses encontrados en el camino.

A nuestras familias que fueron pilares fundamentales para la realización y la posterior culminación de este, tan solo el inicio de un gran sueño.

JUSTIFICACIÓN

La contaminación ambiental en la actualidad es un grave problema mundial y se manifiesta de varios modos; uno de ellos es la contaminación acústica que no se le ha sabido dar la importancia necesaria como a otros tipos de polución, pasando así desapercibida en nuestra ciudad aunque ésta esté presente en la cotidianidad ciudadano. La contaminación acústica es netamente urbana derivada de actividades humanas, causa de muchos efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas, y promotora también de una inconformidad respecto de la calidad de vida de los ocupantes de áreas contaminadas por ruido cuando este ha llegado a alcanzar niveles altos.

Esta investigación tomara en consideración la influencia del constante crecimiento de la población, del parque automotor, de las actividades comerciales y de óseo principalmente, que han incrementado de manera considerable los niveles de decibeles dentro de la zona de regeneración urbana de la ciudad de Cuenca, por lo que se ha visto necesario hacer un estudio del ruido, con el fin de dar soluciones a este problema y mejorar la calidad de vida de la gente que reside y trabaja en esta zona. No podemos dejar de mencionar que CUENCA es una ciudad patrimonio cultural de la humanidad y que problemas de este tipo no se pueden dejar de lado, por lo que debemos buscar soluciones y velar por el bienestar de los ciudadanos, demostrando que somos acreedores ha dicho título y garantizando un ambiente sano y saludable.

Con nuestro estudio se identificará las áreas vulnerables a contaminación por ruido, las causas principales para que este tipo de contaminación sea emitido y su grado de incidencia, con el fin de tener una idea clara de lo que acontece en esta zona de incidencia, para poder dar soluciones a este problema que crece paralelamente a la actividad humana.

OBJETIVOS

GENERAL

- Establecer la influencia acústica de las actividades productivas en la zona de regeneración urbana de Cuenca.

ESPECÍFICOS

- Identificar las zonas vulnerables a contaminación acústica por las actividades productivas.
- Diagnosticar el estado actual de contaminación por ruido en el área de estudio.
- Establecer las causas y grado de contaminación acústica.
- Desarrollar estrategias de mitigación y gestión para mejorar la calidad del ambiente con respecto al ruido.

HIPÓTESIS

Demostrar que la contaminación acústica de la zona de regeneración urbana de Cuenca influenciada por actividades productivas, tráfico vehicular, flujo peatonal y altura de edificaciones es mayor a la norma según el uso de suelo de la zona de estudio.

VARIABLES E INDICADORES

VARIABLES DEPENDIENTES	VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES
CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	TRÁFICO VEHICULAR FLUJO PEATONAL ACTIVIDADES PRODUCTIVAS ALTURA EDIFICACIONES	NIVEL DE RUIDO DE

INTRODUCCION

La ingeniería ambiental aporta a la sociedad de forma directa al bienestar de todos los seres vivos que conformamos nuestro planeta, por esta razón básica hemos decidido enfocar nuestro estudio a la contaminación acústica. De esta forma vimos prudente realizar la investigación que apruebe tener una pauta para saber los factores que influyen sobre las personas que viven o trabajan en el sector de regeneración urbana de Cuenca a través de estos casi 8 meses de labor práctica y teórica en donde vivimos muchas experiencias que marcaron nuestras vidas. Adicionalmente podremos saber los posibles riesgos a los que se encuentran expuestas las personas y lo que es más importante beneficiarse de conclusiones viables las que nos permita ayudar a la población actual y proyectarnos de mejor forma a futuras generaciones.

1 CAPÍTULO I: CONTAMINACIÓN, CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

1.1 Contaminación Ambiental.

Hablamos de contaminación ambiental cuando existe presencia de un agente físico, químico, o biológico externo de cualquier consistencia (sólida, líquida o gaseosa), que altere de alguna manera el entorno natural existente, cambiando su estructura y perjudicando así a los seres vivos y al ambiente en que habitan.

1.2 Tipos de contaminación ambiental.

Existen diversas maneras de clasificar a los tipos de contaminación ambiental. A continuación se mencionan las más importantes:

1.2.1 Por el origen del contaminante:

- Contaminación Antrópica.
- Contaminación Natural.

1.2.1.1 Contaminación Antrópica.

Es aquella en que los agentes contaminantes son introducidos en el ambiente por el hombre y son producto de sus actividades.

1.2.1.2 Contaminación Natural.

Cuando el agente contaminado es introducido naturalmente en el ambiente, producto de fenómenos naturales.

1.2.2 Por elemento contaminado:

- Contaminación del Agua.
- Contaminación del Suelo.
- Contaminación del Aire.

1.2.2.1 Contaminación del Agua.

Cuando el agente contaminante es introducido antrópica o naturalmente en el agua afectando la composición de este elemento.

1.2.2.2 Contaminación del Suelo.

Cuando el agente contaminante es introducido antrópica o naturalmente en el suelo afectando la composición de este elemento.

1.2.2.3 Contaminación del Aire.

Cuando el agente contaminante es introducido antrópica o naturalmente en el aire afectando la composición de este elemento.

1.2.3 Por la naturaleza del agente contaminante:

- Contaminación física.
- Contaminación química.
- Contaminación biológica.

1.2.3.1 Contaminación Física.

Cuando el agente contaminante produce un efecto y cambio físico, como por ejemplo, el ruido en el ambiente, impactos visuales, contaminación lumínica, etc.

1.2.3.2 Contaminación Química.

Cuando el agente contaminante es un químico introducido en el ambiente y que es capaz de alterar al mismo, como por ejemplo, el smog, derrames de petróleo, etc.

1.2.3.3 Contaminación Biológica.

Cuando el agente contaminante introducido en el ambiente es de origen biológico, como por ejemplo una bacteria, un hongo, virus, etc.

1.2.4 Otros tipos de contaminación:

- Radioactiva,
- Lumínica,
- Sonora,
- Visual,
- Térmica,
- Electromagnética.

1.2.4.1 Contaminación Radioactiva.

Cuando el elemento contaminante es radioactivo y es introducido en el ambiente.

1.2.4.2 Contaminación Lumínica.

Es aquella en la que el brillo de la luz existente dentro de un ambiente es el factor determinante para que exista contaminación, la cantidad de luz bien puede ser escasa o exagerada para llegar a contaminar, basta que dicho exceso o escasez de luz se encuentre en lugares no deseados.

1.2.4.3 Contaminación Visual.

Es cuando se modifica estéticamente el ambiente produciendo un impacto visual a percepción del ojo humano.

1.2.4.4 Contaminación Térmica.

Es cuando un agente contaminante produce una variación en las temperaturas del medio alterando el mismo.

1.2.4.5 Contaminación Electromagnética.

“Es la producida por las radiaciones del espectro electromagnético que afectan a los equipos electrónicos y a los seres vivos”¹.

1.3 Contaminación Acústica o Sonora.

Este tipo de contaminación por lo general es de origen antrópico producido por algún fenómeno físico, afecta a la calidad sonora que gozamos en el aire a nuestro alrededor.

Existe contaminación acústica en el momento que los sonidos de nuestro ambiente empiezan a molestar y a convertirse en ruidos o sonidos desagradables, pasando de un

¹ s/a, Tipos de Contaminación, Junio 2007, <http://ecologia.wordpress.com/2007/06/08/tipos-de-contaminacion/>

estado armonioso a uno estresable para el ecosistema, produciendo afecciones tanto a su estructura biótica como abiótica.

Las principales fuentes de contaminación acústica son producidas por el hombre y sus actividades, como son: el tráfico (automóviles, aviones, ferrocarriles), la industria, las obras de construcción, actividades de ocio y entretenimiento, actividades comerciales, flujos peatonales, etc.

Las consecuencias de los ruidos excesivos son que acarrear varios problemas de carácter sociológico, económico y principalmente de salud a los individuos, viéndose afectados fisiológica y psicológicamente por este tipo de contaminación.

2 **CAPÍTULO II: SONIDO Y RUIDO**

2.1 **Sonido.**

Es el producto de una variación de presión sonora, la misma que produce un movimiento vibratorio con propagación de ondas en un medio elástico detectado por el oído humano, en un tiempo relativamente corto con frecuencias que van de 20 Hz a 20000 Hz.

El sonido viaja en el aire a una velocidad de 350 m/s. promedio, dependiendo de la temperatura del aire siendo directamente proporcional a ella.

2.1.1 **Componentes del Sonido.**

2.1.1.1 **Presión Sonora y Nivel de Presión Sonora (L) Ó (Nps).**

“La presión sonora es definida como la diferencia entre la presión total cuando se produce el pasaje de la onda sonora y la presión atmosférica normal o de referencia. El oído humano es sensible a una faja de presiones acústicas de $2 \cdot 10^{-5}$ Pa a 20 Pa.”²

La presión sonora puede calcularse a partir de un cálculo integral de los valores de presión atmosférica en un periodo de tiempo.

$$P = \sqrt{\left(\frac{1}{T}\right) \cdot \int_0^T P^2(t) \cdot dt}$$

Donde:

P = Presión Atmosférica.

T = Periodo de Tiempo.

² SÁNCHEZ, Luis, Ruido y Sobrepresión Atmosférica, Escuela Politécnica de la Universidad de Sao Paulo, Montevideo, 2002, p. 294.

t = Tiempo.

Las unidades del sistema internacional (Pa) no son cómodas de utilizar, por lo que se usa una escala logarítmica que acerca más los valores” e interpreta mejor la respuesta del oído a la presión sonora.

$$L = 10 \cdot \log \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \cdot \log \frac{P}{P_0}$$

Donde:

L = NIVEL DE PRESIÓN SONORA, cuya unidad son los decibelios (dB).

P = Presión Sonora Instantánea

P₀ = Es la Presión de Referencia y se toma como referencia la presión sonora en el umbral de audición, que son 20 micro Pascales.

2.1.1.2 Intensidad Sonora.

La intensidad es el grado de energía de la onda sonora, que atraviesa perpendicularmente un área en un tiempo determinado con una velocidad de desplazamiento de las partículas dada por la presión sonora.

2.1.1.3 Potencia Sonora.

Es la intensidad sonora que atraviesa radialmente una esfera cuyo centro sea el punto emisor.

2.1.1.4 Frecuencia Sonora.

“Número de vibraciones que tienen lugar en un segundo; así, un número alto de ciclos por segundo dará lugar a un tono agudo y un número bajo a un tono grave. Los sonidos audibles tienen una frecuencia comprendida entre 16 y 20.000 hertzios (Hz) o vibraciones por segundo o ciclos por segundo (cps); por encima y por debajo de estas frecuencias están los ultrasonidos y los infrasonidos, respectivamente.”³

Se puede considerar sonidos graves los menores a 250 Hz, medianos entre 500 y 1000 Hz y mayores a 1000 Hz las frecuencias son agudas.

2.2 El Ruido.

Es un sonido desagradable y no deseado para el oído humano de naturaleza aleatoria cuyo espectro de ondas sonoras no exhibe componentes de frecuencia y amplitudes claramente definidas.

2.2.1 Tipos de Ruido:

2.2.1.1 Ruido Aleatorio.

“Aquel cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de nivel de presión acústica sea superior o igual a 5 dB y varíe aleatoriamente a lo largo del tiempo.”⁴

2.2.1.2 Ruido ambiental.

“El ruido envolvente asociado con un ambiente determinado en un momento específico compuesto habitualmente del sonido de muchas fuentes en muchas direcciones, próximas, lejanas; ningún sonido en particular es dominante.”⁵

3 UÑA, Ángel, Otros, “Protocolos de Vigilancia Sanitaria Especifica para Trabajadores expuestos al Ruido”, Ministerio de Sanidad y Consumo, Madrid, 2000, p. 19.

⁴ Ídem., p.17.

2.2.1.3 Ruido blanco.

“Un sonido cuya densidad de potencia espectral es esencialmente independiente de la frecuencia.”⁶ (El ruido blanco no tiene porque ser aleatorio.)

2.2.1.4 Ruido de fondo.

“Es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente objeto de evaluación.”⁷

2.2.1.5 Ruido de impacto.

“Aquel de una duración menor a un segundo y cuyo nivel de presión sonora decrece exponencialmente con el tiempo.”⁸

2.2.1.6 Ruido estable.

“Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango inferior o igual a 5 dB(A) en respuesta Lenta, observado en un período de tiempo igual a un minuto.”⁹

2.2.1.7 Ruido fluctuante.

Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango superior a 5 dB(A) en respuesta Lenta, observado en un período de tiempo igual a un minuto. Varía sin apreciarse ninguna estabilidad y no descienden por debajo de los niveles establecidos como silencio efectivo.

⁵ HARRIS, Cyril, “*Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido*”, Tercera edición, Volumen I, Mc Graw Hill, Madrid-España, 1995, p. 2.19

⁶ Ídem., p. 219

⁷ MAE, Texto Unificado de Legislación Ambiental, Libro VI, Anexo 5, *Límites Permisibles De Niveles De Ruido Ambiente Para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles, y para Vibraciones*, Quito,2003, p. 418

⁸ UÑA, Ángel. Op. Cit. p.17.

⁹ MAE, Op. Cit. p. 419

Durante la observación, este ruido varía continuamente sin apreciarse estabilidad.

Niveles de ruido que varían con el tiempo, pero que no descienden por debajo de los niveles establecidos como silencio efectivo.

2.2.1.8 Ruido Impulsivo.

Un ruido Impulsivo es el que tiene un nivel de pico alto y de poca duración.

2.2.1.9 Ruido imprevisto.

“Es aquel ruido fluctuante que presenta una variación de nivel de presión sonora superior a 5 dB(A) en respuesta lenta, en un intervalo no mayor a un segundo”¹⁰.

2.2.1.10 Ruido Continuo.

“Se caracteriza por ser de banda ancha y nivel prácticamente constante, que presenta fluctuaciones despreciables durante el periodo de observación.”¹¹

2.2.1.11 Ruido Intermitente.

“En el que se produce caídas bruscas hasta el nivel ambiental de forma intermitente, volviéndose a alcanzar el nivel superior fijo. El nivel superior debe mantenerse durante más de 1 seg., antes de producirse una nueva caída”¹².

¹⁰ MAE, Op. Cit. p. 419

¹¹ LEDESMA, Marco, “Efectos de la Contaminación Acústica en el personal que labora dentro del Aeropuerto Mariscal Lamar en la ciudad de Cuenca”, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca 2006, pág. 3.

¹² Idem., p.3.

2.2.1.12 Ruido Periódico.

Aquel cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de LA sea superior o igual a 5 dB y sea de cadencia cíclica.

3 **CAPÍTULO 3: COMPONENTES Y CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN**

3.1 **Nivel de Presión Sonora Equivalente (NPS_{Eq} o L_{Eq}).**

Es el NPS constante que tiene la misma energía acústica durante un período igual T. El nivel sonoro equivalente es calculado a través de una fórmula basada en el principio de igual energía:

$$L_{Eq} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N 10^{L_i/10} \right)$$

Donde:

L_{Eq} = Nivel de presión sonora Equivalente (en dB).

N = Numero de intervalos considerados.

L_i = Nivel de presión sonora en cada tiempo.

3.2 **Decibeles.**

El decibelio (dB) es la unidad de medida del Nivel de Presión Sonora, no es una unidad de medida absoluta, sino una unidad adimensional que expresa la diferencia entre dos niveles de intensidad y que es igual a 10 veces el logaritmo decimal de la relación entre una cantidad dada y otra que se toma como referencia; normalmente esa referencia es la correspondiente al umbral de audición de 1.000 Hz con una presión de 20 μPa (o 10⁻¹² W/m²).

3.3 Ponderación (A).

Cuando el espectro de un sonido ha sido ponderado con el filtro “A”; dicho filtro es una curva que aproxima o simula la percepción del oído humano respecto a los sonidos. “La curva “A” pondera con mayor nivel las frecuencias medias, luego las altas y por último las bajas”¹³. (Sonidos < 55 dB).

3.4 Tipo de Respuesta.

Es la respuesta del instrumento de medición que evalúa el nivel de presión sonora media en un intervalo de 1 segundo cuando es Lenta (Slow) y en un intervalo de 125 microsegundos cuando es de respuesta Rápida (Fast).

3.5 Medición de Ruido Fluctuante.

En este tipo de medición se dirige el instrumento hacia la fuente y se determinará el nivel de presión sonora equivalente durante un período de, por lo menos, 10 (diez) minutos de medición en el punto seleccionado.

3.6 Receptor.

Nos referimos como receptor a la persona o comunidad que es afectada por los niveles de presión sonora elevados.

3.7 Sonómetro.

Es un aparato para la medida del nivel de presión sonora ponderado en frecuencia y en tiempo.

¹³KOGAN, Pablo, “Análisis de la Eficiencia de la ponderación “A” para evaluar efectos del Ruido en el Ser Humano”, Valdivia – Ch, Universidad Austral de Chile, 2004, pág. 70.

En la Fig. N° 1 se detallan los componentes de un sonómetro, y posteriormente se describen las funciones de éstos.

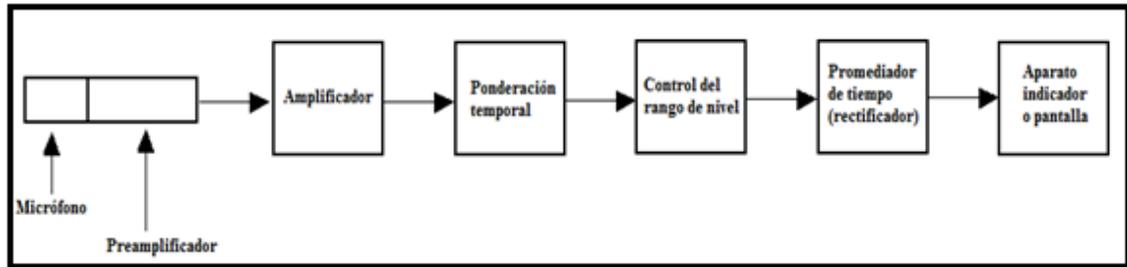


Fig. N° 1. Fuente: Cyrill M. Harris, Componentes de un Sonómetro, 1995.

3.7.1 Micrófonos.

Un micrófono convierte las variaciones de presión de las ondas sonoras en señales eléctricas que varían con el tiempo.

3.7.2 Amplificadores.

El amplificador de un sonómetro ha de cumplir los siguientes requisitos:

1. Amplificar la señal lo suficiente como para permitir la medida de los niveles bajos de presión sonora.
2. Amplificar los sonidos sobre un rango amplio de frecuencias, habitualmente entre 1 y 10 Hz para el límite inferior de una respuesta nominalmente plana y por encima de 20.000 Hz en el límite superior.
3. Generar un nivel de ruido eléctrico dentro del instrumento inferior al nivel más bajo de presión sonora de la señal que se va a medir, para cualquier frecuencia dentro del rango del micrófono.

4. Mantener la amplificación constante, a su valor designado, para cada rango de medida para todas las frecuencias dentro de la gama del instrumento.

3.7.3 Ponderación de Frecuencia.

La ponderación de frecuencia en un sonómetro altera las características de la respuesta de frecuencia de acuerdo con las especificaciones de una norma nacional o internacional. Así, la indicación de un instrumento para medir el nivel sonoro, para un nivel determinado de presión sonora de entrada, depende de la frecuencia del sonido que llega al micrófono y de la ponderación de frecuencia seleccionada.

3.7.4 Control del rango del Nivel.

El control del rango de los niveles sonoros que pueden medirse para una disposición determinada de los controles. Las adaptaciones suelen ser en pasos de 10 a 20 dB.

3.7.5 Rectificador.

Este componente es un promediador de tiempo que obtiene una señal proporcional a los picos de presión sonora.

3.7.6 Pantalla.

Una vez la señal ha sido amplificada, modificada por la ponderación de frecuencia y promediada en el tiempo, se muestra visualizada en el indicador que da directamente el valor en dB, bien de forma analógica o digital. El uso de registradores gráficos conectados al sonómetro permite obtener además un registro del nivel sonoro en función del tiempo.

3.8 Propagación del Ruido.

3.8.1 Reflexión del sonido.

La reflexión de una onda se produce cuando ésta, o una parte de esta cambia la dirección o sentido de su propagación al chocar con un obstáculo volviendo por el mismo medio de llegada. En la reflexión de las ondas no varía ni la frecuencia ni el módulo de la velocidad de propagación, ya que la onda se mueve constantemente por el mismo medio. Tampoco cambia el ángulo de reflexión con la normal respecto al de la incidencia. Generalmente la reflexión sobre una superficie no es total. Una parte de la onda es absorbida o transmitida, por la estructura interna de un medio. La cantidad de energía reflejada es función de una serie de factores los cuales se detalla a continuación:

- Angulo de incidencia.
- Coeficiente de absorción de la superficie.
- Longitud de onda incidente.
- Irregularidad de la superficie.
- Densidad y viscosidad del medio de propagación.

3.8.2 Refracción del sonido.

Cuando una onda sonora atraviesa una superficie y se propaga por otro medio elástico, lo hace en un ángulo diferente al ángulo de incidencias respecto a la normal por variar su velocidad de propagación. Esta velocidad de propagación es proporcional a la densidad del medio, de manera que cuando una onda sonora penetra en un medio más denso, aumenta su velocidad.

3.8.3 Difracción del sonido.

En la propagación del ruido, de la misma forma que en la de cualquier tipo de onda se produce el fenómeno de la difracción mediante el cual la onda sonora es capaz de propagarse por aberturas o rodear obstáculos. El grado de difracción depende de la longitud de onda del sonido, de manera que podemos contemplar tres posibles situaciones dependiendo del diámetro de un orificio o la altura (h) de un obstáculo:

- $h <$ no se producen zonas de sombra en las que no lleguen las ondas sonoras.
- $h =$ el ruido llega muy atenuado a determinadas zonas.
- $h >$ hay zonas de sombra

En ocasiones cuando se cambia la frecuencia del sonido no se logra percibirlo en un lugar donde antes se escuchaba. Esto ocurre cambiando la frecuencia, o lo que es lo mismo disminuir la longitud de onda (sonidos más agudos), favoreciendo así la aparición de las zonas de sombra.

3.8.4 Absorción del ruido.

Cuando una onda sonora se desplaza por un medio elástico y entra en contacto con una superficie, parte de su energía sonora es absorbida. Todo material tiene un coeficiente de absorción característico que se define como una relación entre la energía absorbida e incidente.

El coeficiente de absorción es un parámetro adimensional cuyo rango de valores oscila desde el cero, para un hipotético material que refleje todas las ondas sonoras.

3.8.4.1 Tipos de Materiales Absorbentes:

3.8.4.1.1 Absorbedores Disipativas.

Son materiales que en su interior contienen agujeros o poros que con aire, lo cual hace que el ruido, al tener contacto directo con el material, se disipa de forma uniforme permitiendo una absorción del ruido.

Para que este efecto tenga consecuencias positivas, la longitud de los poros debe ser del orden de la longitud de onda sonora. También son de suma importancia la forma de los poros, que pueden favorecer en gran medida la reflexión del sonido por las superficies de la estructura interna.

3.8.4.1.2 Absorbentes de Membrana.

Otro sistema muy empleado en la actualidad, es la utilización de paneles de madera o corcho sobre bastidores que los separan a una cierta distancia de la pared, dejando una cámara de aire en su interior.

El aire contenido en la cámara que se forma detrás de la tabla, además de ejercer un papel amortiguador de la vibración, realiza la siguiente etapa de absorción, pero esta vez por el rozamiento de las moléculas entre sí y con las paredes, transformando su energía en calor.

Estos absorbentes de membrana se utilizan en situaciones donde existe contaminación acústica de frecuencia baja.

3.8.4.1.3 Absorbedores de Helmholtz.

Los absorbentes de Helmholtz, también llamados resonadores, son una especie de caja de resonancia con un agujero en forma de cuello por el que entra la banda sonora, que

empuja al aire contenido en el volumen interno del cuello. La oscilación propia de la onda sonora, provoca a su vez la oscilación del aire de este conducto, emitiendo pulsaciones de frecuencia característica que se transmiten por el interior del resonador y que volverán a salir por el cuello, superponiéndose con las de entrada. Es por esto que los absorbedores de Helmholtz son tan selectivos y solo absorben a frecuencias características.

Para potenciar el absorbedor de Helmholtz suele disponerse de una capa de material poroso por el interior de la cavidad que no varía la frecuencia predeterminada, sino que aumenta el coeficiente de absorción.

3.8.5 Reverberación del Sonido.

La reverberación de un sonido en lugar cerrado es un tipo de reflexión en la que se escucha una prolongación en el tiempo del sonido una vez que ha desaparecido la fuente que lo generó. Esta persistencia sonora será tanto mayor cuanto más pequeño sea el coeficiente de absorción de las paredes del local, y viene definida por el tiempo o periodo de reverberación.

El fenómeno de la reverberación no debe confundirse con el eco, que se produce en espacios abiertos. El eco es la consecuencia de la reflexión del sonido en una única superficie y por lo tanto se desplaza en una sola dirección. Por eso, su efecto no se observa inmediatamente después de que la fuente sonora haya cesado de emitir ondas, sino al cabo de unos segundos. Para que la presencia de dos sonidos diferentes (el emitido y el reflejado) sea apreciable por el oído humano, debe haber una separación de tiempo 0,1 segundos como mínimo entre ellos, de manera que el oyente tiene que estar a una distancia mínima de 17 m de la pared reflectora. Cuando el retardo es mayor ya no hablamos de reverberación, sino de eco.

En un recinto pequeño la reverberación puede resultar inapreciable, pero cuanto mayor es el recinto, mejor percibe el oído este retardo o ligera prolongación del sonido. Para

determinar cómo es la reverberación en un determinado recinto se utiliza una serie de parámetros físicos, uno de ellos es conocido como tiempo de reverberación.

Es probable que la sensación de reverberación en nuestro cerebro esté asociada a la calidez y seguridad que sentía el hombre primitivo hace millones de años atrás, cuando se protegía en las cavernas y convivía diariamente con este fenómeno acústico. Seguramente en alguna parte de nuestra información genética aún lo recordamos.

4 CAPÍTULO IV: FACTORES INFLUYENTES PARA LA PROLIFERACIÓN DEL RUIDO

4.1 Tráfico vehicular.

La creciente población y su necesidad de transportación hacen de las fuentes móviles los principales causantes del ruido en las urbes. Automóviles, motocicletas, camiones, buses y maquinaria pesada se encuentran dentro de este grupo de contaminadores acústicos.

En la ciudad de Cuenca el parque automotor ha crecido considerablemente, se estima que para el año 2010 es de 90.000 vehículos, siendo esto equivalente al menos un vehículo por una familia promedio de 5 miembros. Hay que considerar que las calles de nuestra ciudad, especialmente en nuestra zona de estudio no son diseñadas para soportar tal densidad de vehículos, teniendo que acomodarse a la infraestructura actual existente, por lo que las acciones para reducir la contaminación ambiental estarían enfocadas totalmente a la mitigación de la misma.

Los Niveles de Presión Sonora en ciudades con un alto índice de tráfico fluctúan entre 70 a 90 dB, valores que según la legislación de la mayoría de países sobrepasan los niveles permitidos.

Existen diferentes factores que hacen que el parque automotor sea una variable determinante para el aumento de la contaminación ambiental por ruido, de esos factores podemos mencionar:

4.1.1 Tipo de Automotor Circulante.

Existen diferentes tipos de automotores que se los podrían clasificar en livianos y pesados.

Dentro de los vehículos livianos se consideran aquellos que tienen de 2 a 4 ruedas, como son: motocicletas, automóviles, furgonetas, camionetas.

Cuando hablamos de vehículos pesados nos referimos a aquellos que tienen 6 o más ruedas que son: autobuses y camiones.

Las fuentes sonoras de los vehículos son diversas, depende del tipo de motor, del tipo y condición del tubo de escape, del estado de la carrocería, del sistema de frenos, del desplazamiento de los neumáticos sobre la calzada.

Por las fuentes sonoras antes mencionadas los vehículos que mayor nivel de presión sonora manifiestan son los vehículos pesados.

En la fig. N° 2 se hace una comparación del ruido producido por los diferentes tipos de automotores a distintas velocidades.

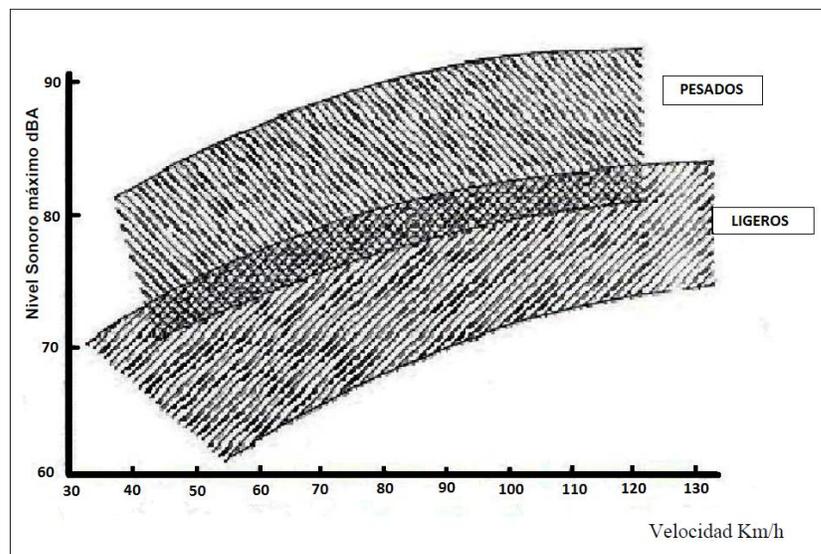


Fig. N° 2. Fuente: Pérez de Siles Marín, Antonio Carlos, Variación del Nivel de Ruido de vehículos con la velocidad, 2001.

En un área urbana circulan en su mayoría vehículos livianos y buses de transportación pública; por lo general los vehículos pesados son desviados por rutas alternativas que evitan el ingreso de estos a la urbe.

4.1.2 Condición del Automotor.

Un factor influyente para la propagación de ruido en las urbes, es la condición en la que se encuentran los vehículos circulantes. El estado de la carrocería y la vibración que estas producen al contacto con la calzada, pueden producir ruido. Si la carrocería se encuentra en malas condiciones, sus piezas seguramente producirán mayor ruido que las carrocerías nuevas o en buenas condiciones, debido a la fricción o desgaste de las mismas.

Los tubos de escape producen ruido al encontrarse en malas condiciones, rotos, desoldados, sin el uso de un silenciador, o a su vez con el uso de resonadores.

4.1.3 Uso de la Bocina.

El uso exagerado de la bocina por parte de los conductores aumenta el nivel del ruido existente, por ejemplo en un lugar que se tenga un ruido constante, un solo sonar de este instrumento, incrementa el nivel de ruido en aproximadamente de 15 a 25 dBA dependiendo del tipo de claxon, además produce molestia e irritación a los transeúntes, por ser éste además de ruidoso, un sonido bastante molesto.

4.1.4 Tipo de Motor del Vehículo.

Existen diferentes tipos de motor, y para que éstos produzcan mayor o menor ruido, depende del tipo de combustible que utilicen, así como de su cilindraje.

Motores que usan diesel, con frecuencia son más ruidosos que los motores que usan gasolina y estos a su vez generan mayor ruido que motores híbridos (motores que usan combustibles derivados del petróleo y electricidad).

El cilindraje de los vehículos es directamente proporcional al ruido, es decir a mayor cilindraje mayor generación de decibeles y viceversa.

4.1.5 Velocidad de los Vehículos.

Al producirse la aceleración, los cambios de marcha de los vehículos, y el posterior aumento de velocidad, el ruido se incrementa. Los motores necesitan de mayor potencia para arrancar y de esta manera cambiar las marchas, produciendo mayor revoluciones por minuto del motor. Todo este proceso desencadena un aumento de los niveles de presión sonora.

De igual manera al incrementar la velocidad los automotores, estos ejercen mayor fricción con la calzada provocando un aumento en los niveles de presión sonora por este fenómeno.

Al momento que los automotores imprimen mayor velocidad se produce ruido por un fenómeno aerodinámico al contacto de la carrocería con el aire y viento existentes en el medio.

4.1.6 Densidad Vehicular.

El número de vehículos circulantes, así como el modo de aglomeración de los mismos, repercuten directamente en la proliferación de contaminación acústica, en cualquier calle de una ciudad. Pues si consideramos una calle con un índice de tráfico alto, seguramente será más contaminada que una con menos vehículos, pero esto dependerá directamente del modo de aglomeración de los mismos, en un tiempo determinado, evento conocido como: Índice de Saturación Vehicular.

Cuando hablamos de aglomeración vehicular, nos referimos a las características del flujo del tráfico, que engloba la distancia y el tiempo que separan un vehículo de otro, según el observador. Mientras mayor es la distancia entre vehículos, el ruido disminuye y se puede considerar ruido de fondo, pero si el tráfico es tal que la distancia entre coches disminuye, el ruido aumenta y se considera un ruido constante.

La manera de conducir de las personas es otra variable que modifica el Índice de Saturación Vehicular en una vía. Los conductores en nuestro medio no acatan las ordenanzas y leyes de tránsito, parquean sus vehículos en cualquier lugar, paran los automotores para recoger o dejar pasajeros en lugares no permitidos, no respetan los carriles existentes, lo que hace que el tráfico no fluya y la saturación vehicular sea aún mayor.

En la Tabla. N°1 podemos verificar la disminución del ruido vinculada directamente a la disminución del porcentaje de tráfico en una vía.

Reducción de tráfico	Reducción de ruido
10%	0,5 dBA
20%	1,0 dBA
30%	1,6 dBA
40%	2,2 dBA
50%	3,0 dBA
75%	6,0 dBA

Tabla. N°1. Fuente: den Boer, L.C. Schrotten, Reducción del nivel del ruido debido a la reducción de tráfico, 2007.

4.1.7 Sistemas de Fluidez de Tráfico.

Son todos los factores utilizados para dar mayor movilidad al tránsito en una vía predeterminada, nos ayudan a disminuir el Índice de Saturación Vehicular.

Dichos sistemas de Fluidez dependen de: el número de vehículos que circulen por la vía, la existencia y sincronización de los semáforos, los límites de velocidad preestablecidos, la existencia de espacios para aparcamiento en la vía, la circulación de vehículos de transporte masivo, el número de carriles utilizados en la vía, la existencia de paradas de buses y taxis, la jerarquía de la vía (vías principales, vías secundarias), la existencia de cruces peatonales, y la manera de conducir de los choferes.

Estos sistemas son muy importantes a la hora de tomar medidas de mitigación y prevención del ruido en un área urbana, ya que son totalmente moldeables a la necesidad requerida, aspecto que difiere de otras variables incidentes en la contaminación acústica como se verá posteriormente.

Lo óptimo es buscar las soluciones necesarias para que el tráfico sea lo más constante posible, de modo que se evite aceleraciones y aglomeraciones de los vehículos con la finalidad de reducir los niveles de presión sonora.

4.2 Geometría de las Vía.

Por geometría de las vía nos referimos a la pendiente, y al perfil urbanístico determinado por el ancho de la vía y la altura de las edificaciones.

4.2.1 Pendiente de la Vía.

Es considerada un factor importante en la producción de ruido de los vehículos ya que al existir pendientes considerables el aumento del ruido es inevitable, debido al esfuerzo que el motor del automóvil debe realizar para ir cuesta arriba, produciendo un aumento de la potencia del motor y a su vez un incremento en los niveles de presión sonora. El aumento del ruido es directamente proporcional a la relación peso/potencia del vehículo.

4.2.2 Ancho de la Vía.

Dependiendo del ancho de la vía, pueden ocurrir dos tipos de fenómenos; si la calle es estrecha el ruido no producirá el efecto de difracción del sonido, encapsulando al ruido en el lugar y a su vez elevando el nivel de presión sonora; mientras que si la vía tiene una anchura considerable el ruido se disipará más fácilmente.

“Se produce una reducción de unos 0.1 dBA por cada metro de anchura de una calle”.¹⁴

4.2.3 Altura de Edificios que perfilan la Vía.

Se producen los mismos fenómenos estudiados en la variable ancho de las vías, respecto al aumento del ruido; si la altura no es considerable el ruido puede disiparse fácilmente, mientras si la altura de las edificaciones es mayor, se da un encapsulamiento del ruido en el lugar, demorando la difracción del sonido, elevando así los niveles de presión sonora.

“Se produce un aumento de 0.6 dBA de nivel de ruido por cada metro de altura media, para una anchura de calle dada.”¹⁵

4.3 Tipo de Calzada de la Vía.

La rugosidad, el estado, y el material del que esté hecha la calzada de la vía, van a ser factores relevantes a la hora de analizar el ruido en una calle.

Dependiendo del tipo de material se puede incrementar el ruido. Algunos materiales pueden producir mayor vibración de las carrocerías y mayor fricción del neumático con la calzada incrementando los niveles de presión sonora.

¹⁴Departamento de Física Aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia, *Impacto Acústico de la Nacional 332 a su paso por la ciudad de Oliva*, Congreso de la Sociedad Acústica Española, Valencia-España, 2001.

¹⁵Ídem.

El ruido que se produzca en una calle va a depender también del estado en que se encuentre la vía, lugares en donde existan baches, fisuras y levantamientos de la calzada obviamente producirán mayor vibración de los coches y esto a su vez aumenta el ruido del lugar.

En la Figura N° 3 Se identifica el ruido (dBA) que existe dentro y fuera de un vehículo según el tipo de material que es usado en la calzada. Se identifica claramente que el material que mayor ruido produce es el adoquín.

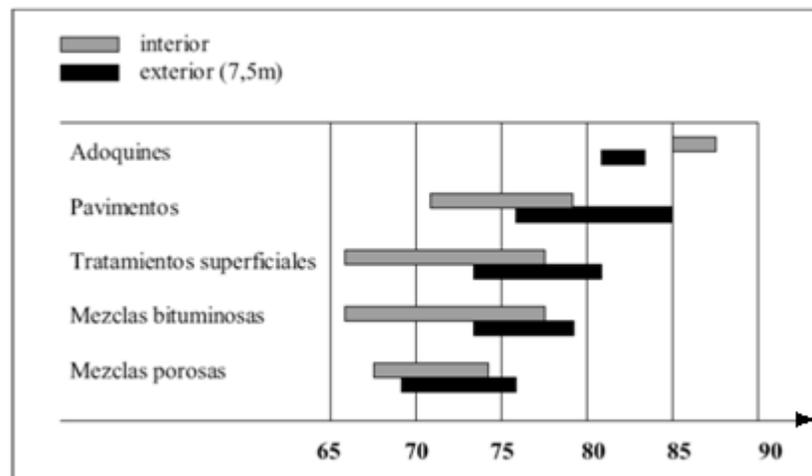


Figura N°3. Fuente: Rodrigo Miró Recasens 4 Efecto del tipo de calzada en la proliferación del ruido, 2006.

4.4 Actividades Económicas.

El ruido como contaminante ambiental invisible provocado por las actividades humanas, produce efectos adversos en la salud por lo que a continuación se ha ido detallando cada una de ellas:

4.4.1 Construcción de Edificios y Obras Públicas.

Una serie de sonidos provocados por grúas, mezcladoras de cemento, taladros, martilleo, perforación y otros trabajos de sumo cuidado.

4.4.2 Establecimientos Educativos.

Pueden ser la maquinaria en aulas con talleres, por ejemplo en aulas de carpintería, o de metalurgia). En talleres que dan directamente a la calle tienen un factor dispersante importante y los niños una mayor inquietud en las clases, ya que de esta manera se altera la comunicación profesor alumno, sobre todo con los ruidos de alto impacto, tales como bocinas, escapes de los vehículos, propaganda callejera, etc. Los alumnos también elevan su volumen de voz, los maestros reiteradamente tienen que repetir el mensaje, con el consiguiente esfuerzo vocal y pérdida de tiempo.

4.4.3 Centros de Atención Médica.

Estas zonas son las más vulnerables a razón de que todas las personas que se encuentran en el interior del establecimiento requieren de total tranquilidad para su salud. Lugares de contaminación acústica saturada incrementa el tiempo de rehabilitación de las mismas.

4.4.4 Iglesias.

Al ser este un lugar de recogimiento y concentración no se debería permitir la interferencia de ningún tipo de ruido antrópico que interrumpa la paz del ambiente circundante.

4.4.5 Lugares de Ocio.

Discotecas, bares con música, salas de fiesta, terrazas al aire libre, generan un gran volumen de molestias acústicas, sobre todo en épocas de clases de los diferentes establecimientos educativos. Las molestias más frecuentes son:

1. Ruidos provocados por los clientes de los locales comerciales en el exterior: jóvenes que beben o permanecen en las aceras, discusiones, peleas, etc.

2. Ruidos de los vehículos a la llegada y salida de sitios de concurrencia, cierres de las puertas, arranques bruscos, resonadores de los autos, etc. Maquinas de música, juegos y video. Recogida de mesas, sillas, trastos, generalmente durante la hora de cierre de los locales comerciales a la madrugada.
3. Aparatos ruidosos como extractores de humo, aire acondicionado, ventiladores, etc.
4. Impacto de la música así el local cuente con sistema de insonorización, no suele existir un control del umbral de superación del ruido admisible sobre esos sistemas.

4.5 Meteorología.

Durante el periodo de mediciones se debe tomar en cuenta los aspectos meteorológicos para que de esta manera no intervengan representativamente.

En caso de que las condiciones meteorológicas afecten de forma importante el resultado, se toman en cuenta factores que hagan más real la toma de muestras.

A continuación se detallara alguna de ellas:

- Las mediciones se realizará en condiciones de ambiente seco, sin lluvia nieve o hielo.
- Velocidad del viento menor a 5 m/s
- Se debe anotar las condiciones meteorológicas durante el periodo de mediciones (como mínimo la velocidad, dirección del viento, como también humedad relativa y temperatura ambiente.)

- Seleccionar los periodos de medida para que de esta manera las mediciones sean representativas en condiciones adversas.

Las condiciones meteorológicas pueden influir en el resultado final de una medida cuando se mide a larga distancia. Otros parámetros de enorme relevancia que determinan la influencia de las condiciones meteorológicas es la altura sobre el terreno a la que se propaga el sonido, lo que viene determinado por la posición del foco del ruido y del punto de evaluación del emisor, así como también la presencia de obstáculos a la propagación como muros, barreras, pantallas, edificios, etc.

5 CAPÍTULO V: EFECTOS ECONÓMICOS SOCIALES Y DE SALUD POR CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.

Antes de exponer los efectos que tiene la contaminación acústica en la salud, es necesario conocer cómo percibe el ruido el oído humano. A continuación se explicará brevemente el funcionamiento de este sentido.

5.1 Anatomía y Fisiología del Oído Humano.

Tenemos que destacar que el oído es un órgano muy complejo, capaz de brindar la audición y el equilibrio al cuerpo humano. Está compuesto por múltiples mecanorreceptores, los cuales captan las vibraciones y las transforman en impulsos nerviosos, dirigiéndolos al cerebro donde son interpretados.

En la fig. Fig. N° 4 tenemos una representación en la que se detalla la estructura del oído en tres partes principales: oído externo, oído medio y oído interno.

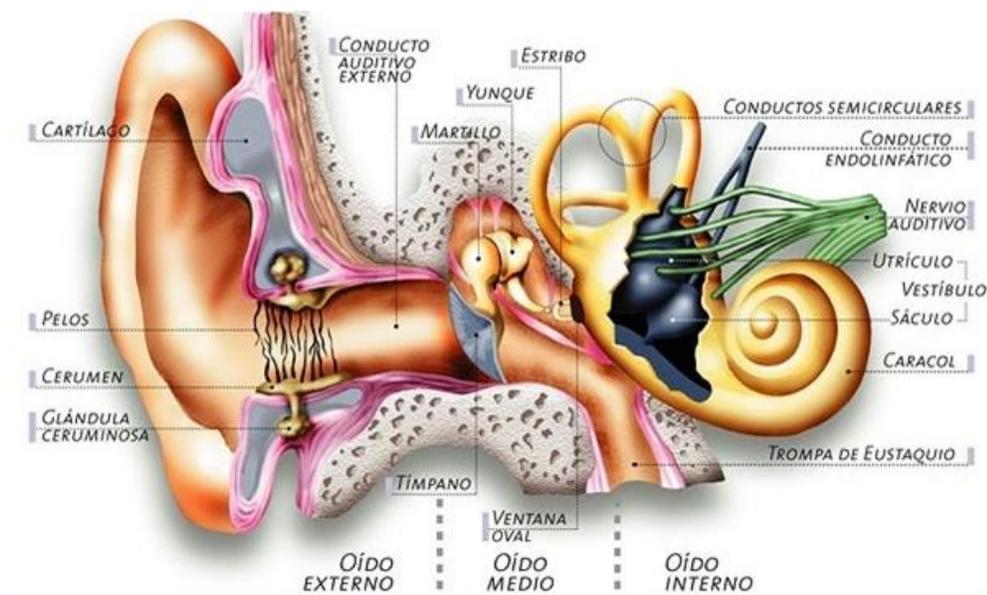


Fig. N° 4. Fuente: s/a, Estructura del oído humano, 2010.

5.1.1 Oído Externo: Anatomía y Fisiología.

Está formado por el pabellón auricular u oreja, el cual dirige las ondas sonoras hacia el conducto auditivo a través del orificio auditivo. El canal o conducto auditivo tiene como objetivo principal conducir las ondas sonoras al tímpano, que se caracteriza por ser una fina porción de tejido fibroso semitransparente, el cual es la entrada para el oído medio.

El pabellón auricular, es una prominencia en forma de embudo aplanado, con una superficie algo irregular saliente del hueso temporal; está constituido por un esqueleto cartilaginoso sobre el que se insertan algunos músculos llamados periauriculares, casi atrofiados en el hombre y recubierto por piel. En el pabellón auricular se distinguen varias partes: hélix, ante-hélix, trago, antitrago, concha y lóbulo. La concha se continúa con el conducto auditivo externo que tiene aproximadamente 2,5 cm de longitud y se hunde en el hueso temporal con un recorrido sinuoso. Este conducto está constituido por un tejido fibroso y cartílago en la parte externa y óseo en la parte interna, recubierto por una piel rica en pelos y glándulas ceruminosas.

Las glándulas ceruminosas son glándulas sudoríparas modificadas que segregan un material graso de color amarillo oscuro llamado cerumen, el cual tiene la una función protectora sobre la piel del conducto y se deposita en ella.

5.1.2 Oído Medio: Anatomía y Fisiología.

La caja del tímpano es una caja de pequeño tamaño en el hueso temporal. En el tímpano se encuentran localizados tres huesecillos: el martillo, yunque, estribo y unos finos ligamentos unidos entre sí para formar una cadena que se dirige desde la membrana timpánica a la ventana oval.

La trompa de Eustaquio es un conducto en parte óseo y en parte fibrocartilaginosa, revestido de un tejido mucoso, que pone en contacto el tímpano con la pared lateral de la

rinofaringe, y asegura la aireación de la caja, tiene una longitud de 3 a 5 cm y un diámetro que varía de 2 a 8 mm.

Los sonidos producidos por oscilaciones en el medio ambiente externo son conducidos a través del conducto auditivo hasta el tímpano. Las vibraciones del tímpano se transmiten a lo largo de la cadena de huesecillos la cual opera como un sistema de palancas de forma tal que la base del estribo vibra en la ventana oval. Este huesecillo se encuentra en contacto con uno de los fluidos contenidos en el oído interno; por lo tanto, el tímpano y la cadena de huesecillos actúan como un mecanismo para transformar las vibraciones del aire en vibraciones del fluido.

5.1.3 Oído Interno: Anatomía y Fisiología.

Representa el final de la cadena de procesamiento mecánico del sonido, y en él se llevan a cabo tres funciones primordiales: filtraje de la señal sonora, transducción y generación probabilística de impulsos nerviosos. El oído interno llamado también laberinto por su forma tan peculiar, está compuesto por una serie de formaciones epiteliales conjuntivas y nerviosas que constituyen el laberinto membranoso. Se distingue de un laberinto anterior o coclear, constituido por la cóclea o caracol, y un laberinto posterior o vestibular, constituido por el utrículo, el sáculo y los canales semicirculares.

El laberinto óseo está separado del membranoso por el espacio perilinfático, que contiene perilinfa. La perilinfa es un líquido de composición semejante al líquido cefalorraquídeo del interior del cráneo. En el caracol membranoso o conducto coclear está contenido el órgano de Corti.

El órgano de Corti está corrido por una cavidad longitudinal llamada galería de Corti, que se extiende por toda la longitud de la cóclea. En la cóclea se encuentran dos tipos de células capilares o acústicas internas y externas. Las primeras están dispuestas en una única fila en toda la longitud de la cóclea, y las segundas entre tres o cuatro filas exteriores.

Las células acústicas externas, presentan la superficie superior elevada, con numerosas prolongaciones o micro vellosidades que constituyen los pelos acústicos.

En su base las células acústicas reciben una gran cantidad de terminaciones nerviosas constituidas por fibras en partes eferentes (que salen) y en partes aferentes (que llegan) dirigidas esencialmente hacia el ganglio espiral de Corti. Las células acústicas constituyen los receptores del sonido, es decir los elementos donde se convierten las ondas sonoras en impulsos eléctricos que llegan al cerebro.

5.2 Efectos en la Salud por Contaminación Acústica.

El ruido es inevitable con todas las actividades diarias que se realizan, pero puede ser controlado para minimizar el impacto sobre los seres humanos que dependemos de ello para vivir en armonía, es por eso que mencionaremos algunos de los impactos que producen en el cuerpo humano.

5.2.1 Efectos Fisiológicos.

Después de una exposición prolongada los individuos susceptibles pueden desarrollar efectos permanentes, como hipertensión y cardiopatía asociadas con la exposición de altos niveles de sonido. La magnitud y duración de los efectos se determinan en parte por las características individuales, estilo de vida y condiciones ambientales. Los sonidos también provocan respuestas reflejo, en particular cuando son poco familiares y aparecen súbitamente. Una exposición de largo plazo al ruido del tráfico con valores de LAeq, 24 hrs de 65 a 70 dB también pueden tener efectos cardiovasculares.

5.2.1.1 Alteraciones en Órganos Distintos a la Audición.

Es de todos conocido que la exposición al ruido tiene efectos en órganos y sistemas diferentes a los de la audición y, aunque no están cuantificadas las relaciones causa efecto, pueden ser considerados, como origen de problemas de salud.

Diversos estudios indican su relación con el nivel y la distribución espectral del ruido, así como los sistemas con posible afectación por el ruido. Continuando con nuestro estudio se enumeran algunos de los sistemas que pueden verse afectados y los efectos susceptibles por aparecer.

5.2.1.1.1 Efectos del Ruido a Nivel Sistémico.

En la tabla N° 2 se mencionan algunos sistemas afectados y el efecto producido en ellos por exposiciones permanentes al ruido excesivo.

Efectos del Ruido a Nivel Sistémico	
Sistema Afectado	Efecto
Sistema Nervioso Central	Hiperreflexia y alteraciones en el Electro Encefalograma.
Sistema Nervios Autónimo	Dilatación pupilar.
Aparato Cardiovascular	Alteraciones de la frecuencia cardiaca, hipertensión arterial aguda.
Aparato Digestivo	Alteraciones de la secreción gastrointestinal.
Sistema Endocrino	Aumento del cortisol y otros efectos hormonales.
Aparato Respiratorio	Alteraciones del Ritmo respiratorio.
Aparato Reproductor o Gestación	Alteraciones menstruales, bajo peso al nacer, prematuridad, riesgos auditivos en el feto (órgano de la visión).
Aparato Vestibular	Vértigos y nistagmus.

Tabla N° 2. Fuente: Sara A. Ichida Gomila, Efectos del Ruido a Nivel Sistémico, 2010.

5.2.1.2 Factores que Influyen en la Lesión Auditiva Producida por Ruido

5.2.1.2.1 Intensidad del Ruido.

El umbral de la nocividad del ruido del ambiente se sitúa entre 85 y 90 dBs. Cualquier ruido mayor de 90 dB puede ser lesivo para el hombre. En la población trabajadora se considera peligrosa la permanencia en un ambiente ruidoso con un nivel diario equivalente (LAeq), superior a 80 dB, dicho nivel es señalado como crítico para las personas expuestas al mismo.

5.2.1.2.2 Tiempo de Exposición.

El efecto adverso del ruido es proporcional a la duración de la exposición y parece estar relacionado con la cantidad total de energía sonora que llega al oído interno.

5.2.1.2.3 Susceptibilidad Individual.

Se acepta como factor de riesgo, aunque es difícil demostrarlo. Unos sujetos tienen mayor sensibilidad al ruido y, sometidos al mismo tendrán un daño mayor y más rápido en su agudeza auditiva que el resto de la población.

5.2.1.2.4 Frecuencia del Ruido.

Los sonidos más peligrosos son los de alta frecuencia (Superiores a 1000 Hz). La mayoría de los ruidos industriales comprenden una gama ancha de frecuencias. Por razones fisiológicas aun mal precisadas, las células ciliadas más susceptibles a la acción nociva del ruido son las encargadas de percibir las frecuencias entre 3000 y 6000 Hz, siendo la lesión de la zona de membrana vacilar destinada a percibir los 4000 Hz el primer signo de alarma generalmente.

5.2.1.2.5 Edad.

Parece que la edad media de la vida existe más posibilidades de lesión. Hay que tener en cuenta la posibilidad de que en un gran número de casos este efecto se ha repetido y de esta manera se hace evidencia este proceso degenerativo el que favorezca la aparición de la lesión acústica.

5.2.1.2.6 Enfermedades del Oído Medio.

Si existe una hipoacusia de conducción se necesita mayor presión acústica para estimular el oído interno, pero cuando la energía es suficiente penetra directamente y provoca daño superior al esperado. Cabe esperar mayor fragilidad coclear cuando existe una pérdida auditiva nervio sensorial.

5.2.1.2.7 Naturaleza del Ruido.

La exposición intermitente es menos lesiva que la exposición continua. Los ruidos permanentes lesionan menos que los pulsados, a igualdad de intensidades, gracias a la amortiguación muscular que se producen en el oído medio.

5.2.2 Efectos Psicológicos.

La salud no debe entenderse solo como ausencia de enfermedad, sino que, la salud debe ser sinónimo de bienestar físico y psíquico. “La psicoacústica es un área que se dedica a estudiar sobre las alteraciones psíquicas que provoca el ruido en tareas de vital importancia para el desempeño normal del ser humano”¹⁶. Entre estas citamos: el sueño, la memoria, la atención y el procesamiento de la información.

¹⁶ UÑA, Ángel. Op. Cit. p.23.

5.2.2.1 Efectos sobre el Sueño.

El ruido puede provocar dificultades para conciliar el sueño y también despertar a quienes están ya dormidos. En numerosas oportunidades hemos escuchado la típica frase “El sueño es la actividad que ocupa un tercio de nuestras vidas” y este nos permite entre otras cosas descansar, ordenar, y proyectar nuestro consiente, esto es un hecho, así como también está claro que está constituido por al menos dos tipos distintos de sueño: el sueño clásico profundo (No REM), y el sueño paradójico (REM). Se ha comprobado que sonidos del orden de los 60 dB reducen la profundidad del sueño. Dicha disminución se acrecienta a medida que crece la amplitud de banda de frecuencias, las cuales pueden llegar a despertar al individuo, dependiendo de la fase del sueño en que se encuentre y de la naturaleza del ruido. Los estímulos débiles inesperados también pueden perturbar el sueño.

5.2.2.2 Efectos sobre la Conducta.

La aparición súbita de un ruido o la presencia de un agente sonoro molesto para el sujeto, pueden producir alteraciones en su conducta que, al menos momentáneamente puede hacerse más apática, o más agresiva, o mostrar un mayor grado de desinterés o irritabilidad.

Las alteraciones conductuales que son pasajeras en la mayor parte de las ocasiones, se producen porque el ruido ha producido un estado de angustia, inseguridad, intranquilidad, o miedo en algunos casos.

5.2.2.3 Efectos en la Memoria.

En tareas donde se utiliza la memoria, se observa un mejor rendimiento en los individuos que no han estado sometidos al ruido. Ya que con este ruido crece el nivel de activación del sujeto y esto, que en principio puede ser ventajoso, en relación con el rendimiento en cierto tipo de tareas, resulta que lo que produce es una sobreactivación

que conlleva un descenso en el rendimiento. El ruido hace más lenta a la articulación en la tarea de repaso, esencialmente con palabras desconocidas o de mayor longitud. Es decir, en condiciones de ruido, el sujeto sufre un costo psicológico para mantener su nivel de rendimiento.

5.2.2.4 Efectos en la Atención.

El ruido repercute sobre la atención, focalizándola hacia los aspectos más importantes de la tarea, disminuyendo la salud de los sectores de mayor influencia y otros aspectos considerados de menor relevancia.

5.2.2.5 Estrés.

No solo los ruidos de alta intensidad son los nocivos. Ruidos de poca intensidad en un largo tiempo de exposición pueden entrañar perturbaciones neurofisiológicas aun más importantes que los ruidos intensos. Es preciso fundamentar más estudios para determinar los riesgos a largo plazo causados por la acción del ruido sobre el sistema nervioso autónomo.

5.2.3 Efectos en el Embarazo.

Se ha observado que las madres embarazadas que han estado desde el principio en una zona muy ruidosa, tienen niños que no sufren alteraciones pero si se han instalado en estos lugares después de los cinco meses de gestación (en ese periodo el oído se hace funcional), después del parto los niños no soportan el ruido, lloran cada vez que lo sienten, y al hacer su tamaño es inferior al normal.

5.2.4 Efectos sobre los Niños.

El ruido es un factor de riesgo para la salud de los niños y repercute negativamente en su aprendizaje. Educados en un ambiente ruidoso se convierten en menos atentos a las

señales acústicas y sufren perturbaciones en su capacidad de escuchar y un retraso en el aprendizaje de la lectura. Dificulta la comunicación verbal, favoreciendo el aislamiento y la poca sociabilidad. La exposición al ruido afecta al sistema respiratorio, disminuye la actividad de los órganos digestivos, acelerando el metabolismo y el ritmo respiratorio, provoca trastornos del sueño, irritabilidad, fatiga psíquica, etc.

5.3 Efectos Sociales y Económicos.

Una de las consecuencias más visibles en las ciudades, es la migración y correspondiente abandono de los lugares de aglomeración. En consecuencia un número creciente de personas a fijado su lugar de residencia a la afueras de las ciudades. De esta forma su estilo de vida ha cambiado considerablemente, ya que tienen que desplazarse a lugares de mayor distancia.

Por otro lado las pérdidas anuales ocasionadas por el ruido se incrementan cada día más. Las cifras contribuyen por ejemplo, la reducción del precio de la vivienda en zonas comerciales con aglomeración excesiva de automotores y peatones, la disminución de la exploración del suelo y los días de abstención del trabajo. Ejemplos de efectos no incluidos en la estimación son la baja productividad laboral, la disminución de los ingresos por turismo de ciertas ciudades históricas, los daños materiales producidos en edificios por sonidos de baja frecuencia y de sus vibraciones, etc.

En la tabla N° 3 se describe a partir de que valores se empiezan a sentir los efectos nocivos.

A partir de este valor en decibelios	Se empiezan a sentir estos efectos nocivos
30	Dificultad en conciliar el sueño Pérdida de calidad del sueño
40	Dificultad en la comunicación verbal
45	Probable interrupción del sueño
50	Malestar diurno moderado
55	Malestar diurno fuerte
65	Comunicación verbal extremadamente difícil
75	Pérdida de oído a largo plazo
110 - 140 ⁽³⁾	Pérdida de oído a corto plazo

Tabla N° 3 Fuente: s/a, Efectos Fisiológicos Nocivos, 2007.

6 CAPÍTULO VI: MEDICIONES Y METODOLOGÍAS

6.1 Mediciones de los Niveles de Presión Sonora.

6.1.1 Diseño de Muestra.

6.1.1.1 Método de Muestreo.

La técnica de muestreo utilizada es la de Muestreo Aleatorio Simple -MAS- que es un muestreo probabilístico que asegura que cada unidad muestral que integra la población meta definida tenga una oportunidad conocida, igual, y diferente de cero, de ser elegida para conformar la muestra. Esta técnica fue escogida por las siguientes razones:

- Es de fácil comprensión.
- Los resultados de muestra pueden ser proyectados a la población objetivo.
- La mayoría de métodos de deducción estadística asume que los datos han sido recopilados por muestreo aleatorio simple.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

La muestra fue diseñada para garantizar un nivel de confianza del 95% y un error no mayor al 5%. También se ha considerado un 5% adicional al tamaño de muestra seleccionado con el fin de asegurar que la condición anteriormente descrita se cumpla en caso de existir no respuestas.

6.1.1.2 Metodología de Cálculo del Tamaño de Muestra.

6.1.1.2.1 Población Objetivo.

La población objetivo fueron las calles pertenecientes al área de estudio delimitada en la Fig. N° 5.

6.1.2 Metodología de Mediciones.

Cada manzana perteneciente a nuestra área de estudio se la dividió en cuatro partes, correspondientes a cada cuadra que delimitan la manzana; se escogió la mitad de cada cuadra para una mejor aproximación y descartar dispersión de sonido e influencia de ruido de otras cuadras y manzanas próximas, acción que sucedería en el caso de establecer los puntos de muestreo cercanos a las esquinas y cruces de calles.

El horario de mediciones se estableció considerando que las actividades cotidianas humanas en la zona de estudio empiezan aproximadamente a las 07h00 y finalizan a las 23h59, lo que nos da un rango de 17 horas. Los días en los que se realizaron las mediciones se establecieron con el mismo criterio, considerando que los días laborables, es decir, de lunes a sábado, son los días que más influencia de las actividades humanas tiene el sector.

El tiempo de muestreo fue de 10 minutos en cada punto preestablecido y se tomaron cinco réplicas por el mismo periodo, lo que nos da una hora en total en cada punto de muestreo. Siempre se tomaron dos muestras simultáneamente; es decir, en el mismo horario se tienen registros de dos lugares diferentes con la finalidad de poder establecer criterios de comparación entre un lugar y otro.

6.1.3 Normativa Utilizada para las Mediciones.

La Normativa utilizada fue la descrita en el “Texto Unificado de Legislación Ambiental”, Libro VI Anexo 5 (Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles, y para Vibraciones), dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental de la República del Ecuador.

Dicha Normativa se describe en los párrafos siguientes, haciendo referencia principalmente en los niveles máximos permisibles de ruido según el uso de suelo, así como los criterios para la medición de niveles de ruido producidos por una fuente fija.

Niveles máximos permisibles de ruido

4.1.1.1 Los niveles de presión sonora equivalente, NPS_{eq} , expresados en decibeles, en ponderación con escala A, que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, no podrán exceder los valores que se fijan en la Tabla 1.

Tabla 1

Niveles Máximos de Ruido Permisibles según Uso del Suelo

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

Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial Zona Comercial mixta	60 65	50 55
Zona Industrial	70	65

4.1.1.2 Los métodos de medición del nivel de presión sonora equivalente, ocasionado por una fuente fija, y de los métodos de reporte de resultados, serán aquellos fijados en esta norma.

4.1.1.3 Para fines de verificación de los niveles de presión sonora equivalente estipulados en la Tabla 1, emitidos desde la fuente de emisión de ruidos objeto de evaluación, las mediciones se realizarán, sea en la posición física en que se localicen los receptores externos a la fuente evaluada, o, en el límite de propiedad donde se encuentra ubicada la fuente de emisión de ruidos.

De la medición de niveles de ruido producidos por una fuente fija

4.1.2.1 La medición de los ruidos en ambiente exterior se efectuará mediante un decibelímetro (sonómetro) normalizado, previamente calibrado, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow). Los sonómetros a utilizarse deberán cumplir con los requerimientos señalados para los tipos 0, 1 ó 2, establecidas en las normas de la Comisión Electrotécnica

Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC). Lo anterior podrá acreditarse mediante certificado de fábrica del instrumento.

4.1.2.2 El micrófono del instrumento de medición estará ubicado a una altura entre 1,0 y 1,5 m del suelo, y a una distancia de por lo menos 3 (tres) metros de las paredes de edificios o estructuras que puedan reflejar el sonido. El equipo sonómetro no deberá estar expuesto a vibraciones mecánicas, y en caso de existir vientos fuertes, se deberá utilizar una pantalla protectora en el micrófono del instrumento.

4.1.2.3 Medición de Ruido Estable.- se dirige el instrumento de medición hacia la fuente y se determinará el nivel de presión sonora equivalente durante un período de 1 (un) minuto de medición en el punto seleccionado.

4.1.2.4 Medición de Ruido Fluctuante.- se dirige el instrumento de medición hacia la fuente y se determinará el nivel de presión sonora equivalente durante un período de, por lo menos, 10 (diez) minutos de medición en el punto seleccionado.

4.1.2.5 Determinación del nivel de presión sonora equivalente.- la determinación podrá efectuarse de forma automática o manual, esto según el tipo de instrumento de medición a utilizarse. Para el primer caso, un sonómetro tipo 1, este instrumento proveerá de los resultados de nivel de presión sonora equivalente, para las situaciones descritas

de medición de ruido estable o de ruido fluctuante. En cambio, para el caso de registrarse el nivel de presión sonora equivalente en forma manual, entonces se recomienda utilizar el procedimiento descrito en el siguiente artículo.

4.1.2.6 Se utilizará una tabla, dividida en cuadrículas, y en que cada cuadro representa un decibel. Durante un primer período de medición de cinco (5) segundos se observará la tendencia central que indique el instrumento, y se asignará dicho valor como una marca en la cuadrícula. Luego de esta primera medición, se permitirá una pausa de diez (10) segundos, posterior a la cual se realizará una segunda observación, de cinco segundos, para registrar en la cuadrícula el segundo valor. Se repite sucesivamente el período de pausa de diez segundos y de medición en cinco segundos, hasta conseguir que el número total de marcas, cada una de cinco segundos, totalice el período designado para la medición. Si se está midiendo ruido estable, un minuto de medición, entonces se conseguirán doce (12) marcas en la cuadrícula. Si se está midiendo ruido fluctuante, se conseguirán, por lo menos, ciento veinte (120) marcas en la cuadrícula.

Al finalizar la medición, se contabilizarán las marcas obtenidas en cada decibel, y se obtendrá el porcentaje de tiempo en que se registró el decibel en cuestión. El porcentaje de tiempo P_i , para un decibel específico NPS_i , será la fracción de tiempo

en que se verificó el respectivo valor NPS_i , calculado como la razón entre el tiempo en que actuó este valor y el tiempo total de medición. El nivel de presión sonora equivalente se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$NPS_{eq} = 10 * \log * \sum (P_i) 10^{\frac{NPS_i}{10}}$$

4.1.2.7 De los Sitios de Medición.- Para la medición del nivel de ruido de una fuente fija, se realizarán mediciones en el límite físico o lindero o línea de fábrica del predio o terreno dentro del cual se encuentra alojada la fuente a ser evaluada. Se escogerán puntos de medición en el sector externo al lindero pero lo más cerca posible a dicho límite. Para el caso de que en el lindero exista una pared perimetral, se efectuarán las mediciones tanto al interior como al exterior del predio, conservando la debida distancia de por lo menos 3 metros a fin de prevenir la influencia de las ondas sonoras reflejadas por la estructura física. El número de puntos será definido en el sitio pero se corresponderán con las condiciones más críticas de nivel de ruido de la fuente evaluada. Se recomienda efectuar una inspección previa en el sitio, en la que se determinen las condiciones de mayor nivel de ruido producido por la fuente.

4.1.2.8 De Correcciones Aplicables a los Valores Medidos.- A los valores de nivel de presión sonora

equivalente, que se determinen para la fuente objeto de evaluación, se aplicará la corrección debido a nivel de ruido de fondo. Para determinar el nivel de ruido de fondo, se seguirá igual procedimiento de medición que el descrito para la fuente fija, con la excepción de que el instrumento apuntará en dirección contraria a la fuente siendo evaluada, o en su lugar, bajo condiciones de ausencia del ruido generado por la fuente objeto de evaluación. Las mediciones de nivel de ruido de fondo se efectuarán bajo las mismas condiciones por las que se obtuvieron los valores de la fuente fija. En cada sitio se determinará el nivel de presión sonora equivalente, correspondiente al nivel de ruido de fondo. El número de sitios de medición deberá corresponderse con los sitios seleccionados para evaluar la fuente fija, y se recomienda utilizar un período de medición de 10 (diez) minutos y máximo de 30 (treinta) minutos en cada sitio de medición.

Al valor de nivel de presión sonora equivalente de la fuente fija se aplicará el valor mostrado en la Tabla 2:

Tabla 2
Corrección por Nivel de Ruido de Fondo

Diferencia Aritmética entre NPSeq de la Fuente Fija y NPSeq de Ruido de Fondo (dBA)	Corrección
--	------------

10 ó mayor	0
De 6 a 9	- 1
De 4 a 5	- 2
3	- 3
Menor a 3	Medición nula

Para el caso de que la diferencia aritmética entre los niveles de presión sonora equivalente de la fuente y de ruido de fondo sea menor a 3 (tres), será necesario efectuar medición bajo las condiciones de menor ruido de fondo.

4.1.2.9 Requerimientos de Reporte.- Se elaborará un reporte con el contenido mínimo siguiente:

- a) Identificación de la fuente fija (Nombre o razón social, responsable, dirección);
- b) Ubicación de la fuente fija, incluyendo croquis de localización y descripción de predios vecinos;
- c) Ubicación aproximada de los puntos de medición;
- d) Características de operación de la fuente fija;
- e) Tipo de medición realizada (continua o semicontinua);
- f) Equipo de medición empleado, incluyendo marca y número de serie;
- g) Nombres del personal técnico que efectuó la medición;
- h) Fecha y hora en la que se realizó la medición;
- i) Descripción de eventualidades encontradas (ejemplo: condiciones meteorológicas, obstáculos, etc.);
- j) Correcciones Aplicables;
- k) Valor de nivel de emisión de ruido de la fuente fija;

- 1) Cualquier desviación en el procedimiento, incluyendo las debidas justificaciones técnicas.

6.1.3.1 Aparatos Utilizados en las Mediciones.

Se utilizaron dos sonómetros de similares características, calibrados a 114dB. En la tabla N° 4 se describen las especificaciones de cada sonómetro.

ESPECIFICACIONES	SONÓMETRO 1	SONÓMETRO 2
Marca	PCE	SPER SIENTIFIC
Modelo	322 ^a	840013
Clase	Clase 2	Clase 2
Precisión	±1.4 dB	±1.5dB
Rango de Frecuencia	31.5HZ – 8KHZ	31.5HZ – 8KHZ
Filtros de Ponderación	A/C	A/C
Respuesta	Slow/Fast	Slow/Fast
Rangos de Medida	30dB – 80dB	30dB – 80Db
	50dB – 100dB	50dB – 100dB
	80dB – 130dB	80dB – 130dB
	30dB – 130dB	30dB – 130dB
Rango Dinámico	50dB	100dB
Micrófono	Micrófono de condensador eléctrico de 1/2 pulgada	Micrófono de condensador eléctrico de 1/2 pulgada

Tabla N°4 Fuente: Autores. Especificaciones Técnicas de los sonómetros utilizados, 2011.

6.2 Actividades Cotidianas Humanas Según el Uso del Suelo en el Área de Estudio.

6.2.1 Descripción.

Nuestra área de estudio se encuentra en un sector de la ciudad donde se realizan diversas actividades cotidianas humanas haciendo del uso de suelo diverso y multifuncional. Según la “Reforma, Actualización, Complementación, y Codificación de la Ordenanza que Sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca: Determinaciones para el Uso y Ocupación del Suelo Urbano” expedido por la Municipalidad de Cuenca en el año 2003, nuestra área de influencia tiene los siguientes usos principales: Gestión y administración, Comercio, Servicios Generales y Vivienda. Las actividades que aquí se realizan inciden directa o indirectamente en el aumento del ruido. Al existir estas actividades, aumenta la concurrencia de personas en el sector, a su vez el tráfico vehicular, y muchos otros factores que contribuyen a la proliferación de la contaminación ambiental.

Los lugares donde se realizan estas actividades cotidianas se les han clasificado según el tipo de actividad y según la incidencia que puedan tener en el aumento o disminución de decibeles, de la siguiente manera:

6.2.1.1 Hospitales y Cuerpo de Bomberos.

Dentro de esta categoría se consideran:

- Hospitales, Clínicas,
- Centros de Salud,
- Dispensarios Médicos,

- Cruz Roja Ecuatoriana,
- Benemérito Cuerpo de Bomberos.

6.2.1.2 Equipamiento Comunitario de Alcance Barrial o Parroquial.

Dentro de esta categoría se consideran:

- Lugares Verdes de recreación
- Plazas.

6.2.1.3 Gestión y Administración Religiosa.

Dentro de esta categoría se consideran:

- Catedrales,
- Iglesias,
- Capillas,
- Monasterios.

6.2.1.4 Servicios de Turismo.

Dentro de esta categoría se consideran:

- Hoteles,
- Hostales

6.2.1.5 Gestión y Administración Pública.

Dentro de esta categoría se consideran:

- Ministerios,
- Subsecretarías
- Institutos Nacionales.
- Municipio
- Departamentos Municipales,
- Establecimientos pertenecientes al poder Judicial,
- Policía Nacional,
- Empresas Públicas.

6.2.1.6 Centros Educativos.

Dentro de esta categoría se consideran:

- Escuelas,
- Colegios,
- Universidades,

- Institutos Superiores,
- Institutos de Aprendizaje de Idiomas.

6.2.1.7 Notarías.

Dentro de esta categoría se consideran:

- Notarías del cantón Cuenca.

6.2.1.8 Servicios Financieros.

- Dentro de esta categoría se consideran:
- Cooperativas Financieras,
- Casas de Cambio,
- Bancos,
- Cajeros Automáticos.

6.2.1.9 Lugares de Óseo y Entretenimiento.

Dentro de esta categoría se consideran:

- Discotecas,
- Bares,
- Bar-Restaurante,
- Café-Bar,

- Café-Bar-Restaurante.

6.2.1.10 Comercios Diversos.

Dentro de esta categoría se consideran:

- Tiendas de abasto,
- Ferreterías,
- Locales comerciales,
- Restaurantes,
- Consultorios privados de servicios profesionales.

6.2.2 Conteo-Inventario.

Para nuestro estudio se procedió a inventariar todos los locales existentes en el área de estudio, realizando un conteo calle por calle y según la clasificación descrita anteriormente.

6.3 Medición de la Altura de edificaciones.

6.3.1 Metodología.

Todas las calles de nuestra área de estudio fueron analizadas a través de la herramienta SIG (Sistema de Información Geográfica); por medio de un archivo tipo shape file se logró identificar todas las edificaciones existentes en el área así como el número de pisos que tiene cada una. En la fig. N° 6 se detalla todas las edificaciones y el número de pisos con que cuenta cada una.

Para tener un valor aproximado, cada piso se lo consideró que tiene una altura promedio de 3.5m, obteniendo así la altura de cada edificación, para luego obtener una altura promedio aproximada de cada calle.

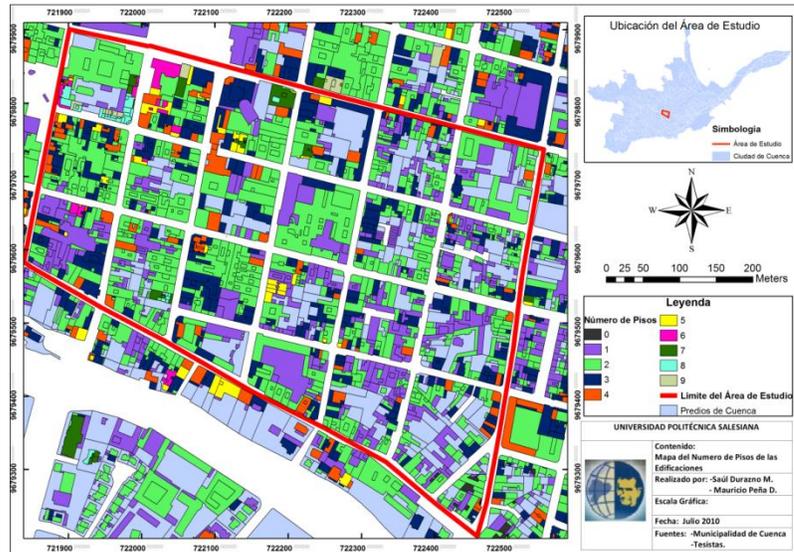


Fig. N° 6. Fuente: Autores.
Lugar de tomas de medidas para la determinación del ancho de las vías, 2011.

Altura del edificio:

$$he = 3.5 \times (N)$$

Donde:

he = altura de edificación

N = número de pisos del edificio

Altura promedio de la calle:

$$h = \frac{\sum he}{n}$$

Donde:

h = altura promedio de la calle

he = altura de cada edificación de la calle

n = número de edificaciones existentes en la calle

6.4 Medición del Ancho de las Calles.

6.4.1 Metodología.

Por medio de una cinta métrica se procedió a tomar el ancho de cada cuadra de todas las calles del área de estudio. El ancho se midió en cada esquina y en el centro de la cuadra, con el objetivo de tener una media aritmética de estas 3 mediciones y así tener el ancho de cada cuadra, para luego promediar estos valores y obtener el ancho total de cada calle.

$$A = \frac{(a1 + a2 + a3)}{3}$$

Donde:

A = Ancho de la vía.

a1 = ancho de la vía en la primera esquina.

a2 = ancho de la vía en su parte media.

a3 = ancho de la vía en la segunda esquina.

Ancho promedio de la calle:

$$A_c = \frac{\sum A}{n}$$

Donde:

A_c = Ancho promedio de la calle

A = Ancho de cada cuadra de la calle

n = número de cuadras existentes en la calle

En la fig. N° 7 se detalla cómo fueron tomadas las medidas para determinar el ancho de las calles.

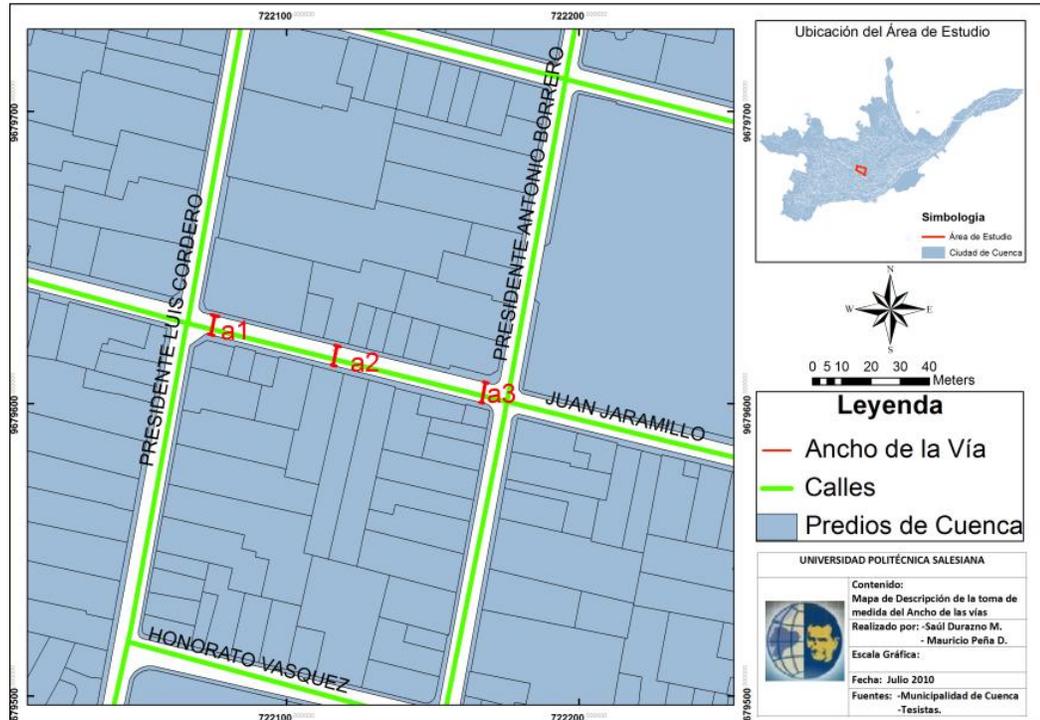


Fig. N° 7. Fuente: Autores.
Metodología para la Medida del Ancho de las Calles, 2011.

6.5 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), nivel de saturación vehicular.

6.5.1 Metodología.

Los datos de tráfico promedio diario anual (TPDA) de todas las calles fue facilitado por la Unidad Municipal de Transito (UMT).

Su metodología consiste en un conteo del tráfico diario, el cual es realizado por un software instalado en las cámaras de los semáforos en todas las calles pertenecientes al área de estudio, y proyectado a una media anual (TPDA).

6.6 Metodología del Análisis Socio-Económico y de Salud a las Personas que Residen y Trabajan en el Área de Estudio.

Antes de realizar el estudio de la contaminación acústica en la zona de regeneración urbana de la ciudad de Cuenca, se consideró necesario hacer un estudio de la percepción socio-económica y de salud de la ciudadanía, con el fin de evaluar los diferentes criterios respecto a la contaminación acústica de las personas que residen y trabajan en la zona.

Para obtener los datos de percepción de los ciudadanos se procedió a realizar una encuesta, la cual está detallada en el Anexo N° 1

A continuación en la tabla N° 5 se presenta un resumen de los factores analizados en las encuestas.

Factor	Tipo	Pregunta N°
Sociológico	Percepción	1
		2
		3
		5
	Comunicación	4
Económico	Vivienda	6
		7
	Comercial	8
Fisiológicos y Psicológicos	Auditivo	9
		10
		11
	Estrés	12
		13
		14
	Sistema Inmune	15
	Psicofísicos	16
	Cardiovasculares	17
	Respiratorios	18
	Digestivos	19

Tabla N° 5. Fuente: Autores, Factores analizados en las Encuestas, 2011.

6.6.1 Diseño de la Muestra para la encuesta Socio-Económica y de Salud

6.6.1.1 Método de Muestreo

La técnica de muestreo utilizada es la de Muestreo aleatorio simple -MAS- descrita anteriormente en el punto 6.1.1.1

6.6.1.2 Metodología de Cálculo del Tamaño De Muestra

6.6.1.2.1 Población Objetivo

La población objetivo fueron los moradores de la zona de estudio. Personas que residen y trabajan en esta zona.

6.6.1.2.2 Elementos

Persona residente o que trabaja en la zona de estudio.

6.6.1.2.3 Unidades de Muestreo

Persona residente o que trabaja en la zona de estudio.

6.6.1.2.4 Extensión

La zona de estudio será el sector del centro histórico de la ciudad de Cuenca denominado Zona de Regeneración Urbana, que tiene un área aproximada de 283470.25 m² y se encuentra delimitado por las líneas de color rojo en la Fig. 5. Dicho sector está delimitado por las calles principales Mariscal Sucre al Norte y la Calle Larga al sur; y las calles secundarias Padre Aguirre al Oeste y Antonio Vargas Machuca al Este.

6.6.1.2.5 Período

El período de realización de la encuesta fue de ocho días.

7 CAPÍTULO VII: RESULTADOS DE LAS MEDICIONES.

7.1 De las Mediciones de Ruido.

En total se hicieron 128 mediciones de ruido en los puntos y horarios preestablecidos (Cfr. Supra), con sus respectivas réplicas. En la Tabla. N° 6 se muestran los lugares de medición; en el Anexo N°2 se muestran las fotografías y en el Anexo N°3 se encuentran las fichas de campo utilizadas para cada medición.

Punto	Día	Hora	Calle
1	LUNES	08h00 a 09h00	Mariano Cueva entre Honorato Vásquez y Calle Larga
2	LUNES	08h00 a 09h00	Honorato Vásquez entre Hermano Miguel y Antonio Borrero.
3	LUNES	09h00 a 10h00	Benigno Malo entre Mariscal Sucre y Presidente Córdova.
4	LUNES	09h00 a 10h00	Mariscal Sucre entre Padre Aguirre y Benigno Malo.
5	LUNES	10h00 a 11h00	Antonio Borrero entre Mariscal Sucre y Presidente Córdova.
6	LUNES	10h00 a 11h00	Mariscal Sucre entre Benigno Malo y Luis Cordero.
7	LUNES	11h00 a 12h00	Vargas Machuca entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo.
8	LUNES	11h00 a 12h00	Luis Cordero entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo.
9	LUNES	12h00 a 13h00	Mariano Cueva entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo.
10	LUNES	12h00 a 13h00	Presidente Córdova entre Benigno Malo y Luis Cordero.
11	LUNES	13h00 a 14h00	Honorato Vásquez entre Mariano Cueva y Vargas Machuca.
12	LUNES	13h00 a 14h00	Antonio Borrero entre Honorato Vásquez y Juan Jaramillo.
13	LUNES	15h00 a 16h00	Antonio Borrero entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo.
14	LUNES	15h00 a 16h00	Benigno Malo entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo.
15	LUNES	17h00 a 18h00	Calle Larga entre Antonio Borrero y Hermano Miguel.
16	LUNES	17h00 a 18h00	Mariano Cueva entre Honorato Vásquez y Juan Jaramillo.
17	LUNES	18h00 a 19h00	Benigno Malo entre Mariscal Sucre y Presidente Córdova.
18	LUNES	18h00 a 19h00	Presidente Córdova entre Padre Aguirre y Benigno Malo.
19	LUNES	19h00 a 20h00	Benigno Malo entre Calle Larga y Presidente Córdova.
20	LUNES	19h00 a 20h00	Antonio Borrero entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo.
21	LUNES	22h00 a 23h00	Hermano Miguel entre Honorato Vásquez y Juan Jaramillo.
22	LUNES	22h00 a 23h00	Juan Jaramillo entre Luis Cordero y Antonio Borrero.
23	MARTES	08h00 a 09h00	Juan Jaramillo entre Padre Aguirre y Benigno Malo.
24	MARTES	08h00 a 09h00	Presidente Córdova entre Mariano Cueva y Hermano Miguel.
25	MARTES	09h00 a 10h00	Calle Larga entre Hermano Miguel y Mariano Cueva.
26	MARTES	09h00 a 10h00	Calle Larga entre Antonio Borrero y Hermano Miguel.
27	MARTES	11h00 a 12h00	Honorato Vásquez entre Vargas Machuca y Mariano Cueva.
28	MARTES	11h00 a 12h00	Calle Larga entre Hermano Miguel y Mariano Cueva.
29	MARTES	12h00 a 13h00	Padre Aguirre entre Juan Jaramillo y Presidente Córdova.

30	MARTES	12h00 a 13h00	Hermano Miguel entre Presidente Córdova y Mariscal Sucre.
31	MARTES	13h00 a 14h00	Antonio Borrero entre Calle Larga y Honorato Vásquez.
32	MARTES	13h00 a 14h00	Juan Jaramillo entre Hermano Miguel y Mariano Cueva.
33	MARTES	15h00 a 16h00	Juan Jaramillo entre Hermano Miguel y Mariano Cueva.
34	MARTES	15h00 a 16h00	Luis Cordero entre Honorato Vásquez y Juan Jaramillo.
35	MARTES	16h00 a 17h00	Honorato Vásquez entre Vargas Machuca y Mariano Cueva.
36	MARTES	16h00 a 17h00	Honorato Vásquez entre Hermano Miguel y Antonio Borrero.
37	MARTES	17h00 a 18h00	Alfonso Jerves entre Calle Larga y Vargas Machuca.
38	MARTES	17h00 a 18h00	Calle Larga entre Mariano Cueva y Alfonso Jerves.
39	MARTES	18h00 a 19h00	Benigno Malo entre Juan Jaramillo y Presidente Córdova.
40	MARTES	18h00 a 19h00	Mariscal Sucre entre Antonio Borrero y Hermano Miguel.
41	MARTES	19h00 a 20h00	Presidente Córdova entre Hermano Miguel y Antonio Borrero.
42	MARTES	19h00 a 20h00	Presidente Córdova entre Antonio Borrero y Luis Cordero.
43	MARTES	22h00 a 23h00	Honorato Vásquez entre Luis Cordero y Antonio Borrero.
44	MARTES	22h00 a 23h00	Benigno Malo entre Juan Jaramillo y Calle Larga.
45	MIÉRCOLES	08h00 a 09h00	Benigno Malo entre Calle Larga y Juan Jaramillo.
46	MIÉRCOLES	08h00 a 09h00	Presidente Córdova entre Hermano Miguel y Antonio Borrero.
47	MIÉRCOLES	10h00 a 11h00	Hermano Miguel entre Honorato Vásquez y Juan Jaramillo.
48	MIÉRCOLES	10h00 a 11h00	Hermano Miguel entre Honorato Vásquez y Juan Jaramillo.
49	MIÉRCOLES	11h00 a 12h00	Benigno Malo entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo.
50	MIÉRCOLES	11h00 a 12h00	Juan Jaramillo entre Padre Aguirre y Benigno Malo.
51	MIÉRCOLES	12h00 a 13h00	Antonio Borrero entre Juan Jaramillo y Honorato Vásquez.
52	MIÉRCOLES	12h00 a 13h00	Calle Larga entre Padre Aguirre y Benigno Malo.
53	MIÉRCOLES	13h00 a 14h00	Juan Jaramillo entre Mariano Cueva y Vargas Machuca.
54	MIÉRCOLES	13h00 a 14h00	Juan Jaramillo entre Antonio Borrero y Hermano Miguel.
55	MIÉRCOLES	14h00 a 15h00	Presidente Córdova entre Mariano Cueva y Hermano Miguel.
56	MIÉRCOLES	14h00 a 15h00	Juan Jaramillo entre Luis Cordero y Antonio Borrero.
57	MIÉRCOLES	15h00 a 16h00	Luis Cordero entre Calle Larga y Juan Jaramillo.
58	MIÉRCOLES	15h00 a 16h00	Vargas Machuca entre Juan Jaramillo y Presidente Córdova.
59	MIÉRCOLES	16h00 a 17h00	Honorato Vásquez entre Vargas Machuca y Mariano Cueva.
60	MIÉRCOLES	16h00 a 17h00	Hermano Miguel entre Calle Larga y Honorato Vásquez.
61	MIÉRCOLES	18h00 a 19h00	Honorato Vásquez entre Antonio Borrero y Luis Cordero.
62	MIÉRCOLES	18h00 a 19h00	Honorato Vásquez entre Mariano Cueva y Hermano Miguel.
63	MIÉRCOLES	21h00 a 22h00	Padre Aguirre entre Calle Larga y Juan Jaramillo.
64	MIÉRCOLES	21h00 a 22h00	Juan Jaramillo entre Antonio Borrero y Hermano Miguel.
65	JUEVES	07h00 a 08h00	Antonio Borrero entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo.
66	JUEVES	07h00 a 08h00	Juan Jaramillo entre Benigno Malo y Luis Cordero.
67	JUEVES	08h00 a 09h00	Antonio Borrero entre Mariscal Sucre y Presidente Córdova.
68	JUEVES	08h00 a 09h00	Presidente Córdova entre Antonio Borrero y Luis Cordero.
69	JUEVES	09h00 10h00	Honorato Vásquez entre Hermano Miguel y Antonio Borrero.
70	JUEVES	09h00 10h00	Juan Jaramillo entre Mariano Cueva y Vargas Machuca.
71	JUEVES	12h00 a 13h00	Presidente Córdova entre Luis Cordero y Benigno Malo.

72	JUEVES	12h00 a13h00	Padre Aguirre entre Presidente Córdova y Mariscal Sucre.
73	JUEVES	13h00 a 14h00	Juan Jaramillo entre Benigno Malo y Luis Cordero.
74	JUEVES	13h00 a 14h00	Juan Jaramillo entre Hermano Miguel y Mariano Cueva.
75	JUEVES	14h00 a 15h00	Luis Cordero entre Honorato Vásquez y Juan Jaramillo.
76	JUEVES	14h00 a 15h00	Padre Aguirre entre Calle Larga y Juan Jaramillo.
77	JUEVES	15h00 a 16h00	Juan Jaramillo entre Antonio Borrero y Hermano Miguel.
78	JUEVES	15h00 a 16h00	Honorato Vásquez entre Antonio Borrero y Luis Cordero.
79	JUEVES	16h00 a 17h00	Presidente Córdova entre Benigno Malo y Luis Cordero.
80	JUEVES	16h00 a 17h00	Benigno Malo entre Mariscal Sucre y Presidente Córdova.
81	JUEVES	18h00 a 19h00	Honorato Vásquez entre Antonio Borrero y Luis Cordero.
82	JUEVES	18h00 a 19h00	Calle Larga entre Benigno Malo y Luis Cordero.
83	JUEVES	19h00 a 20h00	Honorato Vásquez entre Hermano Miguel y Antonio Borrero.
84	JUEVES	19h00 a 20h00	Luis Cordero entre Calle Larga y Honorato Vásquez.
85	JUEVES	21h00 a 22h00	Honorato Vásquez entre Vargas Machuca y Mariano Cueva.
86	JUEVES	21h00 a 22h00	Mariano Cueva entre Calle Larga y Honorato Vásquez.
87	VIERNES	07h00 a 08h00	Benigno Malo entre Mariscal Sucre y Presidente Córdova.
88	VIERNES	07h00 a 08h00	Presidente Córdova entre Benigno Malo y Luis Cordero.
89	VIERNES	08h00 a 09h00	Luis Cordero entre Juan Jaramillo y Presidente Córdova.
90	VIERNES	08h00 a 09h00	Luis Cordero entre Juan Jaramillo y Presidente Córdova.
91	VIERNES	11h00 a 12h00	Calle Larga entre Padre Aguirre y Benigno Malo.
92	VIERNES	11h00 a 12h00	Hermano Miguel entre Juan Jaramillo y Presidente Córdova.
93	VIERNES	15h00 a 16h00	Vargas Machuca entre Calle Larga y Alfonso Jerves.
94	VIERNES	15h00 a 16h00	Vargas Machuca entre Alfonso Jerves y Honorato Vásquez.
95	VIERNES	16h00 a 17h00	Calle Larga entre Alfonso Jerves y Vargas Machuca.
96	VIERNES	16h00 a 17h00	Alfonso Jerves entre Calle Larga y Vargas Machuca.
97	VIERNES	17h00 a 18h00	Presidente Córdova entre Mariano Cueva y Hermano Miguel.
98	VIERNES	17h00 a 18h00	Antonio Borrero entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo.
99	VIERNES	18h00 a 19h00	Presidente Córdova entre Benigno Malo y Padre Aguirre.
100	VIERNES	18h00 a 19h00	Mariscal Sucre entre Hermano Miguel y Mariano Cueva.
101	VIERNES	20h00 a 21h00	Juan Jaramillo entre Benigno Malo y Luis Cordero.
102	VIERNES	20h00 a 21h00	Mariano Cueva entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo.
103	VIERNES	21h00 a 22h00	Mariscal Sucre entre Antonio Borrero y Hermano Miguel.
104	VIERNES	21h00 a 22h00	Calle Larga entre Alfonso Jerves y Vargas Machuca.
105	VIERNES	23h00 a 24h00	Alfonso Jerves entre Calle Larga y Vargas Machuca.
106	VIERNES	23h00 a 24h00	Vargas Machuca entre Presidente Córdova y Mariscal Sucre.
107	SABADO	07h00 a 08h00	Presidente Córdova entre Vargas Machuca y Mariano Cueva.
108	SABADO	07h00 a 08h00	Mariscal Sucre entre Luis Cordero y Antonio Borrero.
109	SABADO	08h00 a 09h00	Vargas Machuca entre Presidente Córdova y Mariscal Sucre.
110	SÁBADO	08h00 a 09h00	Hermano Miguel entre Presidente Córdova y Mariscal Sucre.
111	SÁBADO	09h00 a 10h00	Alfonso Jerves entre Calle Larga y Vargas Machuca.
112	SÁBADO	09h00 a 10h00	Honorato Vásquez entre Vargas Machuca y Mariano Cueva.
113	SÁBADO	10h00 a 11h00	Mariscal Sucre entre Antonio Borrero y Hermano Miguel.
114	SÁBADO	10h00 a 11h00	Luis Cordero entre Presidente Córdova y Mariscal Sucre.
115	SÁBADO	11h00 a 12h00	Vargas Machuca entre Presidente Córdova y Mariscal Sucre.

116	SÁBADO	11h00 a 12h00	Antonio Borrero entre Mariscal Sucre y Presidente Córdova.
117	SÁBADO	13h00 a 14h00	Hermano Miguel entre Calle Larga y Honorato Vásquez.
118	SÁBADO	13h00 a 14h00	Luis Cordero entre Honorato Vásquez y Juan Jaramillo.
119	SÁBADO	15h00 a 16h00	Presidente Córdova entre Benigno Malo y Padre Aguirre.
120	SÁBADO	15h00 a 16h00	Luis Cordero entre Presidente Cordero y Mariscal Sucre.
121	SÁBADO	16h00 a 17h00	Hermano Miguel entre Calle Larga y Honorato Vásquez.
122	SÁBADO	16h00 a 17h00	Antonio Borrero entre Honorato Vásquez y Calle Larga.
123	SÁBADO	18h00 a 19h00	Honorato Vásquez entre Hermano Miguel y Antonio Borrero.
124	SÁBADO	18h00 a 19h00	Calle Larga entre Luis Cordero y Antonio Borrero.
125	SÁBADO	22h00 a 23h00	Juan Jaramillo entre Benigno Malo y Luis Cordero.
126	SÁBADO	22h00 a 23h00	Padre Aguirre entre Juan Jaramillo y Presidente Córdova.
127	SÁBADO	23h00 a 00h00	Juan Jaramillo entre Benigno Malo y Luis Cordero.
128	SÁBADO	23h00 a 00h00	Juan Jaramillo entre Benigno Malo y Luis Cordero.

Tabla. N° 6. Fuente: Autores, Horario de toma de muestras en las diferentes calles de la zona de regeneración urbana, 2011.

Los resultados de las mediciones del NPS son diversos, ya que las variables independientes en cada punto de medición difieren; sin embargo podemos mencionar que existe un alto grado de contaminación acústica comparando con la norma vigente sobre ruido en el país, que establece un máximo de 55dB en el día y de 45dB en la noche.

En la Gráfico. N° 1 se puede verificar que ninguna medición cumplió la normativa existente.

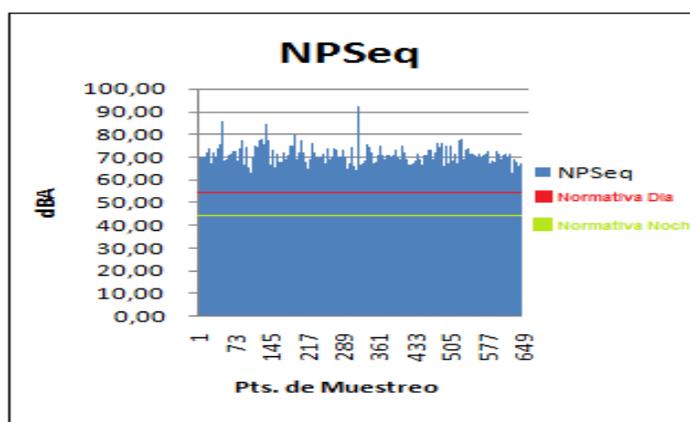


Gráfico. N° 1. Fuente: Autores, Niveles de Presión Sonora, 2011.

En el Anexo N°4 se encuentra el Mapa de Ruido de la zona de estudio, donde se grafican las áreas con mayor y menor Nivel de Presión Sonora.

7.2 De las Actividades Cotidianas Humanas Según el Uso del Suelo en el Área de Estudio:

Debido a que el uso de suelo en la zona es de tipo mixto, cada calle donde se establecieron los puntos de muestreo contienen diversidad en el número y tipo de lugares de afluencia de personas.

En la Tabla N° 7 se muestra la cantidad total de lugares con afluencia de personas en cada calle del área de estudio.

Número de Lugares con Afluencia de Actividades Humanas en el Área de Estudio	
Nombre de la Calle	Número de lugares con Afluencia de Actividades Humanas
PADRE AGUIRRE	58
BENIGNO MALO	42
LUIS CORDERO	77
ANTONIO BORRERO	72
HERMANO MIGUEL	74
MARIANO CUEVA	57
VARGAS MACHUCA	64
ALFONSO JERVES	2
MARISCAL SUCRE	84
PRESIDENTE CÓRDOVA	138
JUAN JARAMILLO	119
HONORATO VÁSQUEZ	55
CALLE LARGA	155

Tabla N° 7. Fuente: Autores, Número de Lugares con Afluencia de Actividades Humanas en el Área de Estudio, 2011.

7.3 De la altura de las Edificaciones:

En la tabla N° 8 y Gráfico N° 2 se resume la altura promedio de las edificaciones existentes en las calles donde se establecieron los puntos de monitoreo.

Nombre de la Calle	Altura Promedio (m)
PADRE AGUIRRE	9.97
BENIGNO MALO	11.67
LUIS CORDERO	8.98
ANTONIO BORRERO	7.90
HERMANO MIGUEL	7.63
MARIANO CUEVA	6.58
VARGAS MACHUCA	9.02
ALFONSO JERVES	6.50
MARISCAL SUCRE	11.22
PRESIDENTE CÓRDOVA	10.03
JUAN JARAMILLO	7.63
HONORATO VÁSQUEZ	7.25
CALLE LARGA	7.49

Tabla N° 8. Fuente: Autores, Altura promedio de las Edificaciones, 2011.

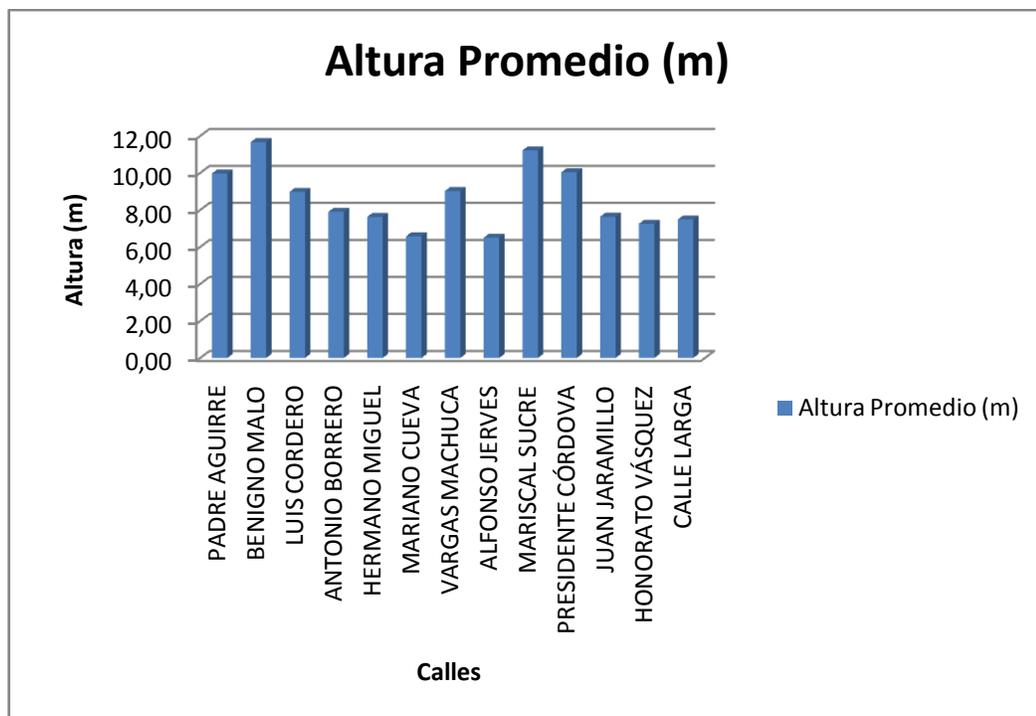


Gráfico N° 2 Fuente: Autores, Altura Promedio de la Calles, 2011.

7.4 Del Ancho de las Calles:

En la Tabla N° 9 y Gráfico N° 3 se resume el ancho promedio de las calles donde se establecieron los puntos de monitoreo.

Nombre de la Calle	Altura Promedio (m)
PADRE AGUIRRE	11.87
BENIGNO MALO	10.17
LUIS CORDERO	10.25
ANTONIO BORRERO	11.6
HERMANO MIGUEL	10.05
MARIANO CUEVA	9.98
VARGAS MACHUCA	12.34
ALFONSO JERVES	10.6
SUCRE	12.47
PRESIDENTE CORDOVA	10.33
JUAN JARAMILLO	10.75
HONORATO VÁSQUEZ	10.08
CALLE LARGA	11.84

Tabla N° 9. Fuente: Autores, Ancho promedio de las calles, 2011.

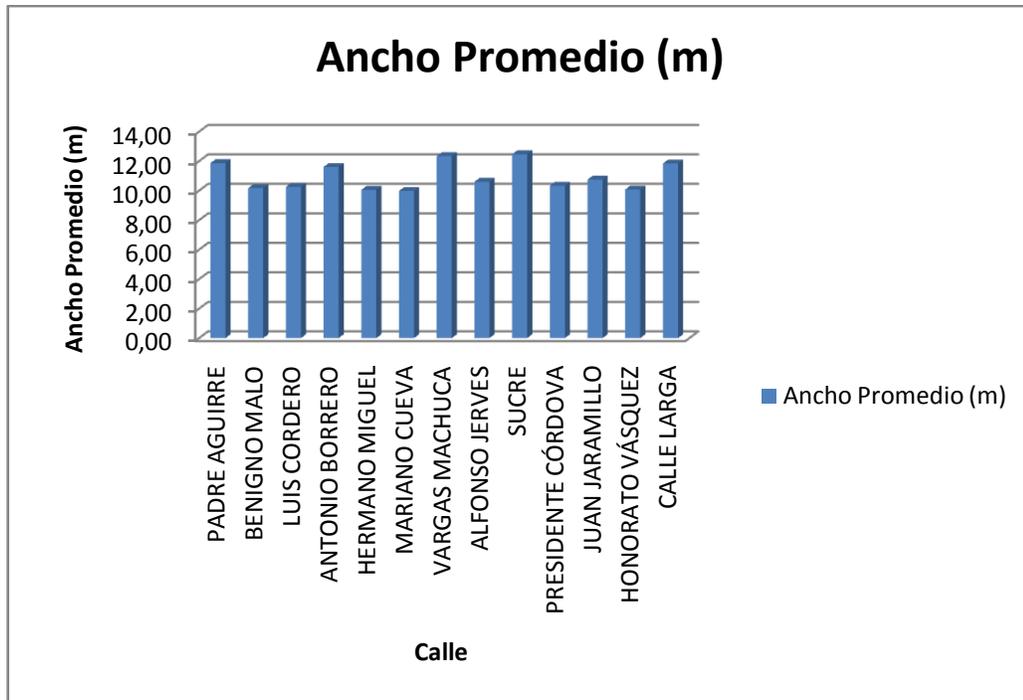


Gráfico N° 3. Fuente: Autores, Ancho promedio de las calles, 2011.

7.5 Del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA):

Según datos de la Unidad Municipal de Tránsito de Cuenca (UMT), se resume a continuación en la Tabla N° 10 y Gráfico N° 4 los datos de Tráfico Promedio Diario Anual 2010 (TPDA-2010) en las calles donde se establecieron las mediciones de NPS.

Nombre de la Calle	TPDA
PRESIDENTE CÓRDOVA	16573
MARISCAL SUCRE	8284
CALLE LARGA	11253
JUAN JARAMILLO	9255
PADRE AGUIRRE	7205
BENIGNO MALO	11829
LUIS CORDERO	7925
ANTONIO BORRERO	8905
HERMANO MIGUEL	5389
MARIANO CUEVA	3901
HONORATO VÁSQUEZ	7935
VARGAS MACHUCA	9341
ALFONSO JERVES	6800

Tabla N° 10. Fuente: Autores, TPDA por calles, 2011.

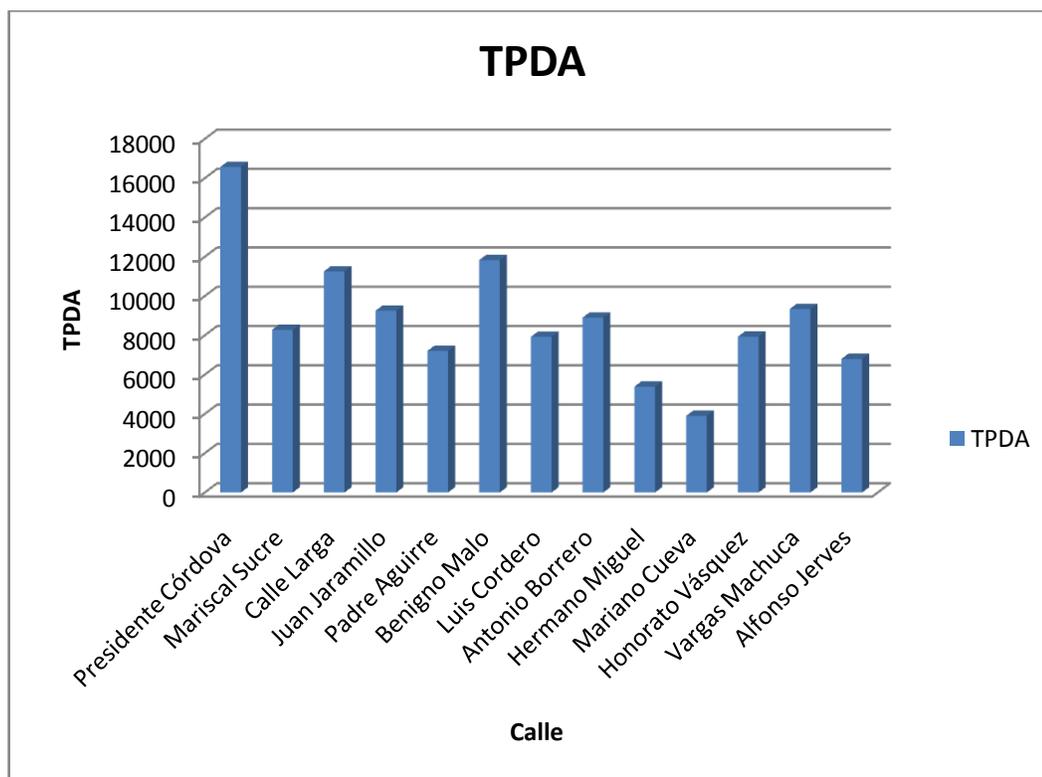


Gráfico N° 4. Fuente: Autores, Tráfico Promedio Diario Anual en las calles, 2011.

En la Tabla N° 11 y Gráfico N° 5 se presenta un resumen de la distribución porcentual de vehículos en el área de estudio según la UMT.

Tabla Porcentual del Trafico Promedio Diario Anual en el Área de Estudio	
Vehículos Livianos	97,30%
Buses	2,55%
Camiones	0,15%

Tabla N° 11. Fuente: Unidad Municipal de Tránsito de la Ciudad de Cuenca, Promedio porcentual del tráfico vehicular anual, 2011.

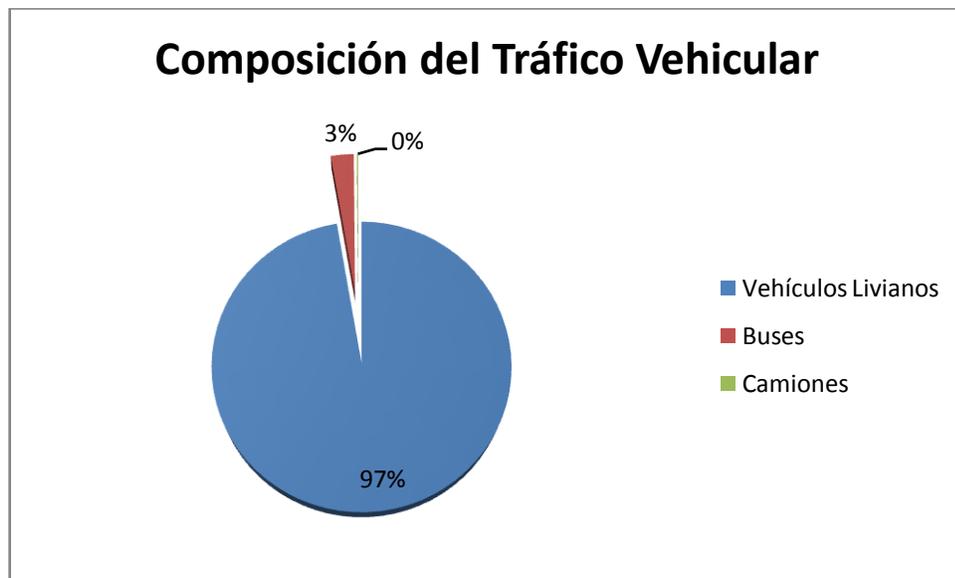


Gráfico N° 5. Fuente: Autores, Composición del Tráfico Vehicular, 2011.

7.6 Del análisis Socio-Económico y de salud a las personas que residen y trabajan en el área de estudio:

Este análisis será explicado gráficamente de la Gráfica N° 6 a la Gráfica N° 21.

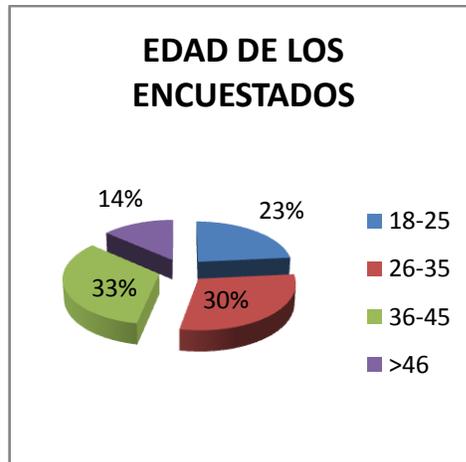


Gráfico N° 6. Fuente: Autores, Edades de los encuestados, 2011.

De la pregunta número 1: ¿Considera Ud. que existe ruido excesivo en la zona?



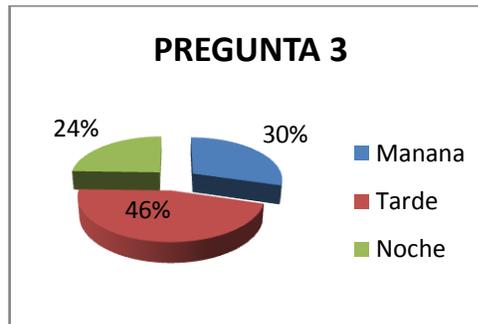
Gráfica N° 7. Fuente: Autores, Pregunta 1, 2011.

De la pregunta número 2: ¿Interrumpe o causa algún tipo de molestia en sus actividades cotidianas el ruido de la zona?



Gráfica N° 8. Fuente: Autores, Pregunta 2, 2011.

De la pregunta número 3: ¿Conoce Ud. las consecuencias que produce la exposición al ruido excesivo?



Gráfica N° 9. Fuente: Autores, Pregunta 3, 2011.

De la pregunta número 4: ¿Conoce Ud. Las consecuencias que produce la exposición al ruido excesivo?



Gráfica N° 10. Fuente: Autores, Pregunta 4, 2011.

De la pregunta número 5: ¿Cree que el ruido ha provocado alguna de las siguientes afecciones en Ud.?:

a. Dificultad en la comunicación.



Gráfica N° 11. Fuente: Autores, Pregunta 5A, 2011.

b. Malestar en el oído.



Gráfica N° 12. Fuente: Autores, Pregunta 5B, 2011.

c. Insomnio.



Gráfica N° 13. Fuente: Autores, Pregunta 5C, 2011.

d. Enfermedades infecciosas o tumorales.



Gráfica N° 14. Fuente: Autores, Pregunta 5D, 2011.

e. Problemas respiratorios.



Gráfica N° 15. Fuente Autores, Pregunta 5E, 2011.

De la pregunta número 6: ¿Está Ud. acostumbrado al ruido de la zona?



Gráfica N° 16. Fuente: Autores, Pregunta 6, 2011.

De la pregunta número 7: ¿Conoce Ud. Las consecuencias que produce la exposición al ruido excesivo?



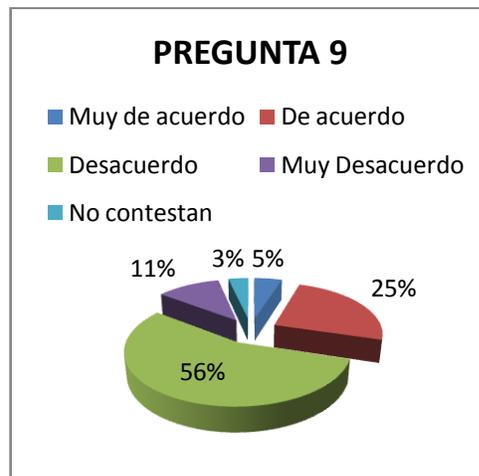
Gráfica N° 17. Fuente: Autores, Pregunta 7, 2011.

De la pregunta número 8: ¿Cree Ud. que la presencia de ruido excesivo ha afectado el valor comercial de su vivienda/negocio?



Gráfica N° 18. Fuente: Autores, Pregunta 8, 2011.

De la pregunta número 9: ¿Está Ud. de acuerdo o en desacuerdo con las actividades económicas que generan ruido en el sector?.



Gráfica N° 19. Fuente: Autores, Pregunta 9, 2011.

De la pregunta número 10: Si Ud. reside en esta zona: ¿Cree que el ruido ha afectado a algún familiar menor de edad en su hogar, en alguna de las formas mencionadas en la pregunta 5?



Gráfica N° 20. Fuente: Autores, Pregunta 10, 2011.

De la pregunta número 11: ¿Cree Ud. que las vibraciones causadas por el ruido excesivo han provocado daños estructurales (ventanas, puertas, pisos) en su vivienda/negocio?



Gráfica N° 21. Fuente: Autores, Pregunta 11, 2011.

8 CAPÍTULO VIII: INTERPRETACIÓN ESTADÍSTICA Y CONCLUSIONES.

8.1 Diseño Completamente al Azar y ANOVA.

El diseño completamente al azar (DCA) es el más simple de todos los diseños que se utilizan para comparar dos o más tratamientos, dado que solo consideran dos fuentes de variabilidad: los *tratamientos* y *el error aleatorio*.

8.1.1 ANOVA para el (DCA).

El análisis de la varianza (ANOVA) es la técnica central en el análisis de datos experimentales. La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento. En el caso del DCA se separan la variabilidad debida a los tratamientos y la debida al error. Cuando la primera predomina “claramente” sobre la segunda, es cuando se concluye que los tratamientos tienen efecto

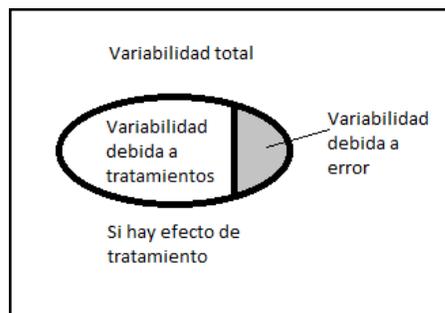


Fig. N° 8. Fuente: Gutiérrez Pulido y Vara Salazar, Representación de la variabilidad, 2008.

O dicho de otra manera, las medias son diferentes. Cuando los tratamientos no dominan contribuyen igual o menos que el error, por lo que se concluye que las medias son iguales.

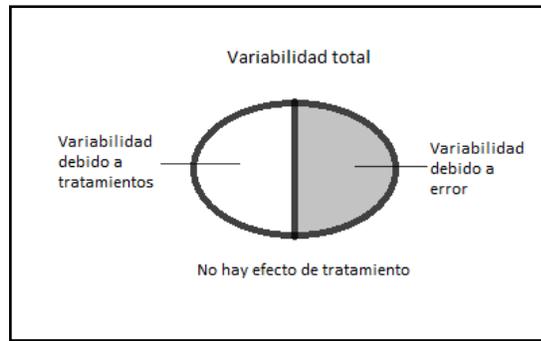


Fig. N° 9. Fuente: Gutiérrez Pulido y Vara Salazar, Representación de la variabilidad, 2008.

El objetivo del análisis de varianza en el DCA es probar la hipótesis de igualdad de los tratamientos con respecto a la media de la correspondiente variable de respuesta.

8.1.2 Tukey.

Utilizado en el análisis ANOVA para crear intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre medias de los niveles de factor mientras controla el nivel de significancia por familia en un nivel que se especifique. Es importante considerar el nivel de significancia por familia al realizar múltiples comparaciones, porque las posibilidades de cometer un error de tipo I para una serie de comparaciones son mayores que el nivel de significancia para cualquier comparación individual. Para contrarrestar este nivel de significancia más alta, el método de Tukey ajusta el intervalo de confianza para cada intervalo individual, de manera que el nivel de confianza simultáneo resultante sea igual al valor que se especifique.

8.1.3 MCB.

Es un método de comparaciones múltiples diseñado para identificar los mejores niveles de factor, los insignificativamente diferentes del mejor y los significativamente diferentes del mejor. Se puede definir "mejor" como la media más alta o la media más

baja. Este procedimiento se utiliza generalmente como seguimiento a un ANOVA para analizar con mayor precisión las diferencias entre las medias de los niveles.

Las MCB de Hsu crean un intervalo de confianza para la diferencia entre cada media de nivel y la mejor de las restantes medias de los niveles. Si un intervalo tiene cero como cota, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias correspondientes.

8.2 Análisis estadístico de la influencia de las Actividades Cotidianas Humanas Según el Uso del Suelo en el Área de Estudio, respecto al Ruido.

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 4 clases de tratamientos que nos indican la existencia de mayor o menor número de lugares que demandan una actividad cotidiana humana, clasificándolas por rangos como se muestra en la tabla N° 12.

Categoría	Número de lugares con Afluencia de Actividades Humanas
A	0-45
B	45 - 90
C	90 - 135
D	135- 155

Tabla N°12. Fuente: Autores, Rangos para Categorías de calles según el Número de lugares con afluencia de Actividades Humanas, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu A = \mu B = \mu C = \mu D$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

A, B, C, D = Diferentes tratamientos o categorías

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 10,11, 12, 13, 14, 15.

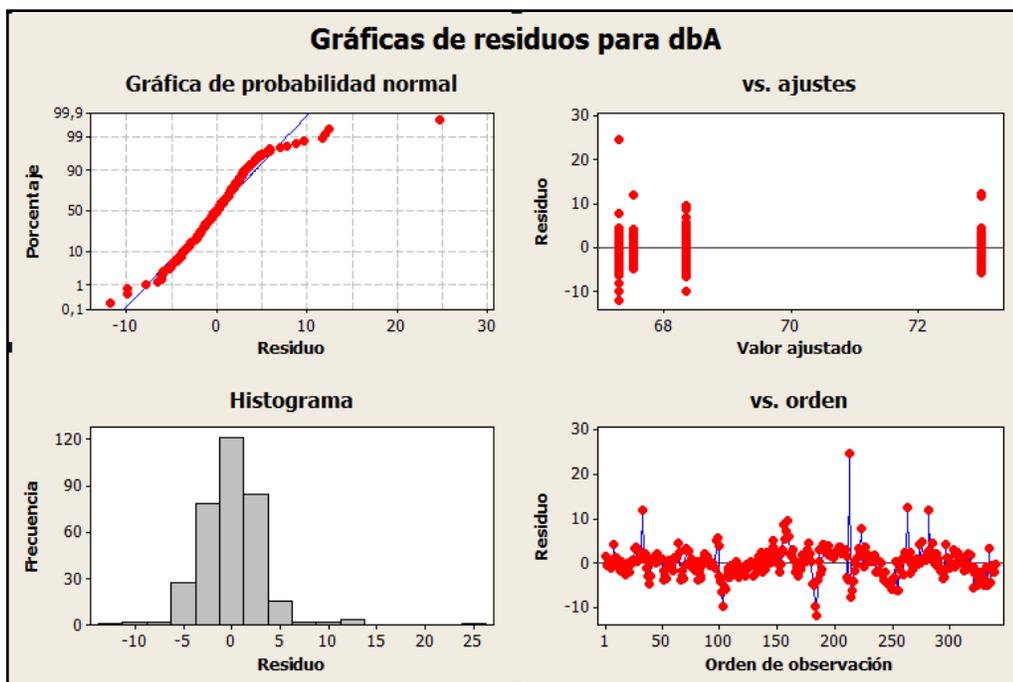


Fig. N°10. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dbA, 2011.

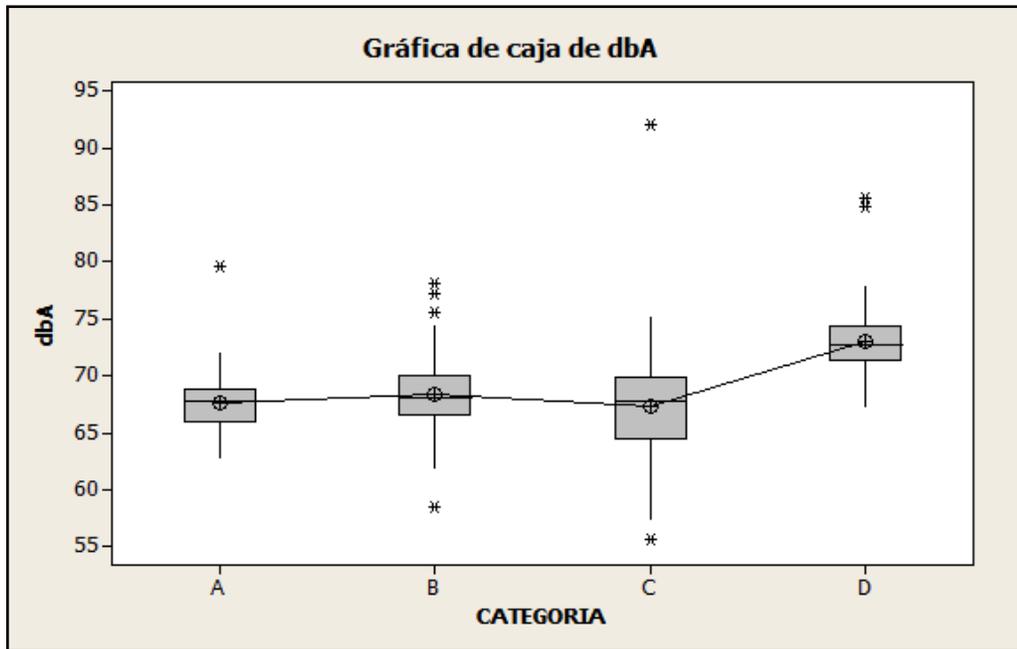


Fig. N°11. Fuente: Autores, Gráfica de caja dbA, 2011.

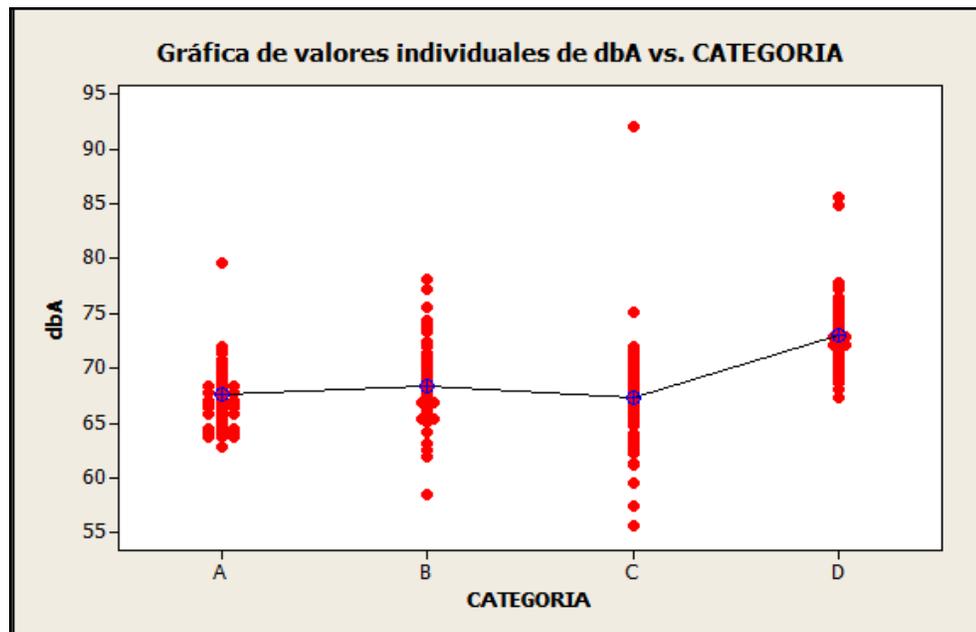


Fig. N°12. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dbA vs CATEGORÍA, 2011.

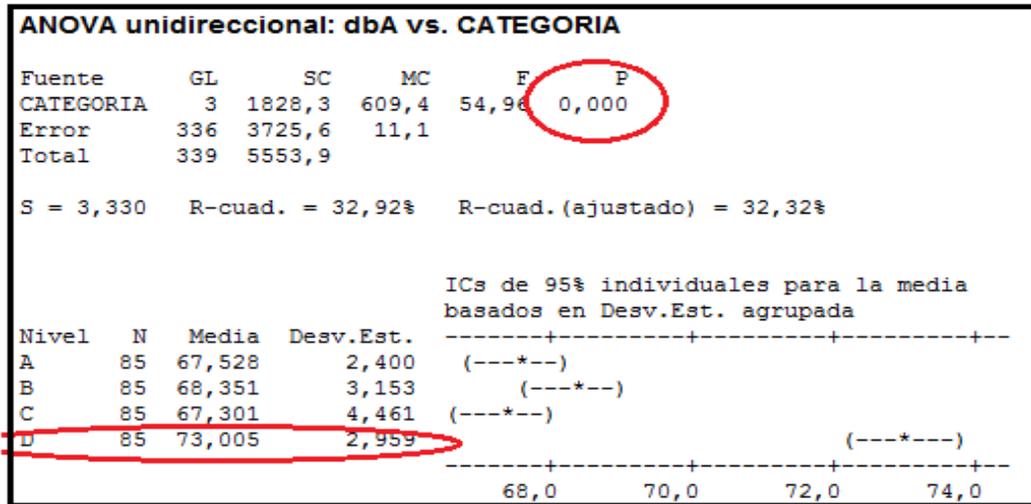


Fig. N°13. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dbA vs CATEGORÍA, 2011.

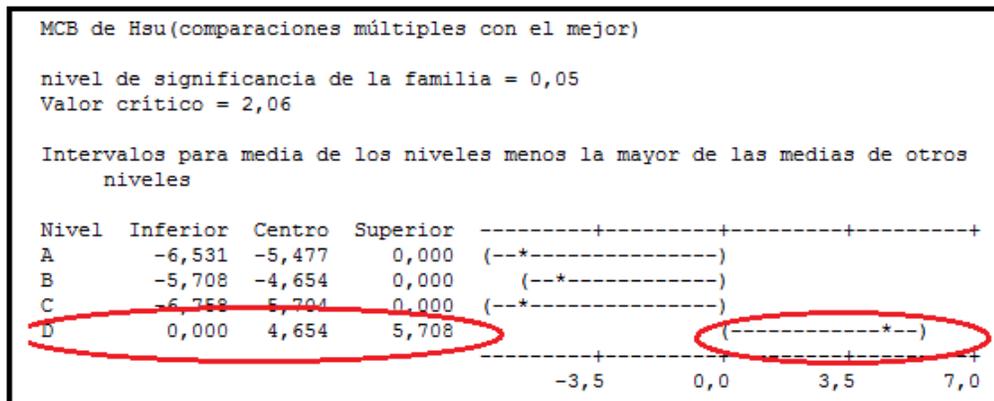


Fig. N°14. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

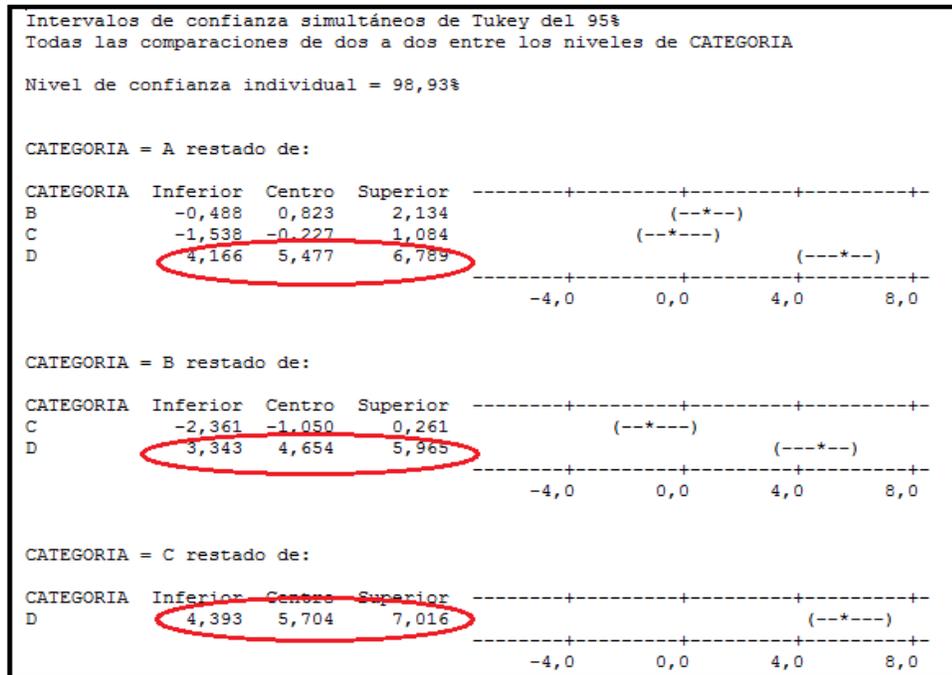


Fig. N°15. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.2.1 Interpretación de los resultados

La Fig. 10, Nos indica con mayor facilidad las características propias del ajuste del modelo en regresión y en ANOVA. Examinar las gráficas de residuos nos ayudó a determinar si los supuestos de los cuadrados mínimos ordinarios coinciden. Si estos supuestos cumplen con lo requerido, entonces la regresión de cuadrados mínimos ordinarios producirá estimaciones de coeficientes sin sesgo con la varianza mínima.

Como podemos observar existen 4 graficas dentro de la Fig. 10 que a continuación interpretamos:

Histograma de residuos. Una herramienta exploratoria para mostrar las características generales de los residuos incluyendo valores típicos, dispersión y forma. Una larga cola lateral determinó que la distribución de nuestro estudio fue sesgada correctamente. Si una o dos barras estuvieran dispersas de las demás, esos puntos podrían ser valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa. Si los puntos en la gráfica salen de una línea recta, el supuesto de normalidad puede ser inválido.

Residuos versus valores ajustados. Esta gráfica muestra un patrón aleatorio de residuos a ambos lados de 0. Se observó pocos valores atípicos pero la mayoría de los demás puntos están cerca del cero horizontal lo que hace posible una mínima dispersión.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos como se pudo observar con total aleatoriedad, esto se demostró a través de los picos homogéneos.

En conclusión la **Fig. 10.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 11 y 12 apreciamos que la distribución de muestras es correcta, los valores atípicos son pocos y coherentes. Los valores de los tratamientos A, B, C, son similares, no muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento, sin embargo el tratamiento D es diferente y mayor que todos ellos lo que denota mayor presencia de Niveles de Presión Sonora en las calles pertenecientes a ésta categoría.

8.2.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 13 el valor p (0.000) para las diferentes tratamientos indica que hay suficiente evidencia de que no todas las medias son iguales cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.2.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.14, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que el tratamiento D es el más ruidoso y diferente de todos ya que su intervalo de confianza es mayor que 0, por lo que concluimos que las calles que tienen mayor número de lugares que demandan una actividad humana cotidiana son las más ruidosas, al ser la categoría D la que tiene el mayor rango de valores (entre 135 y 155).

8.2.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig. N°15 podemos analizar que:

La media del tratamiento A, restada de las medias de los tratamientos B, C y D: Las medias de los tratamientos A y D son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (4.166, 5.477, 6.789) excluye a cero.

La media del tratamiento B restada de las medias de los tratamientos C y D: Las medias de los tratamientos B y D son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (3.343, 4.654, 5.965) excluye cero.

La media del tratamiento C restada de la media del tratamiento D: Las medias de los tratamientos C y D son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (3.343, 4.654, 5.965) excluye cero.

8.3 Análisis estadístico de la Influencia de la Altura de las Edificaciones, respecto al Ruido.

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 4 clases de tratamientos que nos indican las alturas de las edificaciones, clasificándolas por rangos como se muestra en la tabla N°13.

Categoría	Rangos Según la Altura de los Edificios (m)
A	6,5-7,79
B	7,79-9,08
C	9,08 - 10,37
D	10,37 - 11,67

Tabla N°13. Fuente: Autores, Rangos para Categorías de calles según la Altura de las Edificaciones, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu A = \mu B = \mu C = \mu D$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$A, B, C, D = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 16, 17, 18, 19, 20, 21.

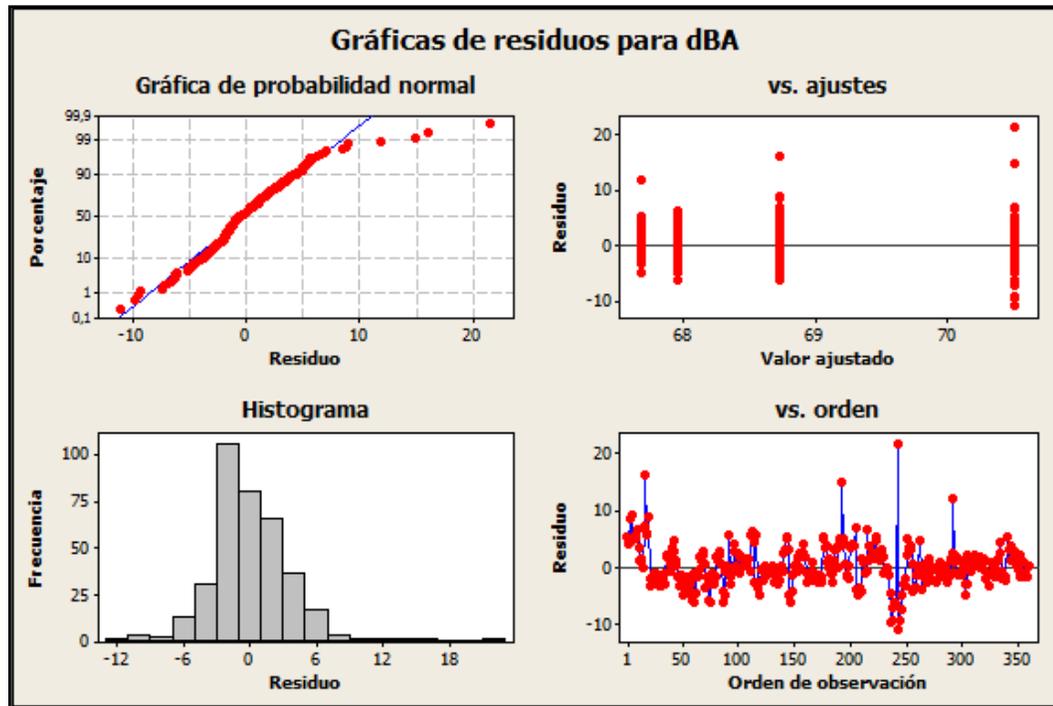


Fig. N°16. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

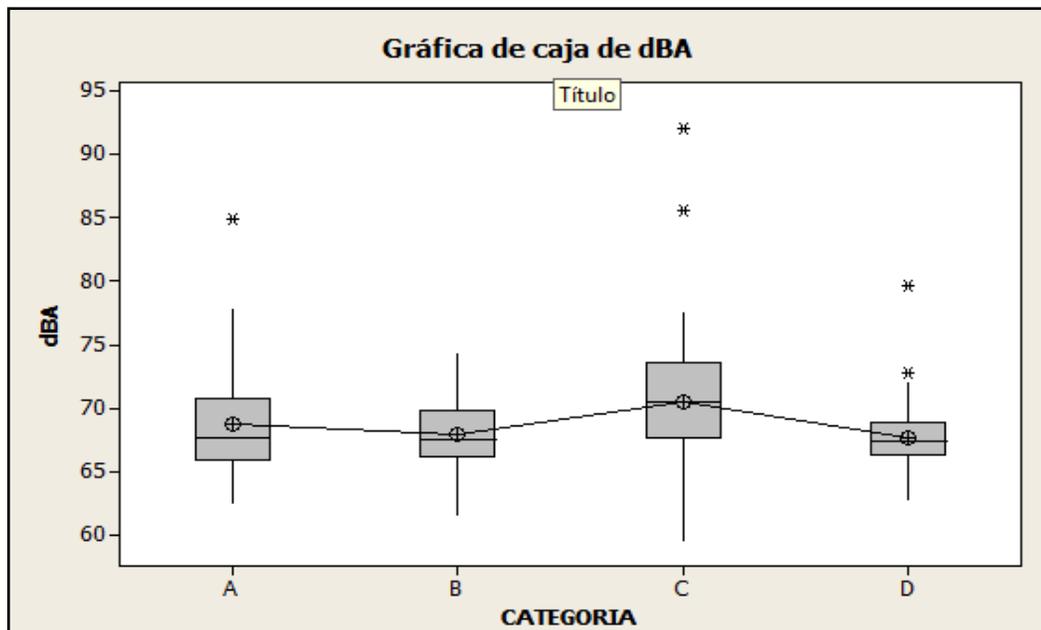


Fig. N°17. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

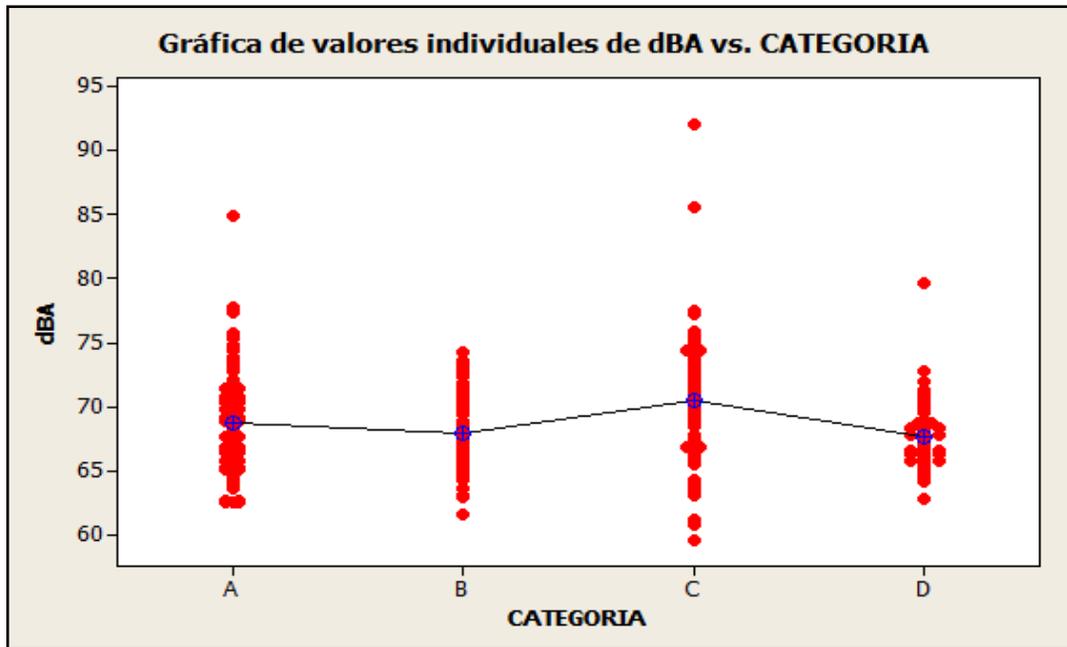


Fig. N°18. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

ANOVA unidireccional: dBA vs. CATEGORÍA

Fuente	GL	SC	MC	F	P
CATEGORÍA	3	436,2	145,4	11,30	0,000
Error	356	4580,9	12,9		
Total	359	5017,0			

S = 3,587 R-cuad. = 8,69% R-cuad. (ajustado) = 7,92%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.
A	90	68,728	4,013
B	90	67,958	2,704
C	90	70,508	4,803
D	90	67,687	2,232

Desv.Est. agrupada = 3,587

Fig. N°19. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

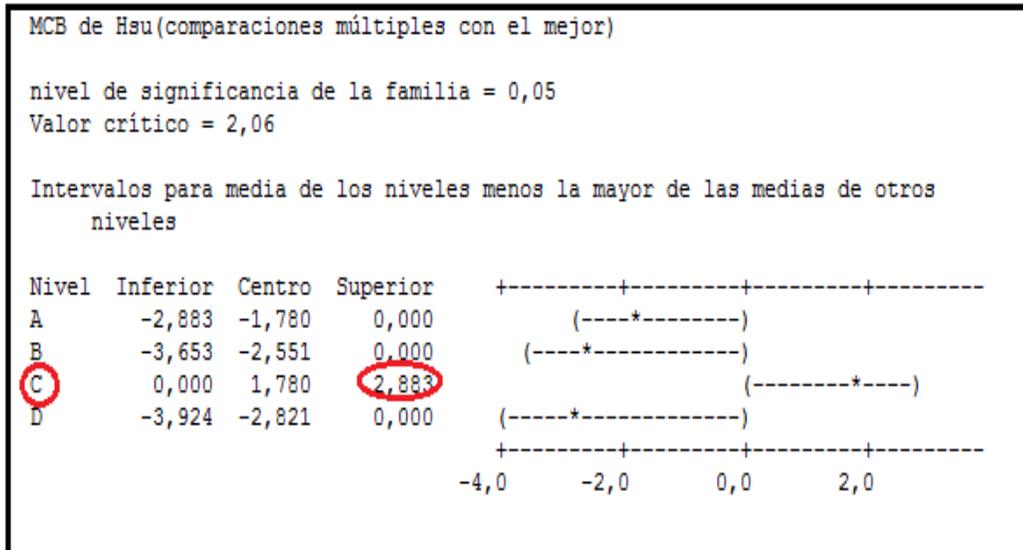


Fig. N°20. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

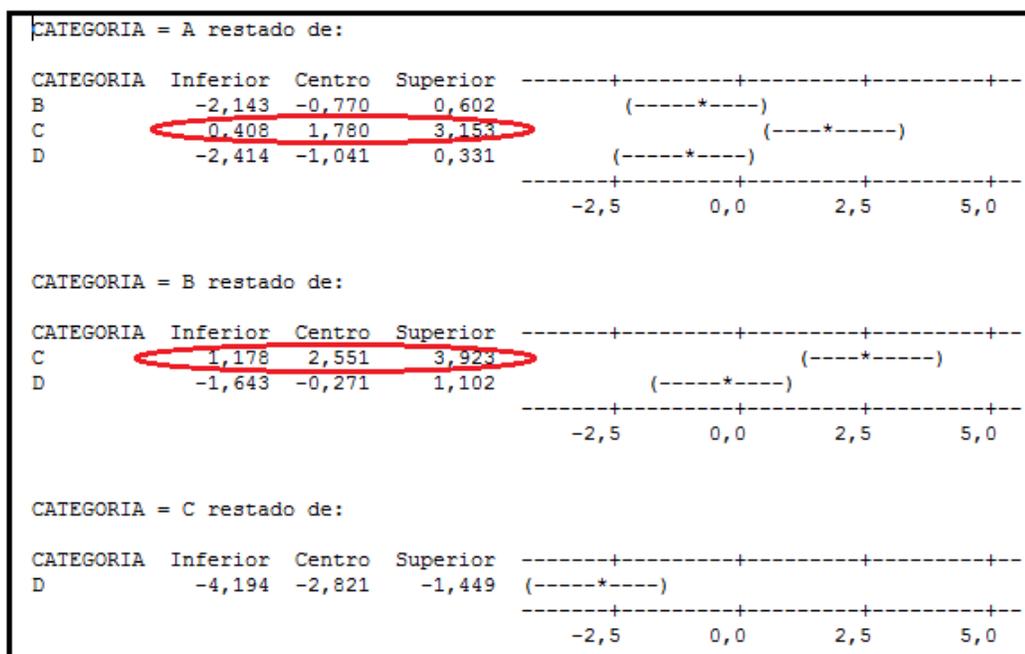


Fig. N°21. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.3.1 Interpretación de los resultados

La **Fig. 16**, Nos indica con mayor facilidad las características propias del ajuste del modelo en regresión y en ANOVA. Examinar las gráficas de residuos nos ayudó a determinar si los supuestos de los cuadrados mínimos ordinarios coinciden. Si estos supuestos cumplen con lo requerido, entonces la regresión de cuadrados mínimos ordinarios producirá estimaciones de coeficientes sin sesgo con la varianza mínima.

Como podemos observar existen 4 graficas dentro de la **Fig. 16** que a continuación interpretamos:

Histograma de residuos. Una herramienta exploratoria para mostrar las características generales de los residuos incluyendo valores típicos, dispersión y forma. Una larga cola lateral determinó que la distribución de nuestro estudio fue sesgada correctamente. Si una o dos barras estuvieran dispersas de las demás, esos puntos podrían ser valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa. Si los puntos en la gráfica salen de una línea recta, el supuesto de normalidad puede ser inválido.

Residuos versus valores ajustados. Esta gráfica muestra un patrón aleatorio de residuos a ambos lados de 0. Se observó pocos valores atípicos pero la mayoría de los demás puntos están cerca del cero horizontal lo que hace posible una mínima dispersión.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos como se pudo observar con total aleatoriedad, esto se demostró a través de los picos homogéneos.

En conclusión la **Fig. 16.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 17 y 18 apreciamos que la distribución de muestras es correcta, los valores atípicos son pocos y coherentes. Los valores de los tratamientos A, B, C, D, son similares, no muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento. Podemos apreciar que del tratamiento A al B los NPS decrecen y luego hacia el tratamiento C crecen y nuevamente hacia el tratamiento D decrecen, por lo que se podría concluir que la altura de las edificaciones no es importante en este sector para determinar los niveles de presión sonora, sin embargo es visible que las calles categorizadas en el tratamiento C son las más ruidosas, por lo que se sugiere seguir con el análisis para determinar la relación entre los tratamientos.

8.3.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 18 el valor p (0.000) para las diferentes tratamientos indica que hay suficiente evidencia de que no todas las medias son iguales cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.3.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.19, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que el tratamiento C es el más ruidoso y diferente de todos ya que su intervalo de confianza es mayor que 0, por lo que concluimos que las calles que tienen mayor altura promedio no son necesariamente las más ruidosas, debido a que la categoría no es la que tiene el mayor rango de valores.

8.3.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig. N°20 podemos analizar que:

La media del tratamiento A, restada de las medias de los tratamientos B, C y D: Las medias de los tratamientos A y C son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (0.408, 1.780, 3.153) excluye a cero. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las calles de las categorías A y C son estadísticamente diferentes.

La media del tratamiento B restada de las medias de los tratamientos C y D: Las medias de los tratamientos B y C son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (1.178, 2.551, 3.923) excluye cero. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las calles de las categorías B y C son estadísticamente diferentes.

La media del tratamiento C restada de la media del tratamiento D: Las medias de los tratamientos C y D son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (-4.194, -2.821, -1,449) excluye cero. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las calles de las categorías C y D son estadísticamente diferentes.

8.4 Análisis estadístico de la Influencia del Ancho de la vía, respecto al Ruido:

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 4 clases de tratamientos que nos indican el ancho de las vías, clasificándolas por rangos como se muestra en la tabla N°14.

Categoría	Rangos Según el ancho de las vías (m)
A	9,98-10,6
B	10,6-11,22
C	11,22-11,85
D	11,85-12,47

Tabla N°14. Fuente: Autores, Rangos para Categorías de calles según el ancho de las vías, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu A = \mu B = \mu C = \mu D$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$A, B, C, D = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 22, 23, 24, 25, 26, 27.

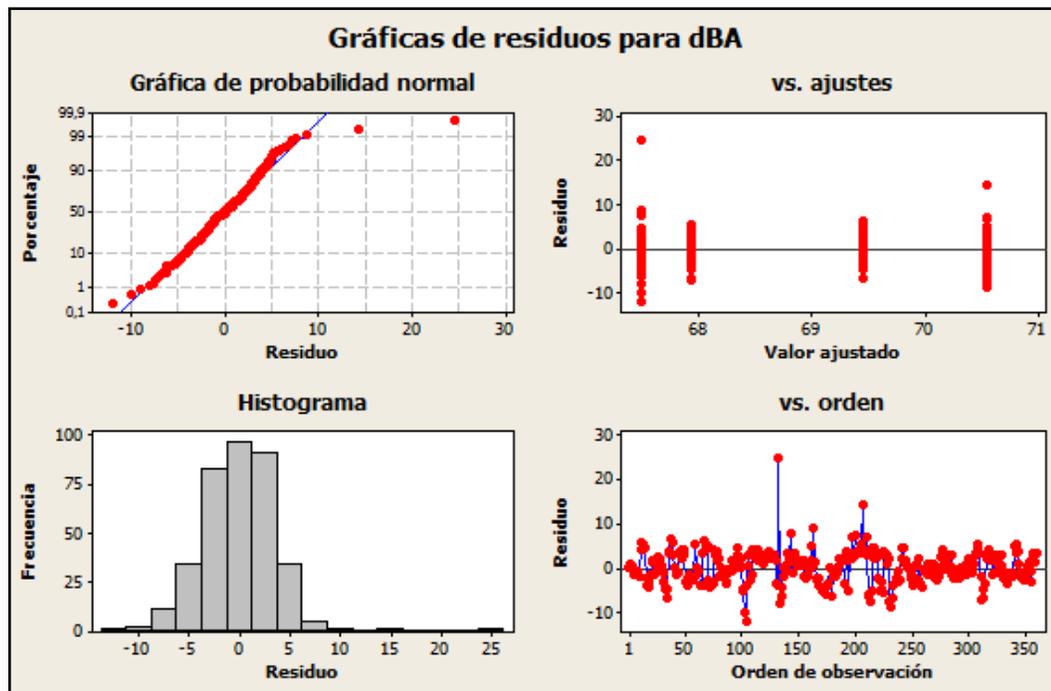


Fig. N°22. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

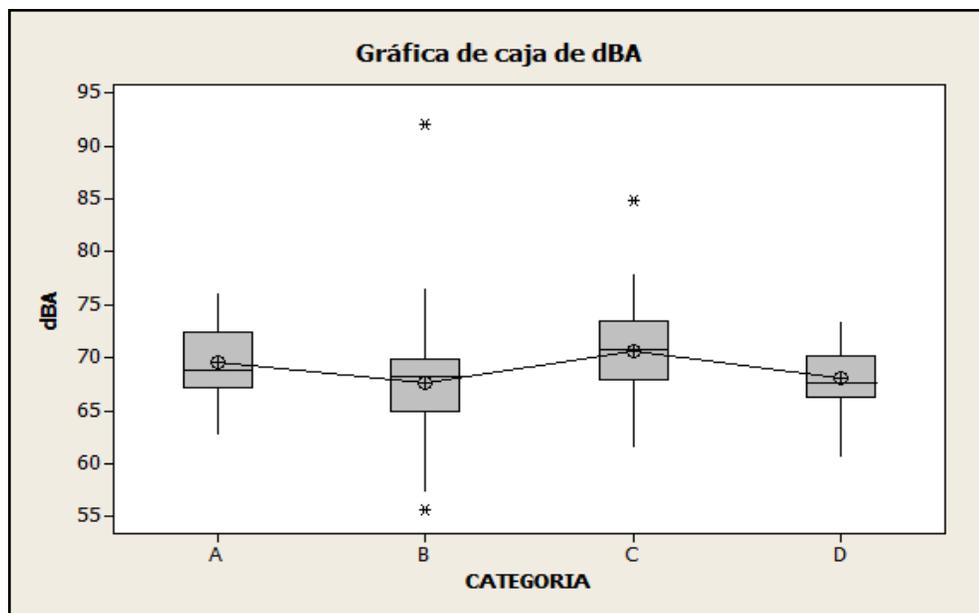


Fig. N°23. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

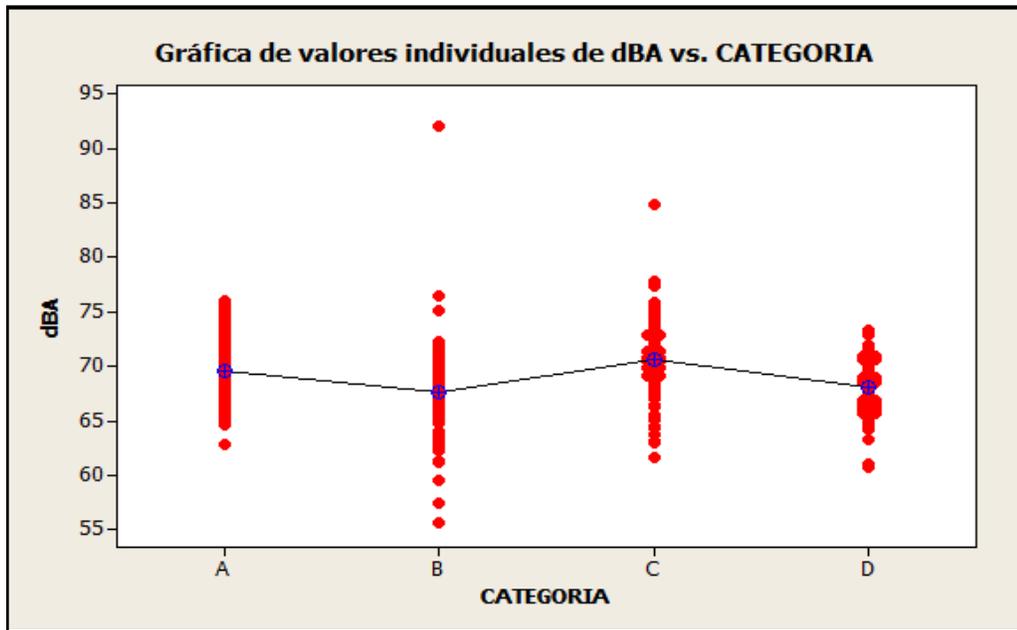


Fig. N°24. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011

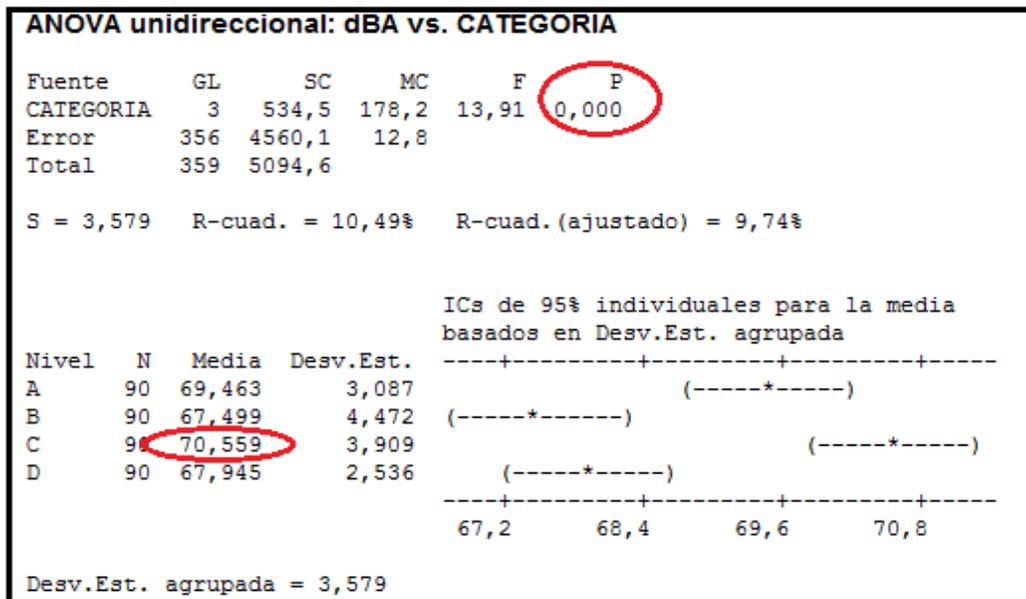


Fig. N°25. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

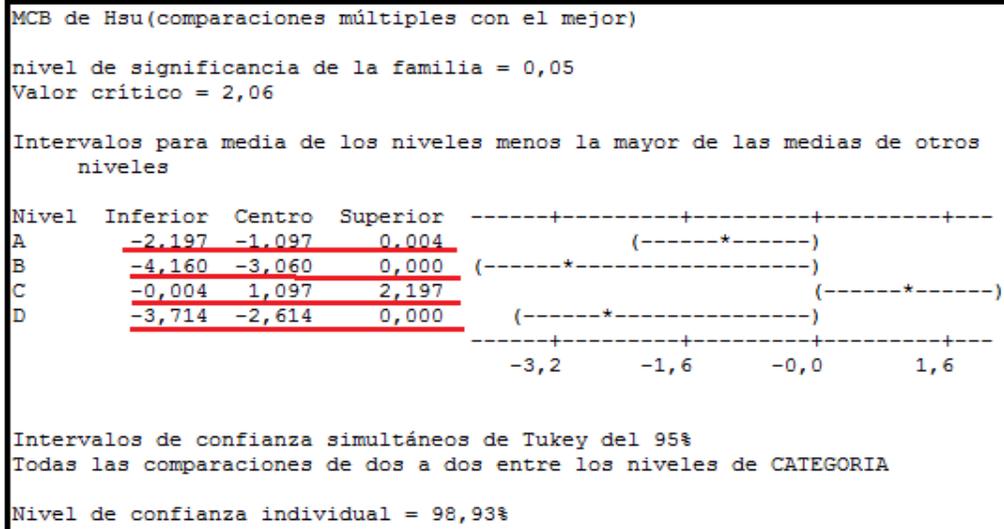


Fig. N°26. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

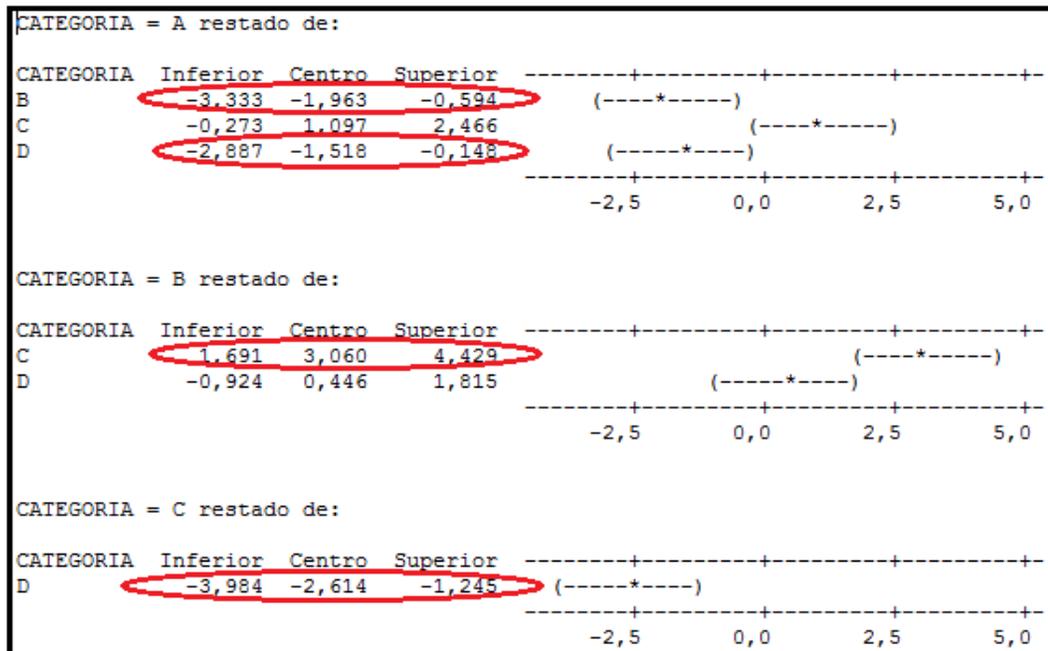


Fig. N°27. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.4.1 Interpretación de los resultados

La **Fig. 22**, Nos indica con mayor facilidad las características propias del ajuste del modelo en regresión y en ANOVA. Examinar las gráficas de residuos nos ayudó a determinar si los supuestos de los cuadrados mínimos ordinarios coinciden. Si estos supuestos cumplen con lo requerido, entonces la regresión de cuadrados mínimos ordinarios producirá estimaciones de coeficientes sin sesgo con la varianza mínima.

Como podemos observar existen 4 graficas dentro de la **Fig. 22** que a continuación interpretamos:

Histograma de residuos. Una herramienta exploratoria para mostrar las características generales de los residuos incluyendo valores típicos, dispersión y forma. Una larga cola lateral determinó que la distribución de nuestro estudio fue sesgada correctamente. Si una o dos barras estuvieran dispersas de las demás, esos puntos podrían ser valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa. Si los puntos en la gráfica salen de una línea recta, el supuesto de normalidad puede ser inválido.

Residuos versus valores ajustados. Esta gráfica muestra un patrón aleatorio de residuos a ambos lados de 0. Se observó pocos valores atípicos pero la mayoría de los demás puntos están cerca del cero horizontal lo que hace posible una mínima dispersión.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos como se pudo observar con total aleatoriedad, esto se demostró a través de los picos homogéneos.

En conclusión la **Fig. 22.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 23 y 24 apreciamos que la distribución de muestras es correcta, los valores atípicos son pocos y coherentes. Los valores de los tratamientos A, B, C, D, son similares, no muestran una tendencia decreciente según se cambia de tratamiento, es decir cuando el ancho de la vía sea mayor. Podemos apreciar que del tratamiento A al B los NPS decrecen y luego hacia el tratamiento C crecen y nuevamente hacia el tratamiento D decrecen, por lo que se podría concluir que el ancho de las edificaciones no es importante en este sector para determinar los niveles de presión sonora, sin embargo es visible que las calles categorizadas en el tratamiento C son las más ruidosas, por lo que se sugiere seguir con el análisis para determinar la relación entre los tratamientos.

8.4.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 24 el valor p (0.000) para las diferentes tratamientos indica que hay suficiente evidencia de que no todas las medias son iguales cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.4.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.25, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que los tratamientos A, B, C, D no difieren mucho la una de la otra ya que sus intervalos de confianza no son mayores que 0, por lo que concluimos que las calles que tienen mayor ancho promedio, no son necesariamente las menos ruidosas, sin embargo en el análisis de ANOVA podemos ver que el tratamiento más ruidoso es el C.

8.4.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig. N°26 podemos analizar que:

La media del tratamiento A, restada de las medias de los tratamientos B, C y D: Las medias de los tratamientos A y B, y las medias de los tratamientos A y D, son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias (-3.333, -1,963, -0.594) y (-2.887, -1.518, -0.148) respectivamente excluyen a cero.

La media del tratamiento B restada de las medias de los tratamientos C y D: Las medias de los tratamientos B y C son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (1.691 ,3.060, 4.429) excluye cero.

La media del tratamiento C restada de la media del tratamiento D: Las medias de los tratamientos C y D son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (-3.984, -2.614, -1.245) excluye cero.

8.5 Análisis estadístico de la Influencia del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), respecto al Ruido:

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 4 clases de tratamientos que nos indican el TPDA de las calles, clasificándolas por rangos como se muestra en la tabla N°15.

Categoría	Rangos Según el TPDA de las calles
A	0 - 7069
B	7069 - 10237
C	10237 - 13405
D	13405 - 16573

Tabla N°15. Fuente: Autores, Rangos para Categorías de calles según el TPDA, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu A = \mu B = \mu C = \mu D$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$A, B, C, D = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 28, 29, 30, 31, 32, 33.

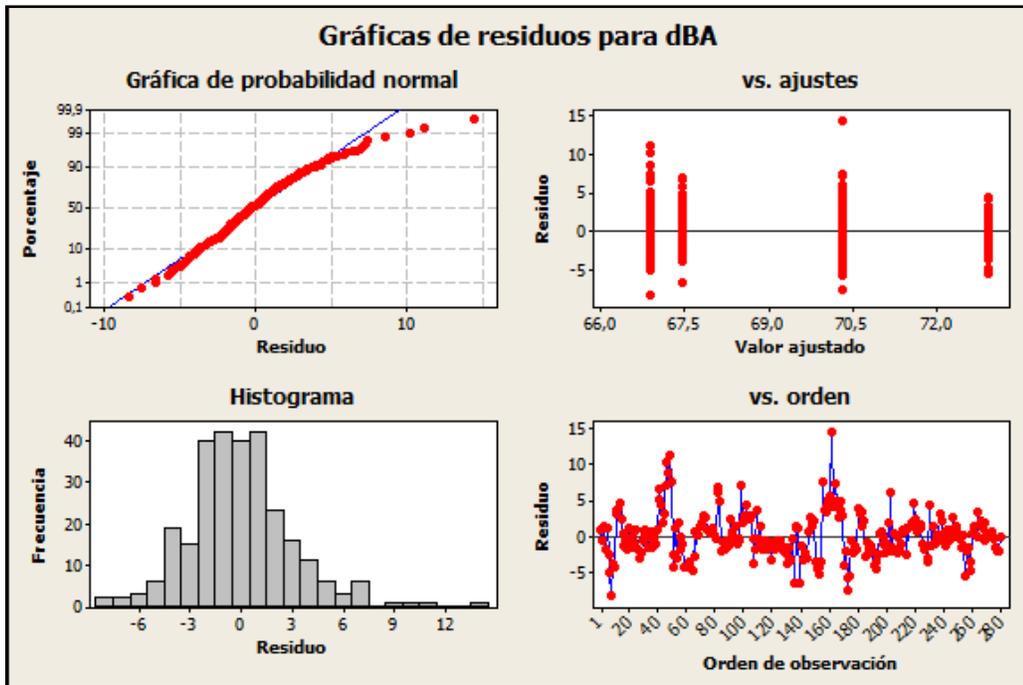


Fig. N°28. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

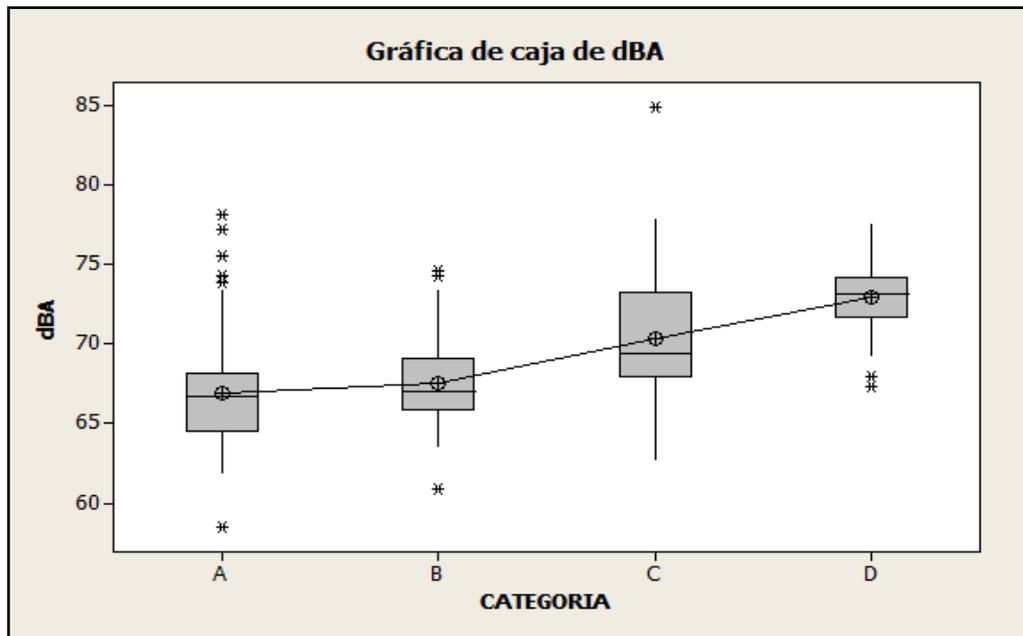


Fig. N°29. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

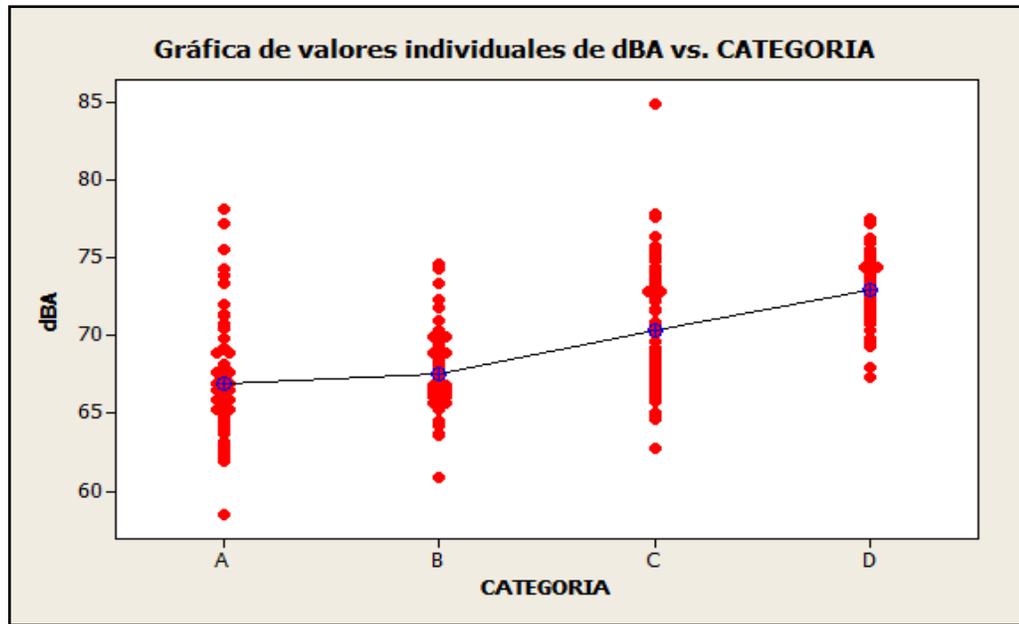


Fig. N°30. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

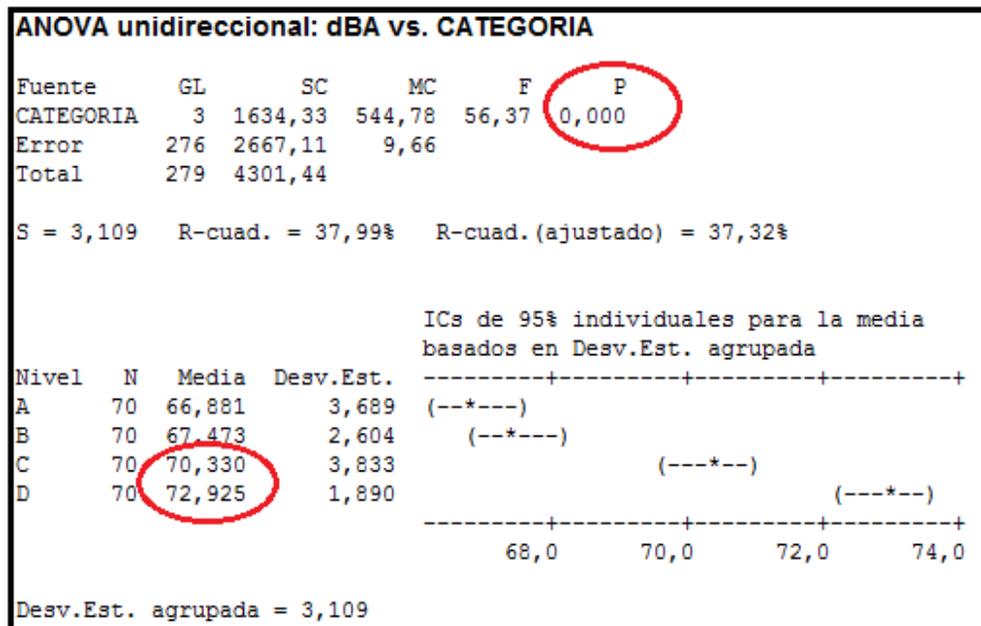


Fig. N°31. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

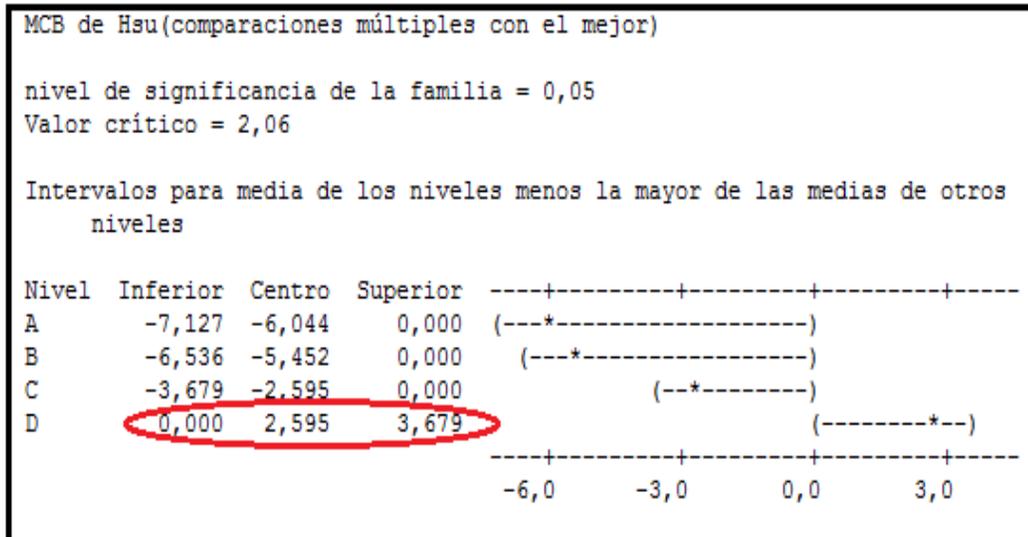


Fig. N°32. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

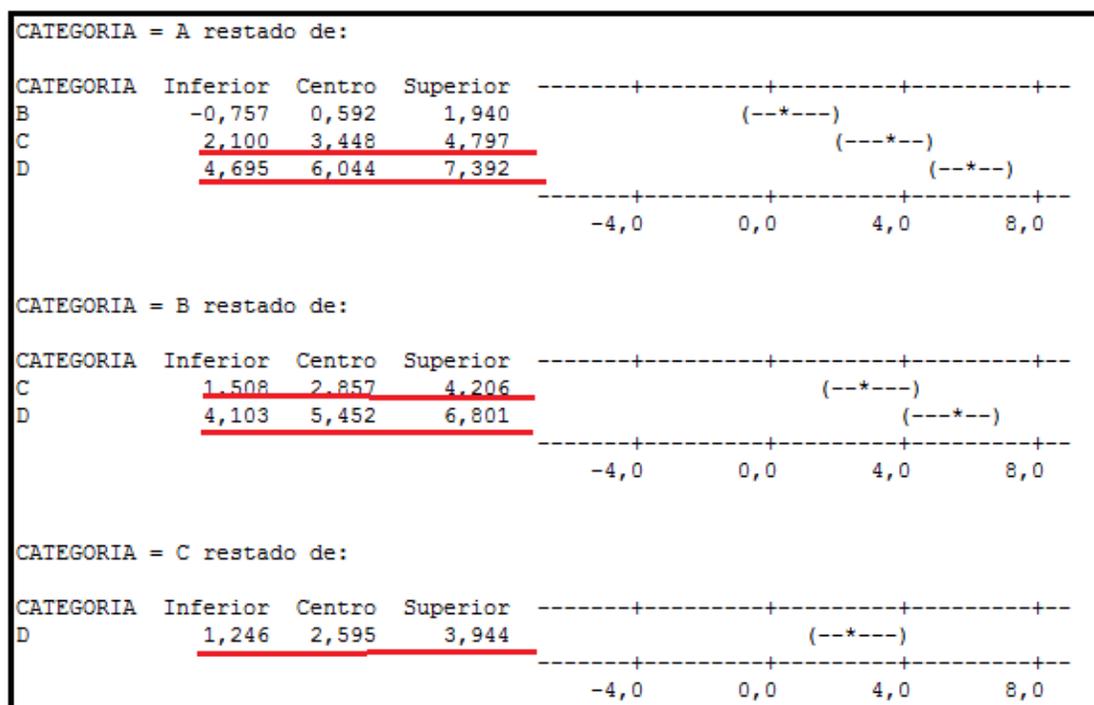


Fig. N°33. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.5.1 Interpretación de los resultados

La **Fig. 28**, Nos indica con mayor facilidad las características propias del ajuste del modelo en regresión y en ANOVA. Examinar las gráficas de residuos nos ayudó a determinar si los supuestos de los cuadrados mínimos ordinarios coinciden. Si estos supuestos cumplen con lo requerido, entonces la regresión de cuadrados mínimos ordinarios producirá estimaciones de coeficientes sin sesgo con la varianza mínima.

Como podemos observar existen 4 graficas dentro de la **Fig. 28** que a continuación interpretamos:

Histograma de residuos. Una herramienta exploratoria para mostrar las características generales de los residuos incluyendo valores típicos, dispersión y forma. Una larga cola lateral determinó que la distribución de nuestro estudio fue sesgada correctamente. Si una o dos barras estuvieran dispersas de las demás, esos puntos podrían ser valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa. Si los puntos en la gráfica salen de una línea recta, el supuesto de normalidad puede ser inválido.

Residuos versus valores ajustados. Esta gráfica muestra un patrón aleatorio de residuos a ambos lados de 0. Se observó pocos valores atípicos pero la mayoría de los demás puntos están cerca del cero horizontal lo que hace posible una mínima dispersión.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos como se pudo observar con total aleatoriedad, esto se demostró a través de los picos homogéneos.

En conclusión la **Fig. 28.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 29 y 30 apreciamos que la distribución de muestras es correcta, los valores atípicos son pocos y coherentes. Los valores de los tratamientos A, B, C, D, son diferentes, muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento, es decir cuando hay mayor tráfico en la vía el Nivel de Presión Sonora es mayor, por lo que se podría concluir que el TPDA de las calles es importante en este sector para determinar los niveles de presión sonora. Podemos Visualizar que las calles categorizadas en el tratamiento D son las más ruidosas seguidas del tratamiento C.

8.5.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 31 el valor p (0.000) para las diferentes tratamientos indica que hay suficiente evidencia de que no todas las medias son iguales cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.5.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.32, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que el tratamiento D es el más ruidoso y diferente de todos ya que su intervalo de confianza es mayor que 0, por lo que concluimos que las calles que tienen mayor TPDA son necesariamente las más ruidosas.

8.5.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Figura N°33 podemos analizar que:

La media del tratamiento A, restada de las medias de los tratamientos B, C y D: Las medias de los tratamientos A y C, y las medias de los tratamientos A y D, son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias (2.100, 3.448, 4.797) y (4.695, 6.044, 7.392) respectivamente excluyen a cero.

La media del tratamiento B restada de las medias de los tratamientos C y D: Las medias de los tratamientos B y C, y las medias de los tratamientos B y D, son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias (1.508, 2.857, 4.206) y (4.103, 5.452, 6.801) respectivamente excluyen a cero

La media del tratamiento C restada de la media del tratamiento D: Las medias de los tratamientos C y D son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (1.246, 2.595, 3.944) excluye cero.

8.6 Análisis estadístico de la Influencia del Ruido en las Calles del Área de Estudio:

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 13 clases de tratamientos que nos indican la calle en la que se realiza el análisis, comparando con la Normativa (N), como se muestra tabla N°16.

CATEGORIA	Nombre de la Calle
A	PADRE AGUIRRE
B	BENIGNO MALO
C	LUIS CORDERO
D	ANTONIO BORRERO
E	HERMANO MIGUEL
F	MARIANO CUEVA
G	VARGAS MACHUCA
H	ALFONSO JERVES
I	SUCRE
J	PRESIDENTE CÓRDOVA
K	JUAN JARAMILLO
L	HONORATO VÁSQUEZ
M	CALLE LARGA
N	NORMATIVA AMBIENTAL

Tabla N°16. Fuente: Autores, Categorías de calles, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu A = \mu B = \mu C = \mu D = \mu E = \mu F = \mu G = \mu H = \mu I = \mu J = \mu K = \mu L = \mu M = \mu N$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 34, 35, 36, 37, 38, 39.

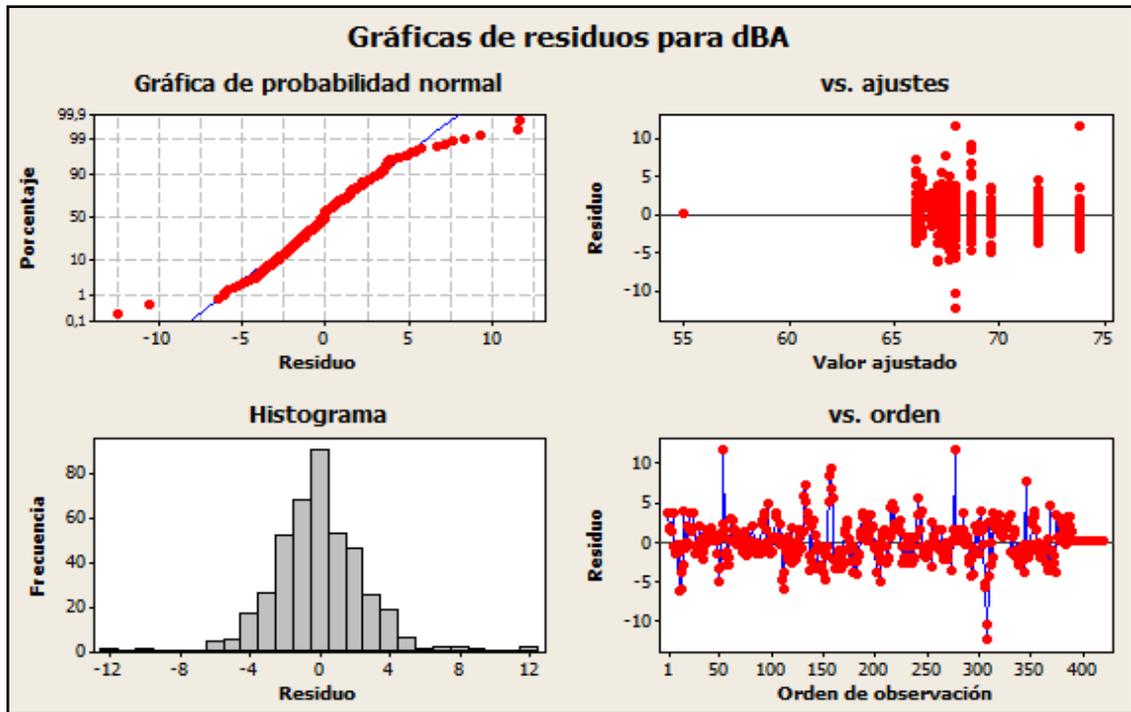


Fig. N°34. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

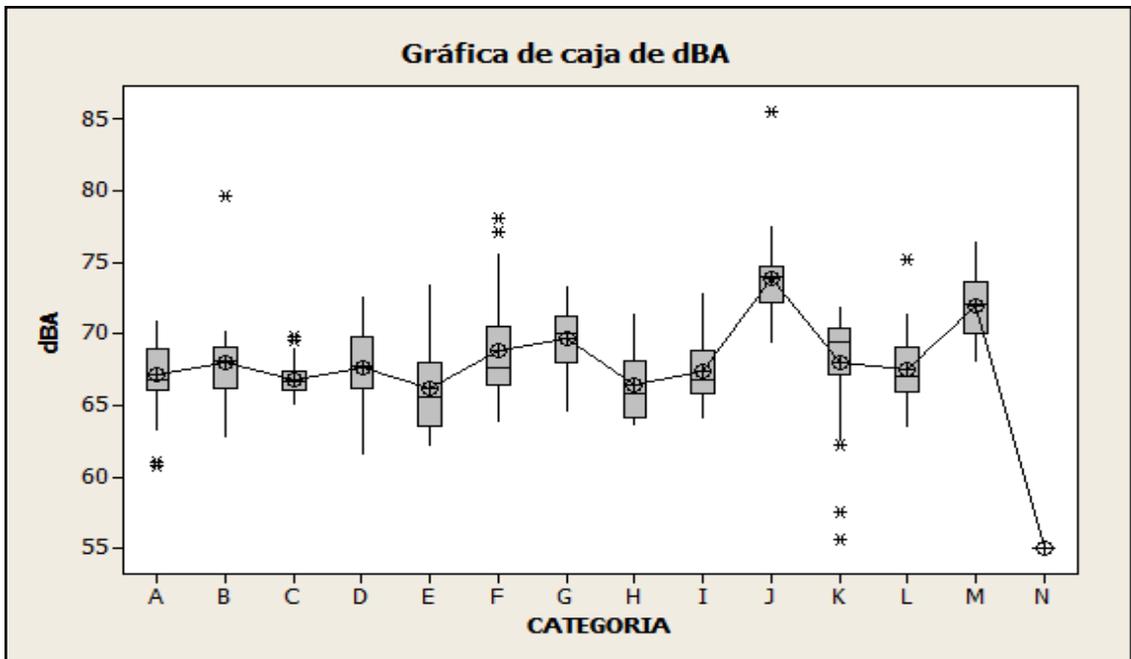


Fig. N°35. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

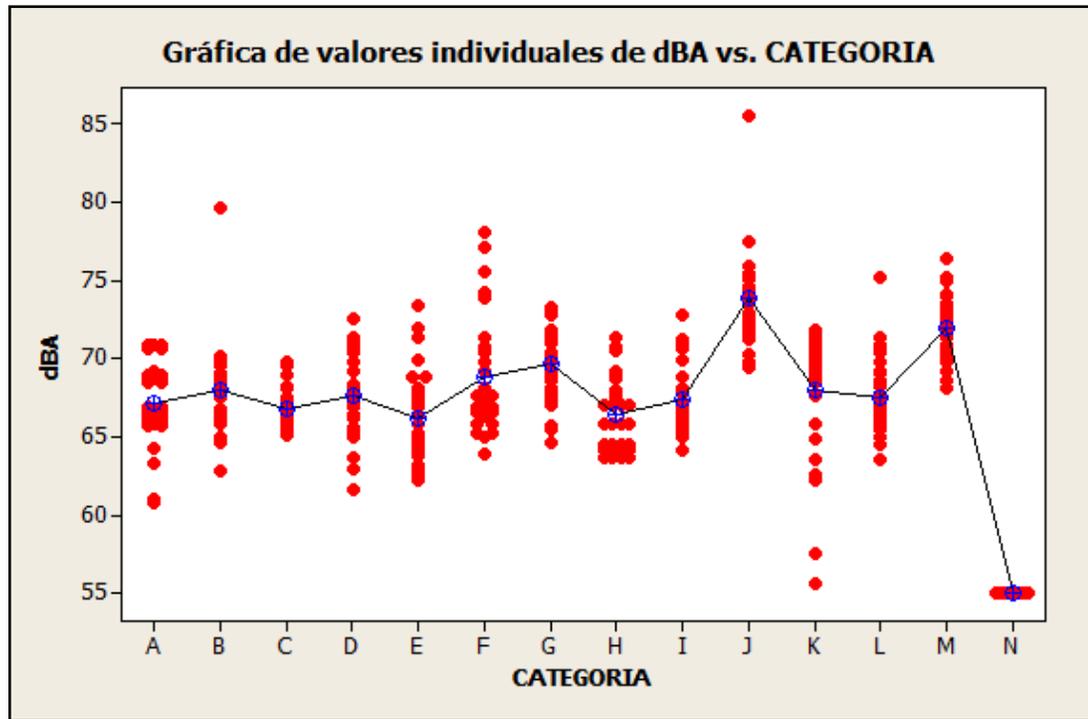


Fig. N°36. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

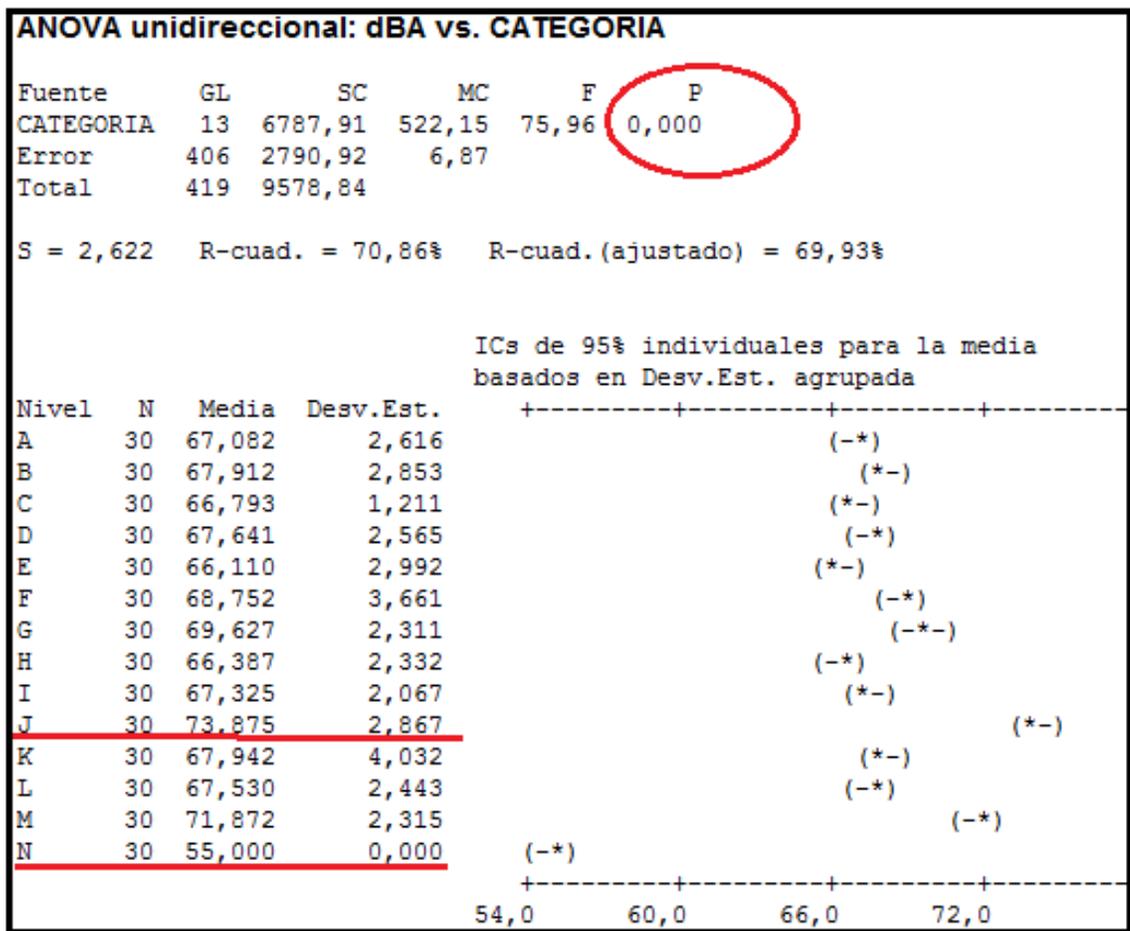


Fig. N°37. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

MCB de Hsu (comparaciones múltiples con el mejor)

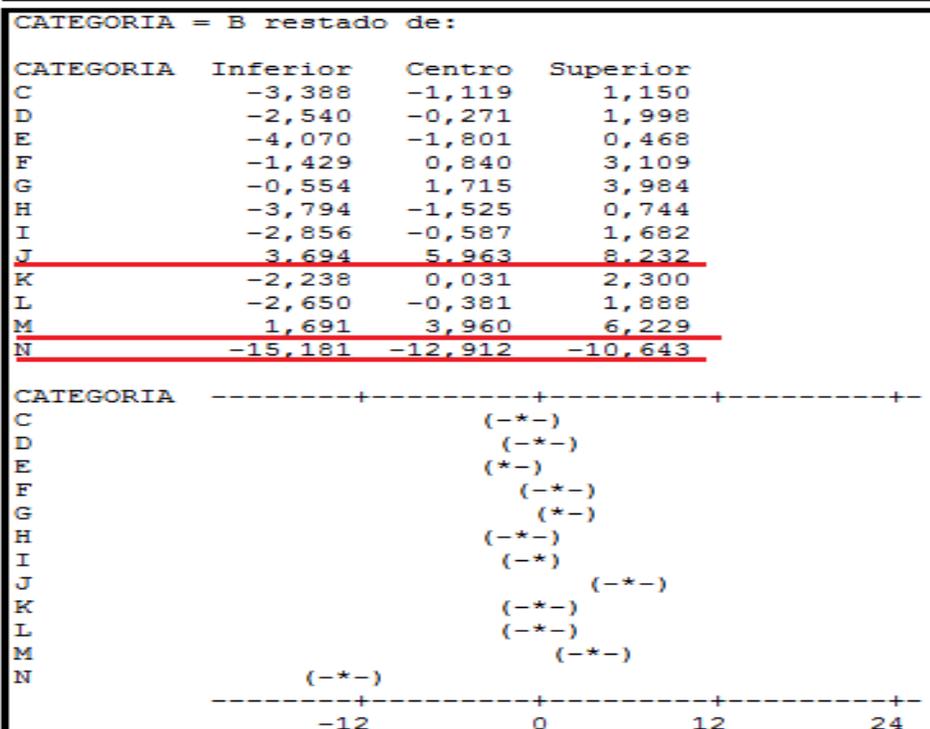
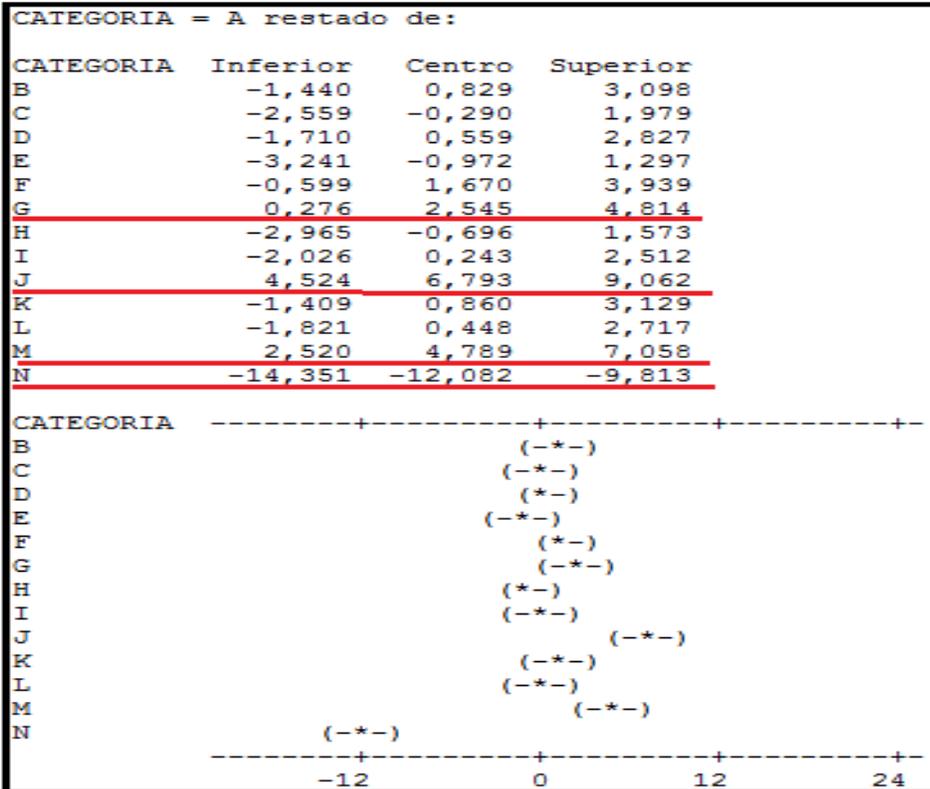
nivel de significancia de la familia = 0,05
 Valor crítico = 2,52

Intervalos para media de los niveles menos la mayor de las medias de otros niveles

Nivel	Inferior	Centro	Superior	
A	-8,502	-6,793	0,000	(-*-----)
B	-7,673	-5,963	0,000	(-*-----)
C	-8,792	-7,082	0,000	(--*-----)
D	-7,944	-6,234	0,000	(-*-----)
E	-9,474	-7,765	0,000	(--*-----)
F	-6,832	-5,123	0,000	(--*-----)
G	-5,957	-4,248	0,000	(-*-----)
H	-9,198	-7,489	0,000	(-*-----)
I	-8,259	-6,550	0,000	(--*-----)
J	<u>0,000</u>	<u>2,003</u>	<u>3,713</u>	(--*--)
K	-7,642	-5,933	0,000	(--*-----)
L	-8,054	-6,345	0,000	(--*-----)
M	-3,713	-2,003	0,000	(-*--)
N	-20,584	-18,875	0,000	(-*-----)

-----+-----+-----+-----+
 -14,0 -7,0 0,0 7,0

Fig. N°38. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.



CATEGORIA = E restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
F	0,373	2,642	4,911
G	1,248	3,517	5,786
H	-1,993	0,276	2,545
I	-1,054	1,215	3,484
J	5,496	7,765	10,034
K	-0,437	1,832	4,101
L	-0,849	1,420	3,689
M	3,492	5,761	8,030
N	-13,379	-11,110	-8,841

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
F		(-*)	
G		(-*)	
H		(-*)	
I		(-*)	
J			(*)
K		(-*)	
L		(-*)	
M			(-*)
N	(-*)		

-----+-----+-----+-----+
-12 0 12 24

CATEGORIA = F restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
G	-1,394	0,875	3,144
H	-4,634	-2,365	-0,097
I	-3,696	-1,427	0,842
J	2,854	5,123	7,392
K	-3,079	-0,810	1,459
L	-3,491	-1,222	1,047
M	0,851	3,120	5,389
N	-16,021	-13,752	-11,483

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
G		(-*)	
H		(-*)	
I		(-*)	
J			(-*)
K		(-*)	
L		(-*)	
M			(-*)
N	(-*)		

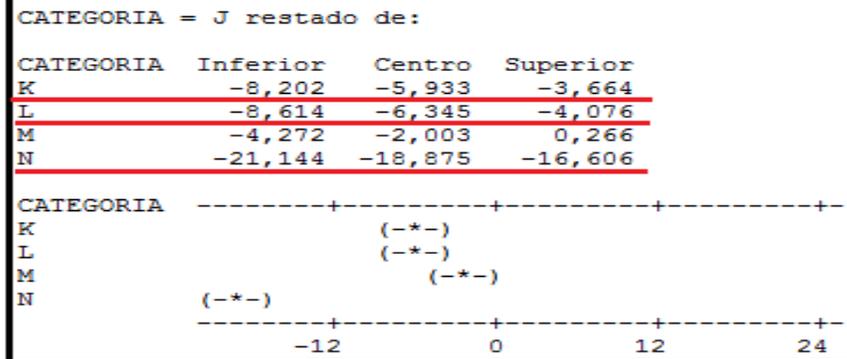
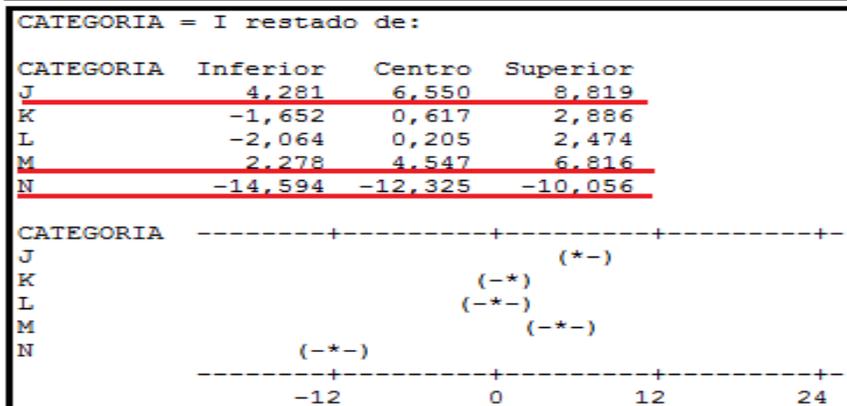
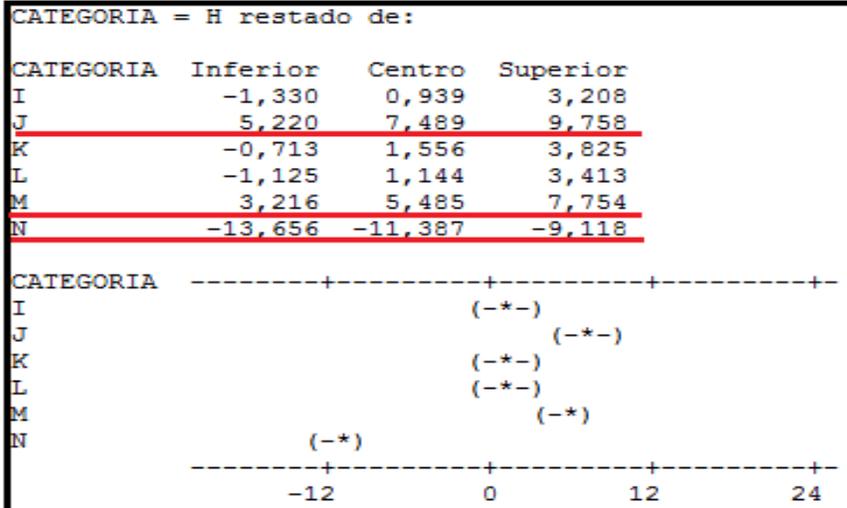
-----+-----+-----+-----+
-12 0 12 24

CATEGORIA = G restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
H	-5,510	-3,241	-0,972
I	-4,571	-2,302	-0,033
J	1,979	4,248	6,517
K	-3,954	-1,685	0,584
L	-4,366	-2,097	0,172
M	-0,024	2,245	4,514
N	-16,896	-14,627	-12,358

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
H		(-*)	
I		(-*)	
J			(-*)
K		(-*)	
L		(-*)	
M			(-*)
N	(-*)		

-----+-----+-----+-----+
-12 0 12 24



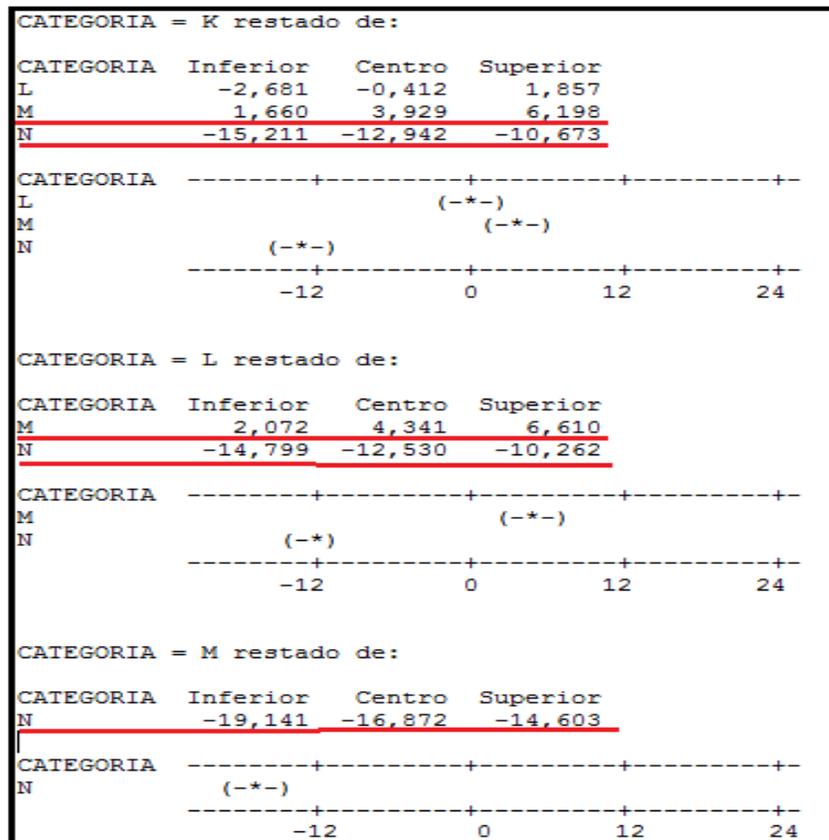


Fig. N°39. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.6.1 Interpretación de los resultados

La Fig. 34, Nos indica con mayor facilidad las características propias del ajuste del modelo en regresión y en ANOVA. Examinar las gráficas de residuos nos ayudó a determinar si los supuestos de los cuadrados mínimos ordinarios coinciden. Si estos supuestos cumplen con lo requerido, entonces la regresión de cuadrados mínimos ordinarios producirá estimaciones de coeficientes sin sesgo con la varianza mínima.

Como podemos observar existen 4 graficas dentro de la Fig. 34 que a continuación interpretamos:

Histograma de residuos. Una herramienta exploratoria para mostrar las características generales de los residuos incluyendo valores típicos, dispersión y forma. Una larga cola lateral determinó que la distribución de nuestro estudio fue sesgada correctamente. Si una o dos barras estuvieran dispersas de las demás, esos puntos podrían ser valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa. Si los puntos en la gráfica salen de una línea recta, el supuesto de normalidad puede ser inválido.

Residuos versus valores ajustados. Esta gráfica muestra un patrón aleatorio de residuos a ambos lados de 0. Se observó pocos valores atípicos pero la mayoría de los demás puntos están cerca del cero horizontal lo que hace posible una mínima dispersión.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos como se pudo observar con total aleatoriedad, esto se demostró a través de los picos homogéneos.

En conclusión la **Fig. 34.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 35 y 36 apreciamos que la distribución de muestras es correcta, los valores atípicos son pocos y coherentes. Los valores de los tratamientos A, B, C, D, E, F, H, I, J, K, L, son similares; los tratamientos, G, J, M, muestran valores mayores lo que denota que los Niveles de Presión Sonora en estas calles son elevados. El tratamiento N que en este caso es la Normativa Ambiental permisible en nuestra área de estudio para horarios de la mañana, se muestra muy por debajo de todos los otros tratamientos, por lo que podemos concluir que ninguna de las calles cumple con los valores permisibles tanto diurnos como nocturnos en los que la normativa es incluso más rigurosa.

8.6.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 37 el valor p (0.000) para las diferentes tratamientos indica que hay suficiente evidencia de que no todas las medias son iguales cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.6.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.38, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que el tratamiento J es el más ruidoso y diferente de todos ya que su intervalo de confianza es mayor que 0.

8.6.1.3 Comparaciones de Tukey

Según el Figura N°39 podemos analizar que:

La media del tratamiento A, restada de las medias de los tratamientos B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N: Las medias de los tratamientos G, J, M, N, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento A, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento B, restada de las medias de los tratamientos C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N: Las medias de los tratamientos J, M, N, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento B, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento C, restada de las medias de los tratamientos D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N: Las medias de los tratamientos G, J, M, N, son estadísticamente diferentes

de la media del tratamiento C, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento D, restada de las medias de los tratamientos E, F, G, H, I, J, K, L, M, N: Las medias de los tratamientos J, M, N, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento D, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento E, restada de las medias de los tratamientos F, G, H, I, J, K, L, M, N: Las medias de los tratamientos G, J, M, N, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento E, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento F, restada de las medias de los tratamientos G, H, I, J, K, L, M, N: Las medias de los tratamientos H, J, M, N, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento F, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento G, restada de las medias de los tratamientos H, I, J, K, L, M, N: Las medias de los tratamientos H, I, J, N, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento G, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento H, restada de las medias de los tratamientos I, J, K, L, M, N: Las medias de los tratamientos J, M, N, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento H, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento I, restada de las medias de los tratamientos J, K, L, M, N: Las medias de los tratamientos J, M, N, son estadísticamente diferentes de la media del

tratamiento I, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento J, restada de las medias de los tratamientos K, L, M, N: Las medias de los tratamientos K, L, N, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento J, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento K, restada de las medias de los tratamientos L, M, N: Las medias de los tratamientos M, N, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento K, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento L, restada de las medias de los tratamientos M, N: Las medias de los tratamientos M, N, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento L, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento M, restada de la media del tratamiento N: La media del tratamiento N es estadísticamente diferente de la media del tratamiento M, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

En la Tabla N°17 podemos apreciar el orden de las calles según el ruido o niveles de Presión Sonora encontrados.

Orden Según el NPS encontrado	Tratamiento	Calles
1	J	PRESIDENTE CÓRDOVA
2	M	CALLE LARGA
3	G	VARGAS MACHUCA
4	F	MARIANO CUEVA
5	K	JUAN JARAMILLO
6	B	BENIGNO MALO
7	D	ANTONIO BORRERO
8	L	HONORATO VÁSQUEZ
9	I	SUCRE
10	A	PADRE AGUIRRE
11	C	LUIS CORDERO
12	H	ALFONSO JERVES
13	E	HERMANO MIGUEL
14	N	NORMATIVA AMBIENTAL

Tabla N°17. Fuente: Autores, Orden de las calles Según los NPS encontrados, 2011.

8.7 Análisis estadístico de la Influencia del Ruido en las Calles del Área de Estudio, en el horario de 7am a 12pm:

Para este análisis estadístico, las calles se clasificaron en 13 clases de tratamientos que nos indican la calle en la que se realiza el análisis, como se muestra en la tabla N°18.

CATEGORIA	Nombre de la Calle
A	PADRE AGUIRRE
B	BENIGNO MALO
C	LUIS CORDERO
D	ANTONIO BORRERO
E	HERMANO MIGUEL
F	MARIANO CUEVA
G	VARGAS MACHUCA
H	ALFONSO JERVES
I	SUCRE
J	PRESIDENTE CÓRDOVA
K	JUAN JARAMILLO
L	HONORATO VÁSQUEZ
M	CALLE LARGA

Tabla N°18. Fuente: Autores, Categorías de calles, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu A = \mu B = \mu C = \mu D = \mu E = \mu F = \mu G = \mu H = \mu I = \mu J = \mu K = \mu L = \mu M$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 40, 41, 42, 43, 44, 45.

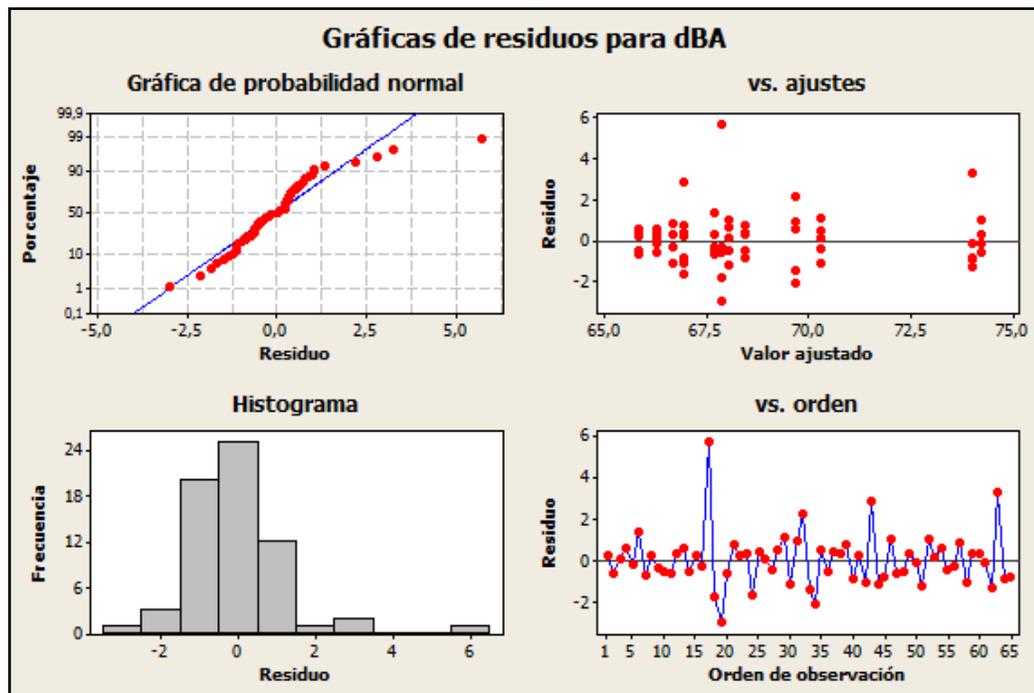


Fig. N° 40. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

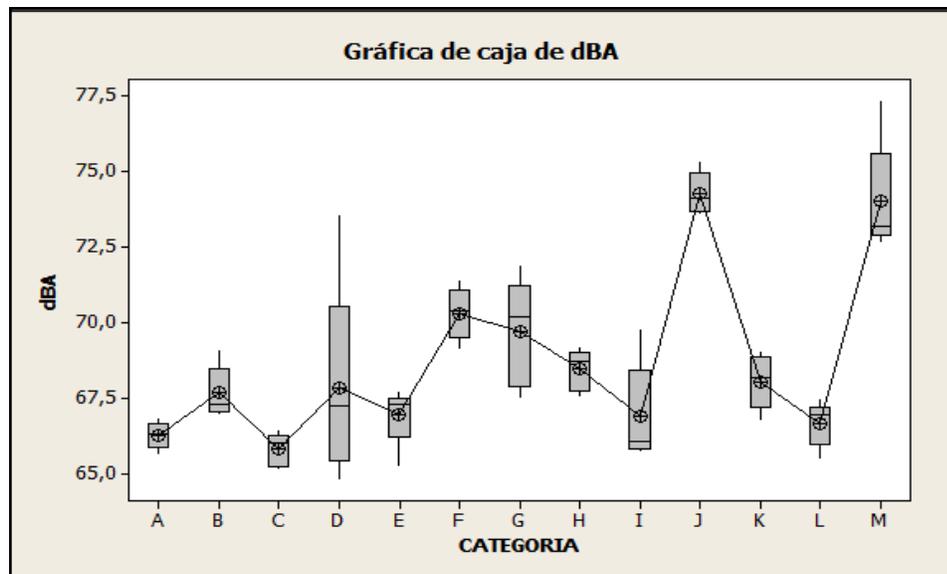


Fig. N°41. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

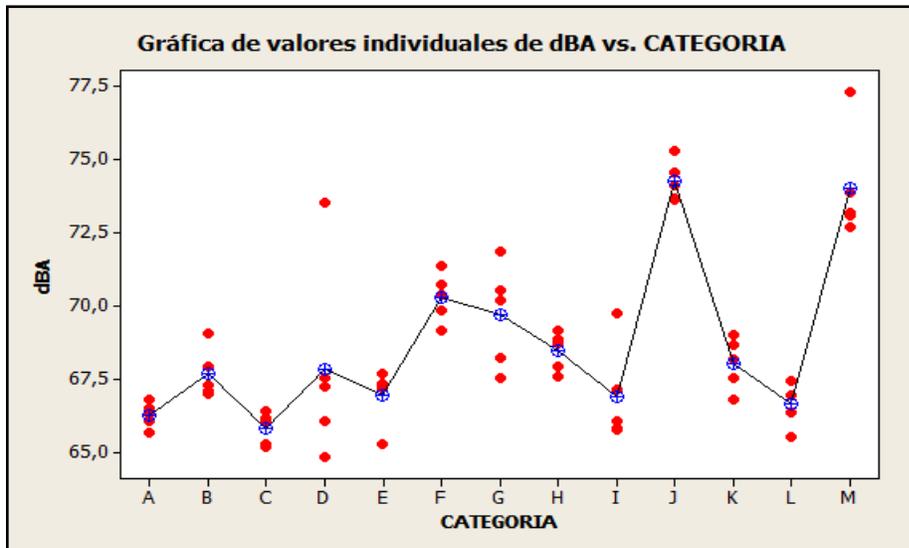


Fig. N°42. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

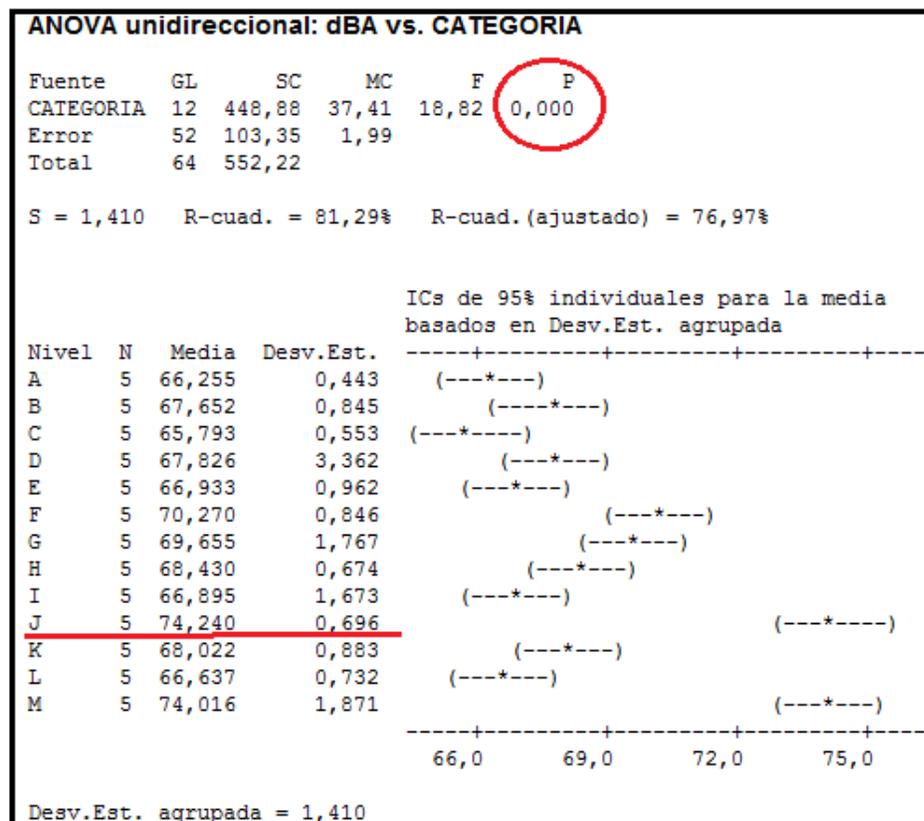


Fig. N°43. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

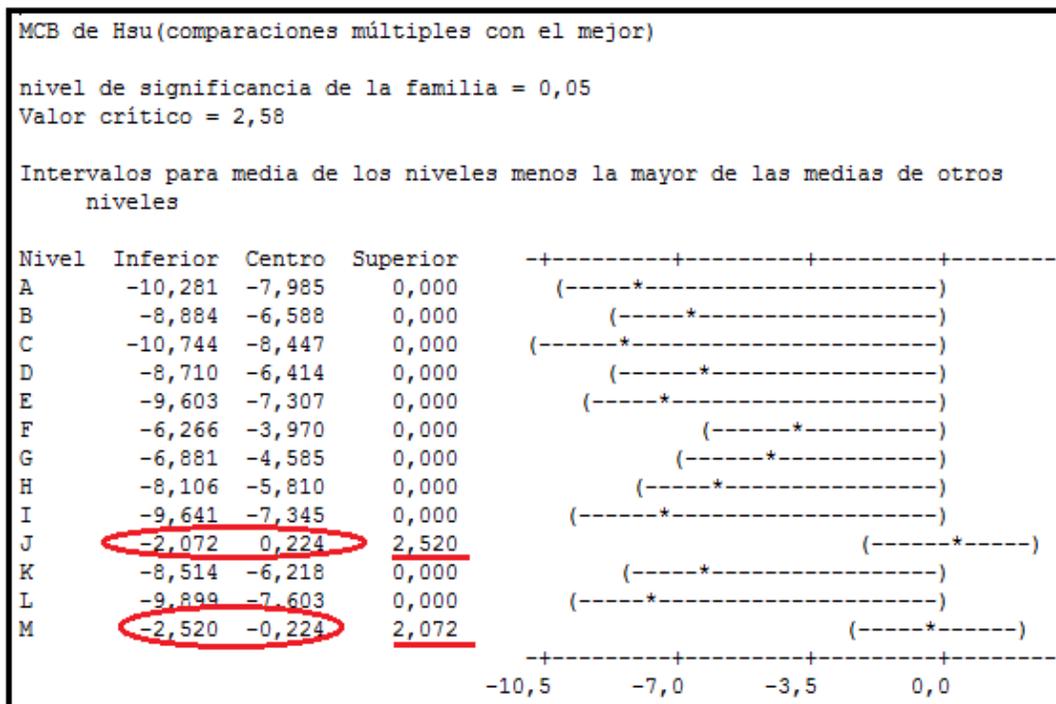
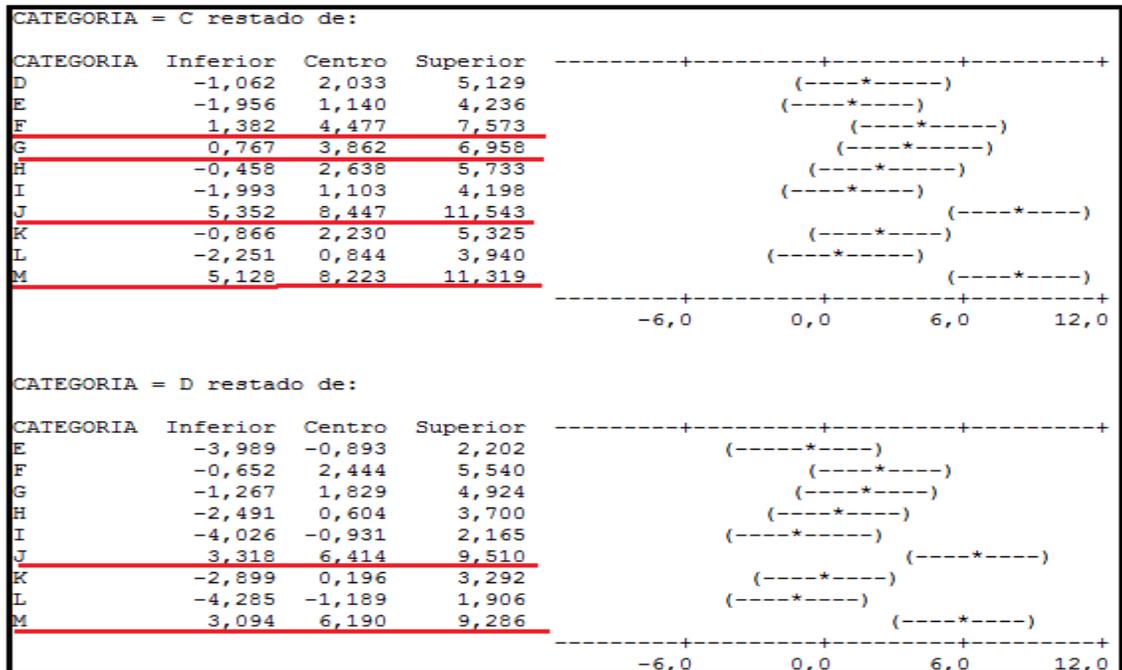
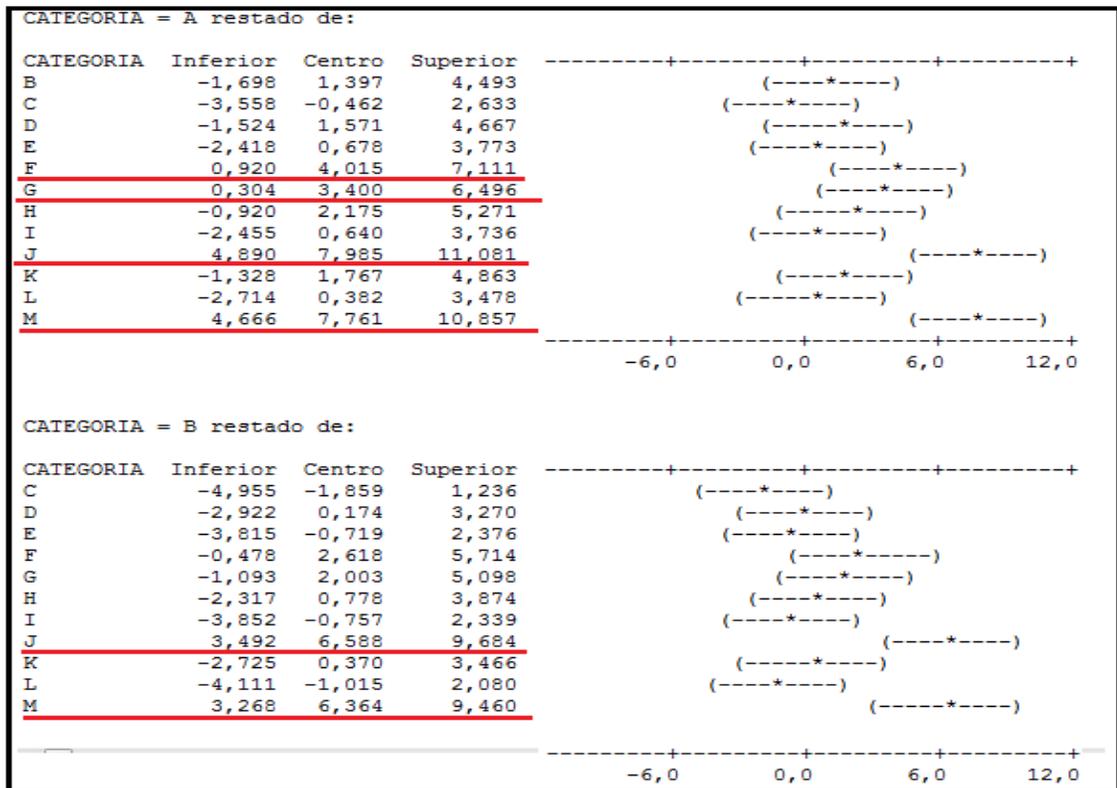
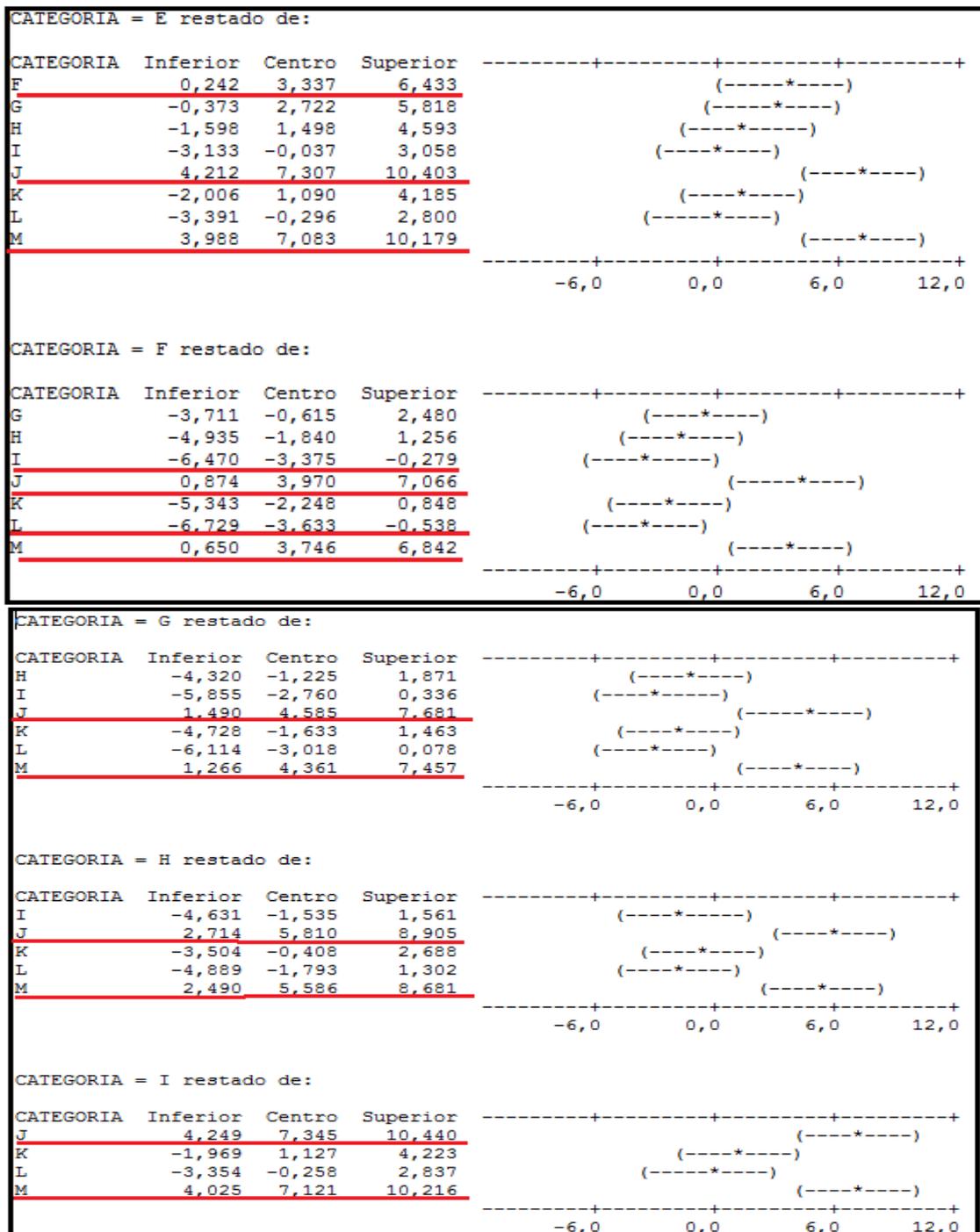


Fig. N°44. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.





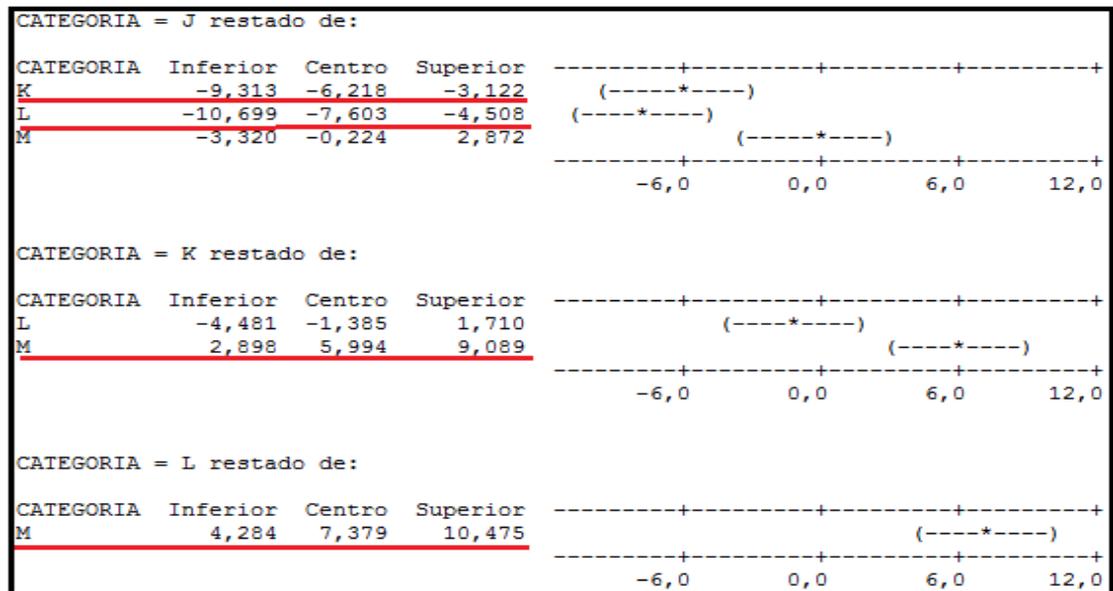


Fig. N°45. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.7.1 Interpretación de los resultados

La Fig. 40, Nos indica con mayor facilidad las características propias del ajuste del modelo en regresión y en ANOVA. Examinar las gráficas de residuos nos ayudó a determinar si los supuestos de los cuadrados mínimos ordinarios coinciden. Si estos supuestos cumplen con lo requerido, entonces la regresión de cuadrados mínimos ordinarios producirá estimaciones de coeficientes sin sesgo con la varianza mínima.

Como podemos observar existen 4 graficas dentro de la Fig. 40 que a continuación interpretamos:

Histograma de residuos. Una herramienta exploratoria para mostrar las características generales de los residuos incluyendo valores típicos, dispersión y forma. Una larga cola lateral determinó que la distribución de nuestro estudio fue sesgada correctamente. Si una o dos barras estuvieran dispersas de las demás, esos puntos podrían ser valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa. Si los puntos en la gráfica salen de una línea recta, el supuesto de normalidad puede ser inválido.

Residuos versus valores ajustados. Esta gráfica muestra un patrón aleatorio de residuos a ambos lados de 0. Se observó pocos valores atípicos pero la mayoría de los demás puntos están cerca del cero horizontal lo que hace posible una mínima dispersión.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos como se pudo observar con total aleatoriedad, esto se demostró a través de los picos homogéneos.

En conclusión la **Fig. 40.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 41 y 42 apreciamos que la distribución de muestras es correcta, los valores atípicos son pocos y coherentes. Los tratamientos, J, M, muestran valores mayores lo que denota que los Niveles de Presión Sonora en estas calles son elevados y los tratamientos A y C muestran valores menores donde los Niveles de Presión Sonora disminuyen.

8.7.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 43 el valor p (0.000) para las diferentes tratamientos indica que hay suficiente evidencia de que no todas las medias son iguales cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.7.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.44, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que ningún intervalo de confianza de ningún tratamiento es mayor que 0, sin embargo los tratamientos J y M, tienen el elemento superior del nivel de confianza mayor que 0 por lo que concluimos que estos valores podrían ser los más ruidosos, y si revisamos las medias en el análisis ANOVA podemos deducir que J es el tratamiento que presenta mayores Niveles de Presión Sonora.

8.7.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Figura N°45 podemos analizar que:

La media del tratamiento A, restada de las medias de los tratamientos B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos F, G, J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento A, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento B, restada de las medias de los tratamientos C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento B, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento C, restada de las medias de los tratamientos D, E, F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos F, G, J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento C, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento D, restada de las medias de los tratamientos E, F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos J, M, son estadísticamente diferentes de la media

del tratamiento D, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento E, restada de las medias de los tratamientos F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos F, J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento E, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento F, restada de las medias de los tratamientos G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos I, J, L, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento F, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento G, restada de las medias de los tratamientos H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento G, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento H, restada de las medias de los tratamientos I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento H, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento I, restada de las medias de los tratamientos J, K, L, M: Las medias de los tratamientos J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento I, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento J, restada de las medias de los tratamientos K, L, M, N: Las medias de los tratamientos K, L, son estadísticamente diferentes de la media del

tratamiento J, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento K, restada de las medias de los tratamientos L, M: Las medias de los tratamientos M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento K, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento L, restada de las media del tratamiento M: La media del tratamientos M, es estadísticamente diferente de la media del tratamiento L, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias excluyen a cero.

En la Tabla N°18 podemos apreciar el orden de las calles según el ruido o niveles de Presión Sonora encontrados en el horario de 7am a 12pm.

Orden Según el NPS encontrado	Tratamiento	Calles
1	J	PRESIDENTE CÓRDOVA
2	M	CALLE LARGA
3	F	MARIANO CUEVA
4	G	VARGAS MACHUCA
5	H	ALFONSO JERVES
6	K	JUAN JARAMILLO
7	D	ANTONIO BORRERO
8	B	BENIGNO MALO
9	E	HERMANO MIGUEL
10	I	SUCRE
11	L	HONORATO VÁSQUEZ
12	A	PADRE AGUIRRE
13	C	LUIS CORDERO

Tabla N°18. Fuente: Autores, Orden de las calles Según los NPS encontrados, 2011.

8.8 Análisis estadístico de la Influencia del Ruido en las Calles del Área de Estudio, en el horario de 12pm a 7pm.

Para este análisis estadístico, las calles se clasificaron en 13 clases de tratamientos que nos indican la calle en la que se realiza el análisis, como se muestra en la tabla N°19.

CATEGORIA	Nombre de la Calle
A	PADRE AGUIRRE
B	BENIGNO MALO
C	LUIS CORDERO
D	ANTONIO BORRERO
E	HERMANO MIGUEL
F	MARIANO CUEVA
G	VARGAS MACHUCA
H	ALFONSO JERVES
I	SUCRE
J	PRESIDENTE CÓRDOVA
K	JUAN JARAMILLO
L	HONORATO VÁSQUEZ
M	CALLE LARGA

Tabla N°19. Fuente: Autores, Categorías de calles, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu A = \mu B = \mu C = \mu D = \mu E = \mu F = \mu G = \mu H = \mu I = \mu J = \mu K = \mu L = \mu M$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 46, 47, 48, 49,50, 51.

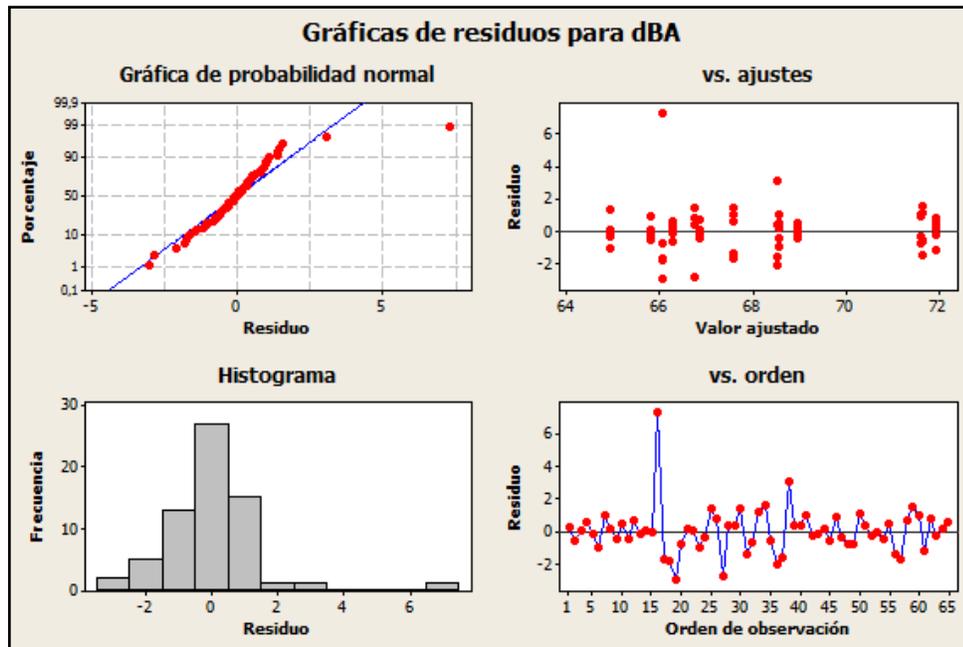


Fig. N°46. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

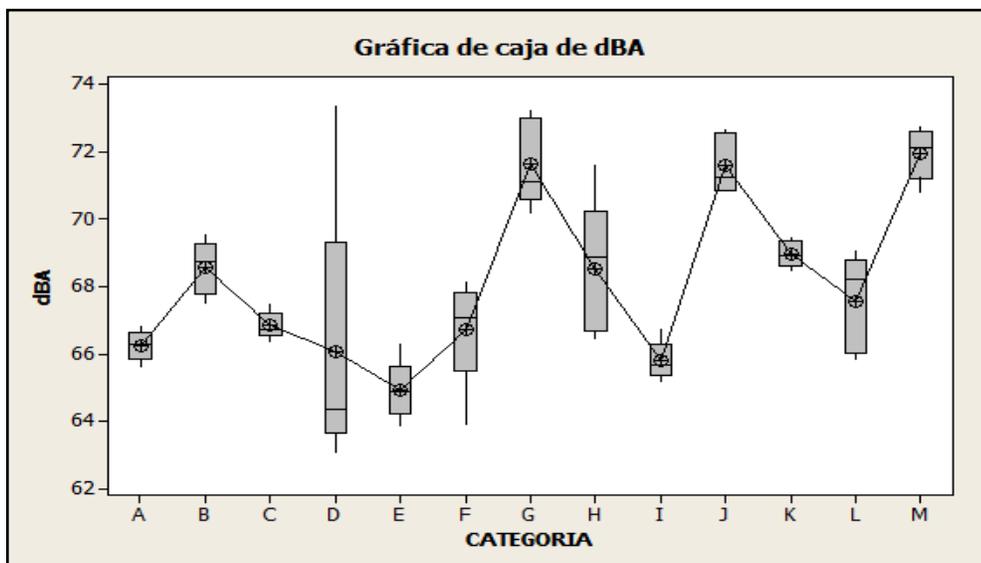


Fig. N°47. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

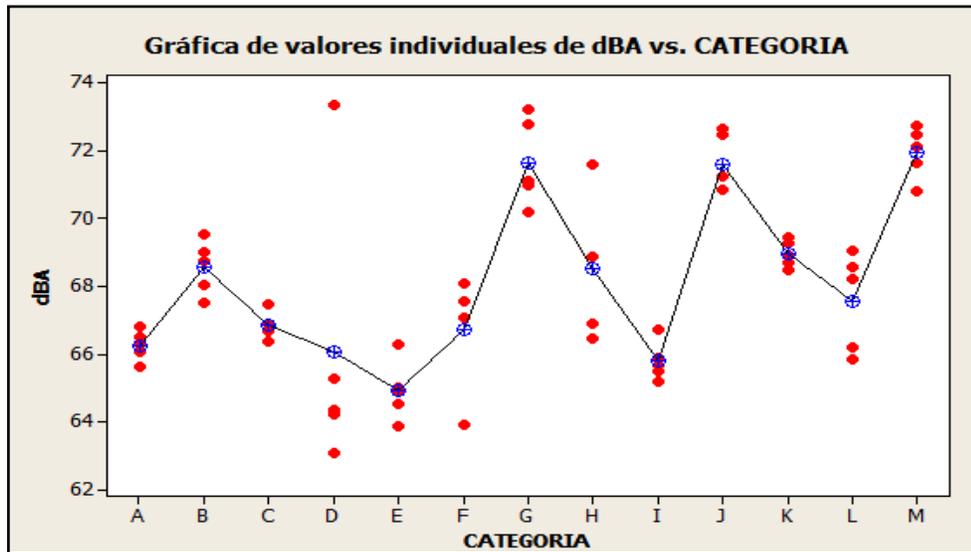


Fig. N°48. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

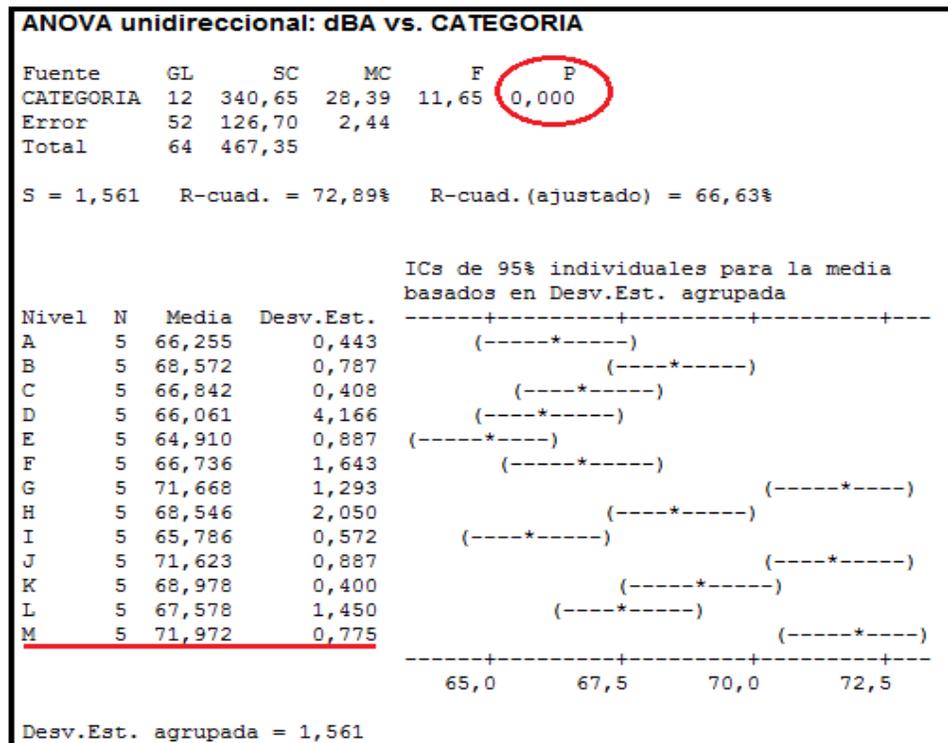


Fig. N°49. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

CATEGORIA = A restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
B	-1,110	2,317	5,745
C	-2,840	0,587	4,015
D	-3,621	-0,194	3,234
E	-4,772	-1,345	2,083
F	-2,946	0,481	3,909
G	1,986	5,413	8,841
H	-1,136	2,291	5,719
I	-3,896	-0,469	2,959
J	1,940	5,368	8,795
K	-0,704	2,724	6,151
L	-2,104	1,324	4,751
M	2,290	5,717	9,145

CATEGORIA = B restado de:

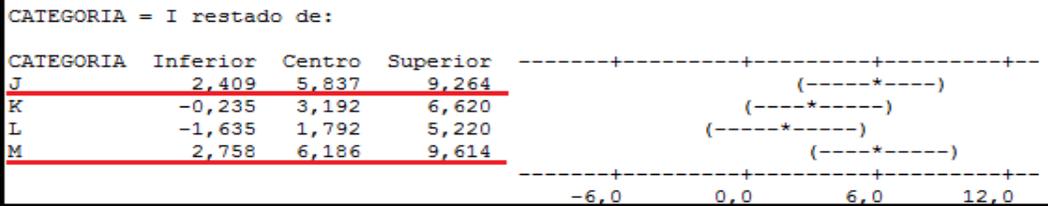
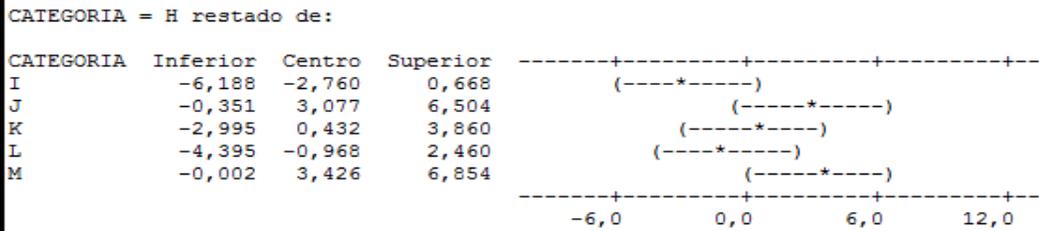
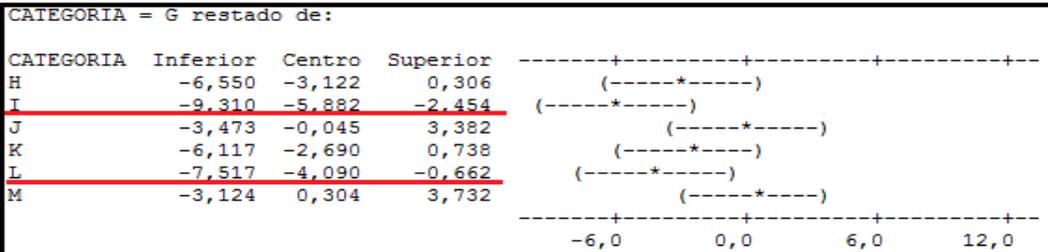
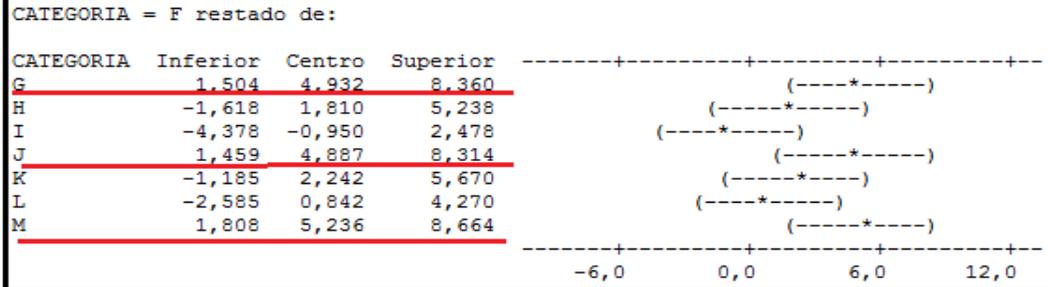
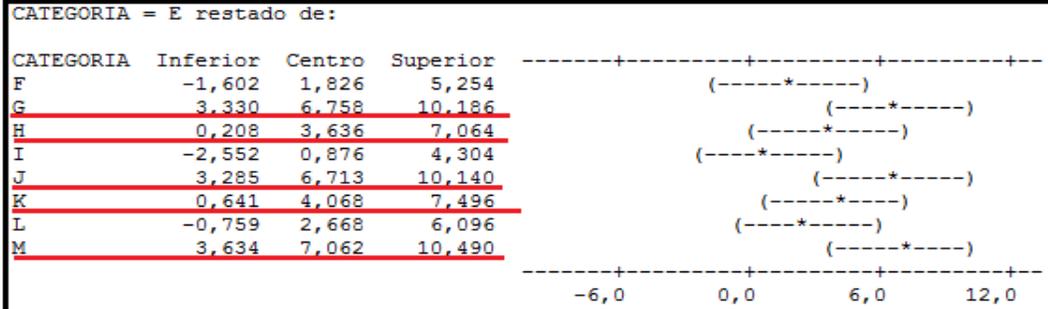
CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
C	-5,158	-1,730	1,698
D	-5,939	-2,511	0,916
E	-7,090	-3,662	-0,234
F	-5,264	-1,836	1,592
G	-0,332	3,096	6,524
H	-3,454	-0,026	3,402
I	-6,214	-2,786	0,642
J	-0,377	3,051	6,478
K	-3,021	0,406	3,834
L	-4,421	-0,994	2,434
M	-0,028	3,400	6,828

CATEGORIA = C restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
D	-4,209	-0,781	2,646
E	-5,360	-1,932	1,496
F	-3,534	-0,106	3,322
G	1,398	4,826	8,254
H	-1,724	1,704	5,132
I	-4,484	-1,056	2,372
J	1,353	4,781	8,208
K	-1,291	2,136	5,564
L	-2,691	0,736	4,164
M	1,702	5,130	8,558

CATEGORIA = D restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
E	-4,578	-1,151	2,277
F	-2,752	0,675	4,103
G	2,180	5,607	9,035
H	-0,942	2,485	5,913
I	-3,702	-0,275	3,153
J	2,134	5,562	8,989
K	-0,510	2,917	6,345
L	-1,910	1,518	4,945
M	2,484	5,911	9,339



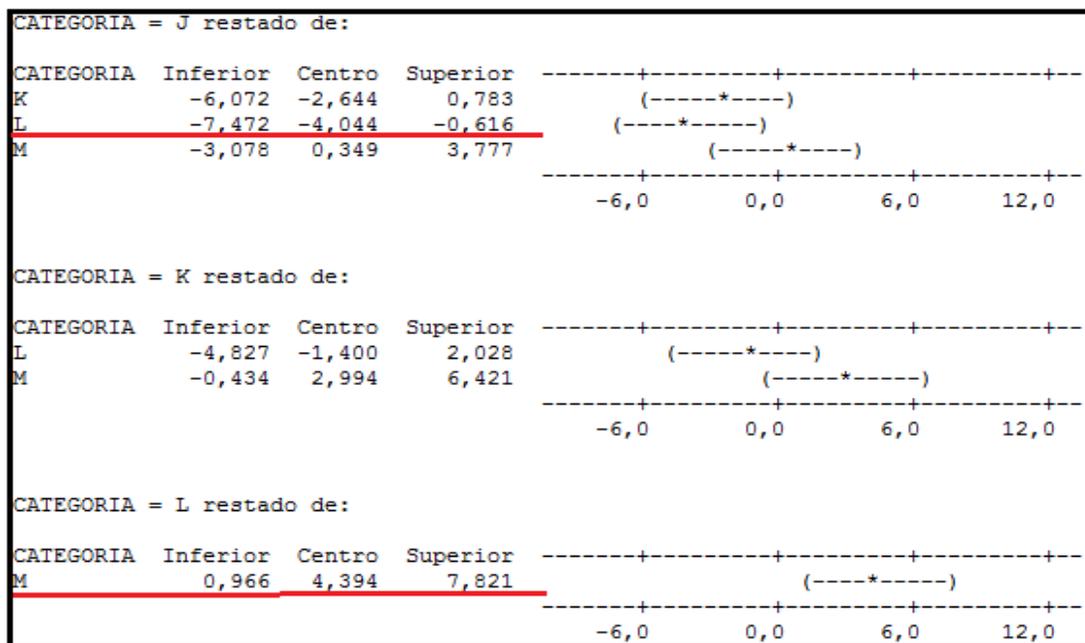


Fig. N°51. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.8.1 Interpretación de los resultados

La Fig. 46, Nos indica con mayor facilidad las características propias del ajuste del modelo en regresión y en ANOVA. Examinar las gráficas de residuos nos ayudó a determinar si los supuestos de los cuadrados mínimos ordinarios coinciden. Si estos supuestos cumplen con lo requerido, entonces la regresión de cuadrados mínimos ordinarios producirá estimaciones de coeficientes sin sesgo con la varianza mínima.

Como podemos observar existen 4 graficas dentro de la Fig. 46 que a continuación interpretamos:

Histograma de residuos. Una herramienta exploratoria para mostrar las características generales de los residuos incluyendo valores típicos, dispersión y forma. Una larga cola lateral determinó que la distribución de nuestro estudio fue sesgada correctamente. Si una o dos barras estuvieran dispersas de las demás, esos puntos podrían ser valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa. Si los puntos en la gráfica salen de una línea recta, el supuesto de normalidad puede ser inválido.

Residuos versus valores ajustados. Esta gráfica muestra un patrón aleatorio de residuos a ambos lados de 0. Se observó pocos valores atípicos pero la mayoría de los demás puntos están cerca del cero horizontal lo que hace posible una mínima dispersión.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos como se pudo observar con total aleatoriedad, esto se demostró a través de los picos homogéneos.

En conclusión la **Fig. 46.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 47 y 48 apreciamos que la distribución de muestras es correcta, los valores atípicos son pocos y coherentes, a excepción del tratamiento D el cual muestra sus datos bastante dispersos. Los tratamientos, G, J, M, muestran valores mayores lo que denota que los Niveles de Presión Sonora en estas calles son elevados y los tratamientos E y I muestran valores menores donde los Niveles de Presión Sonora disminuyen.

8.8.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 49 el valor p (0.000) para las diferentes tratamientos indica que hay suficiente evidencia de que no todas las medias son iguales cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.8.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.50, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que ningún intervalo de confianza de ningún tratamiento es mayor que 0, sin embargo los tratamientos G, J y M, tienen el elemento superior del nivel de confianza mayor que 0 por lo que concluimos que estos valores podrían ser los más ruidosos, y si revisamos las medias en el análisis ANOVA podemos deducir que M es el tratamiento que presenta mayores Niveles de Presión Sonora.

8.8.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig. N°51 podemos analizar que:

La media del tratamiento A, restada de las medias de los tratamientos B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos G, J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento A, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento B, restada de las medias de los tratamientos C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos E, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento B, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento C, restada de las medias de los tratamientos D, E, F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos G, J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento C, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento D, restada de las medias de los tratamientos E, F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos G, J, M, son estadísticamente diferentes de la

media del tratamiento D, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento E, restada de las medias de los tratamientos F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos G, H, J, K, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento E, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento F, restada de las medias de los tratamientos G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos G, J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento F, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento G, restada de las medias de los tratamientos H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos I, L, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento G, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento H, restada de las medias de los tratamientos I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos I, J, K, L, M no son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento H.

La media del tratamiento I, restada de las medias de los tratamientos J, K, L, M: Las medias de los tratamientos J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento I, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento J, restada de las medias de los tratamientos K, L, M, N: Las medias de los tratamientos L, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento J, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento K, restada de las medias de los tratamientos L, M: Las medias de los tratamientos L, M, no son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento K.

La media del tratamiento L, restada de las media del tratamiento M: La media del tratamientos M, es estadísticamente diferente de la media del tratamiento L, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias excluyen a cero.

En la Tabla N° 19 podemos apreciar el orden de las calles según el ruido o niveles de Presión Sonora encontrados en el horario de 12pm a 7pm.

Orden Según el NPS encontrado	Tratamiento	Calles
1	M	CALLE LARGA
2	G	VARGAS MACHUCA
3	J	PRESIDENTE CÓRDOVA
4	K	JUAN JARAMILLO
5	B	BENIGNO MALO
6	H	ALFONSO JERVES
7	L	HONORATO VÁSQUEZ
8	C	LUIS CORDERO
9	F	MARIANO CUEVA
10	A	PADRE AGUIRRE
11	D	ANTONIO BORRERO
12	I	SUCRE
13	E	HERMANO MIGUEL

Tabla N°19. Fuente: Autores, Orden de las calles Según los NPS encontrados, 2011.

8.9 Análisis estadístico de la Influencia del Ruido en las Calles del Área de Estudio, en el horario de 7pm a 0 am.

Para este análisis estadístico, las calles se clasificaron en 13 clases de tratamientos que nos indican la calle en la que se realiza el análisis, como se muestra en la tabla N°20.

CATEGORIA	Nombre de la Calle
A	PADRE AGUIRRE
B	BENIGNO MALO
C	LUIS CORDERO
D	ANTONIO BORRERO
E	HERMANO MIGUEL
F	MARIANO CUEVA
G	VARGAS MACHUCA
H	ALFONSO JERVES
I	SUCRE
J	PRESIDENTE CÓRDOVA
K	JUAN JARAMILLO
L	HONORATO VÁSQUEZ
M	CALLE LARGA

Tabla N°20. Fuente: Autores, Categorías de calles, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu A = \mu B = \mu C = \mu D = \mu E = \mu F = \mu G = \mu H = \mu I = \mu J = \mu K = \mu L = \mu M$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 52, 53, 54, 55, 56,57.

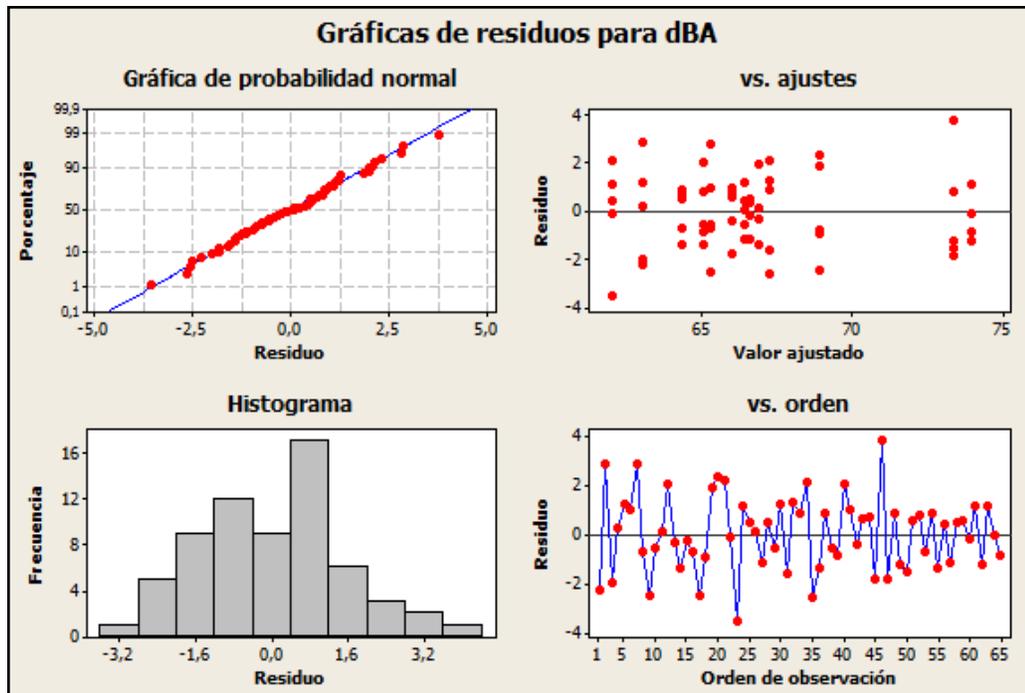


Fig. N°52. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

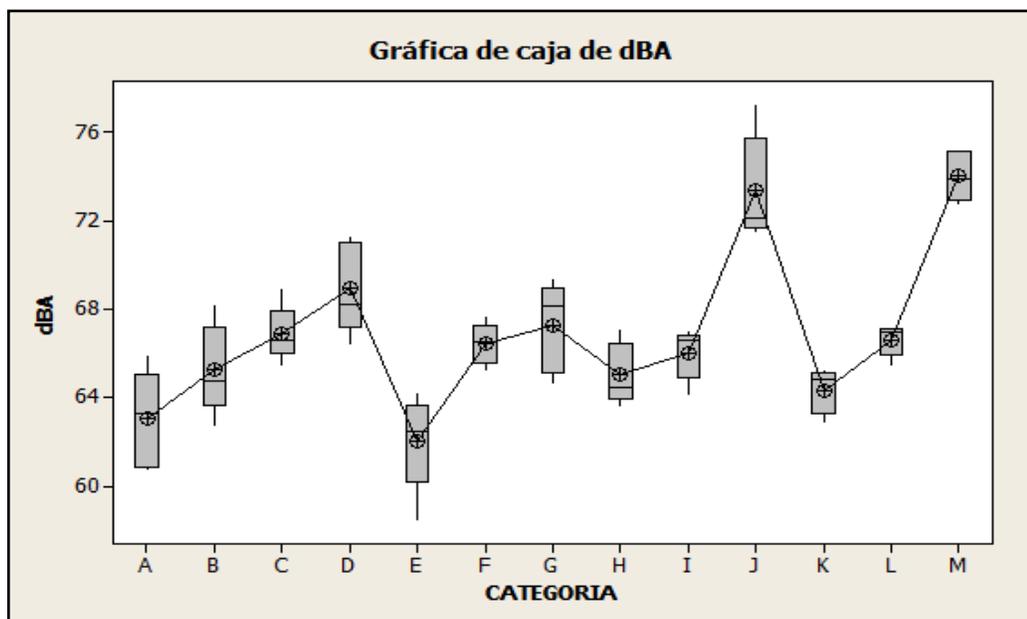


Fig. N°53. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

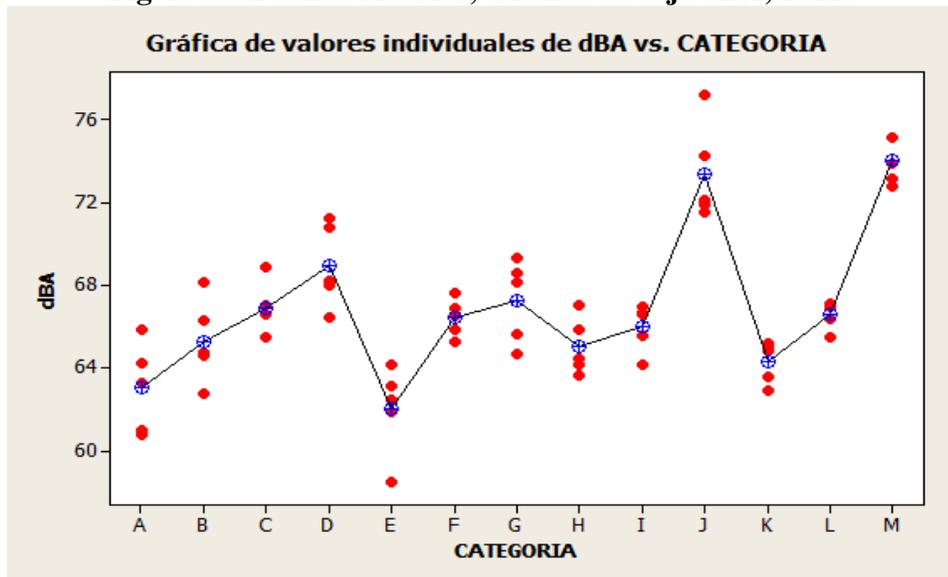


Fig. N°54. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

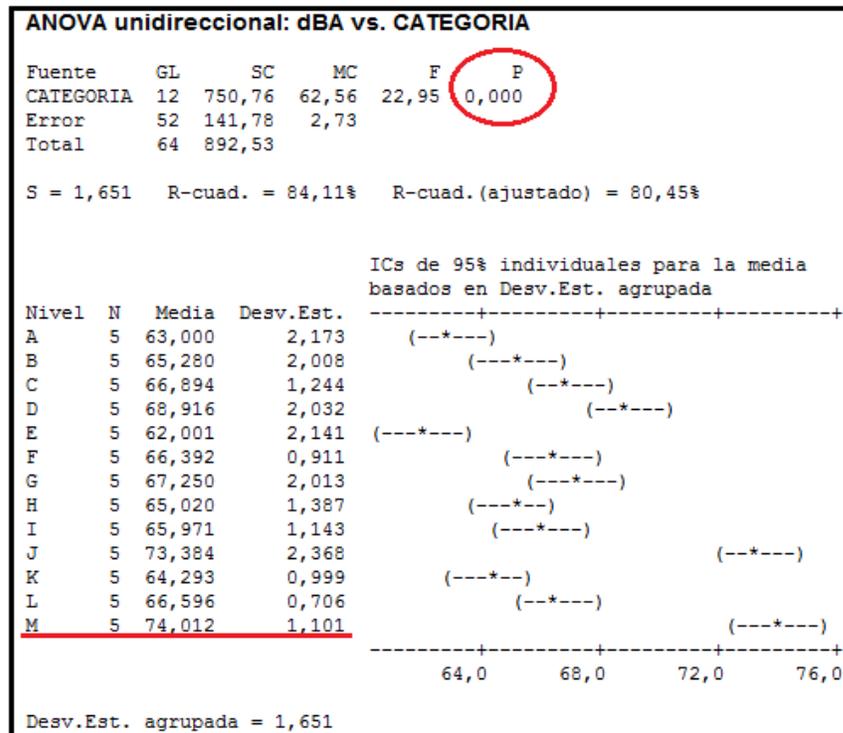


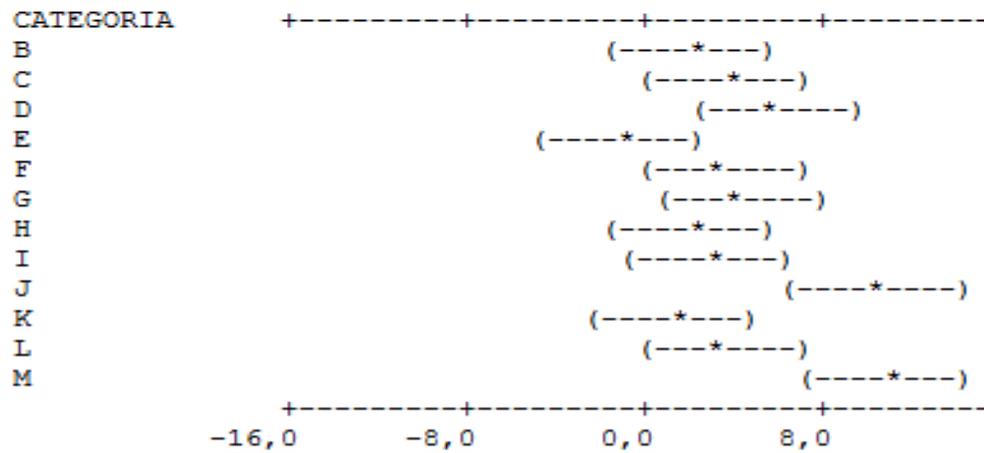
Fig. N°55. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.



Fig. N°56. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

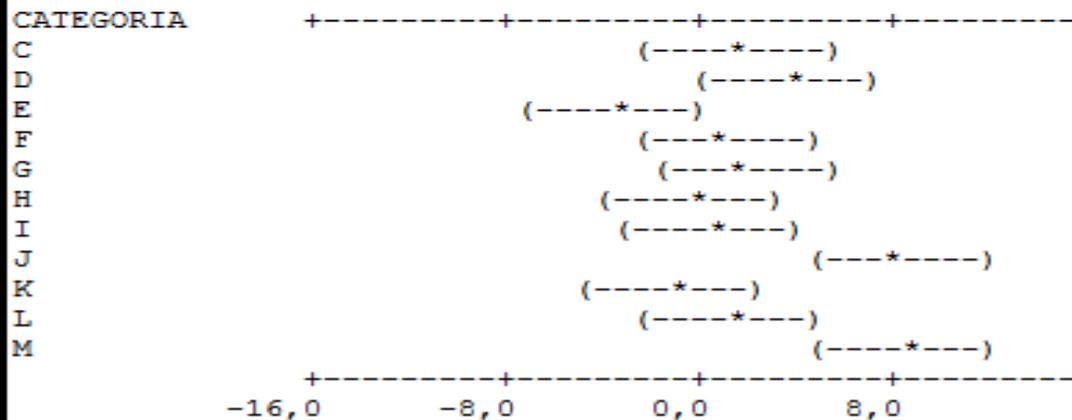
CATEGORIA = A restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
B	-1,346	2,280	5,906
C	0,268	3,894	7,520
D	2,290	5,916	9,542
E	-4,625	-0,999	2,627
F	-0,234	3,392	7,018
G	0,624	4,250	7,876
H	-1,606	2,020	5,646
I	-0,655	2,971	6,596
J	6,758	10,384	14,010
K	-2,332	1,293	4,919
L	-0,030	3,596	7,222
M	7,386	11,012	14,638



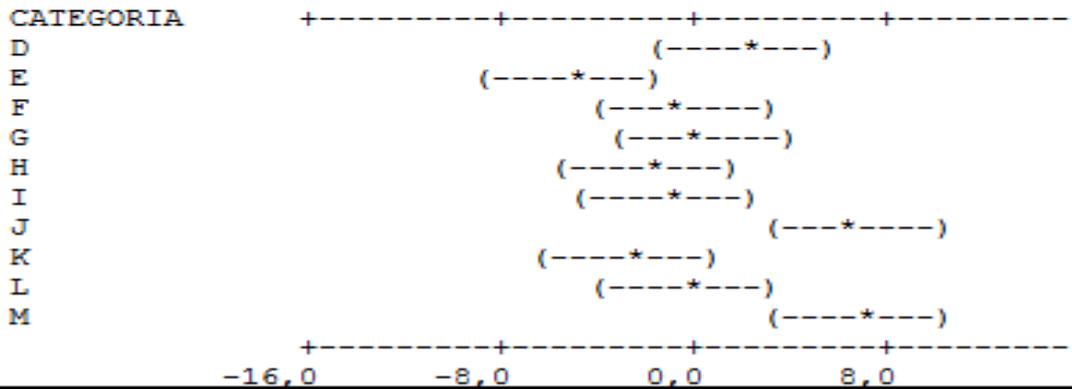
CATEGORIA = B restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
C	-2,012	1,614	5,240
D	0,010	3,636	7,262
E	-6,905	-3,279	0,347
F	-2,514	1,112	4,738
G	-1,656	1,970	5,596
H	-3,886	-0,260	3,366
I	-2,935	0,691	4,316
J	4,478	8,104	11,730
K	-4,612	-0,987	2,639
L	-2,310	1,316	4,942
M	5,106	8,732	12,358



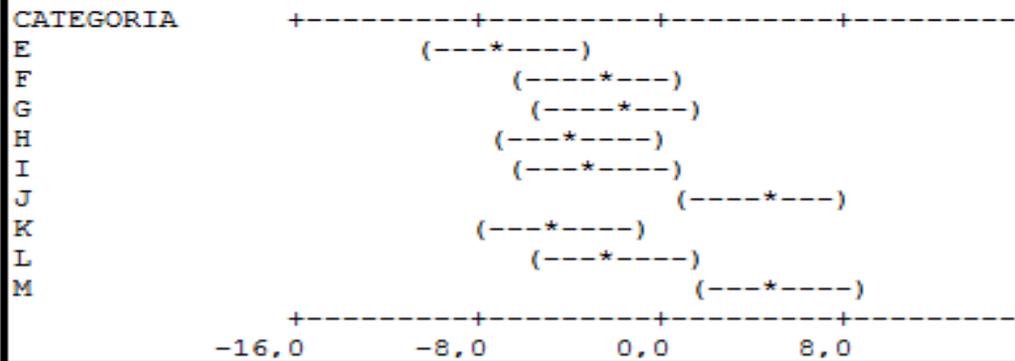
CATEGORIA = C restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
D	-1,604	2,022	5,648
E	-8,519	-4,893	-1,267
F	-4,128	-0,502	3,124
G	-3,270	0,356	3,982
H	-5,500	-1,874	1,752
I	-4,549	-0,923	2,702
J	2,864	6,490	10,116
K	-6,226	-2,601	1,025
L	-3,924	-0,298	3,328
M	3,492	7,118	10,744



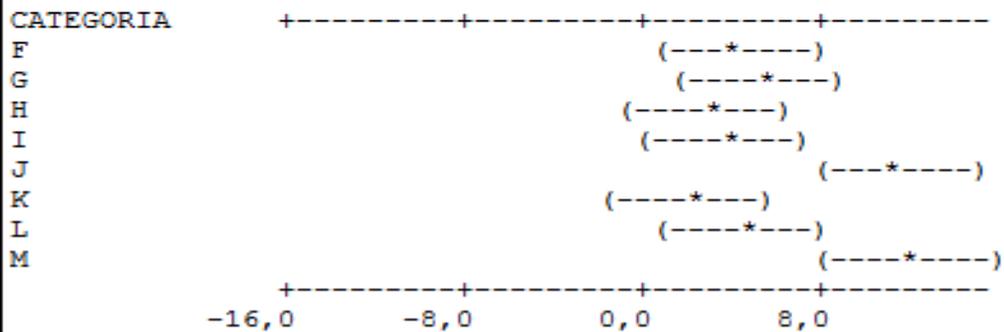
CATEGORIA = D restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
E	-10,541	-6,915	-3,289
F	-6,150	-2,524	1,102
G	-5,292	-1,666	1,960
H	-7,522	-3,896	-0,270
I	-6,571	-2,945	0,680
J	0,842	4,468	8,094
K	-8,248	-4,623	-0,997
L	-5,946	-2,320	1,306
M	1,470	5,096	8,722



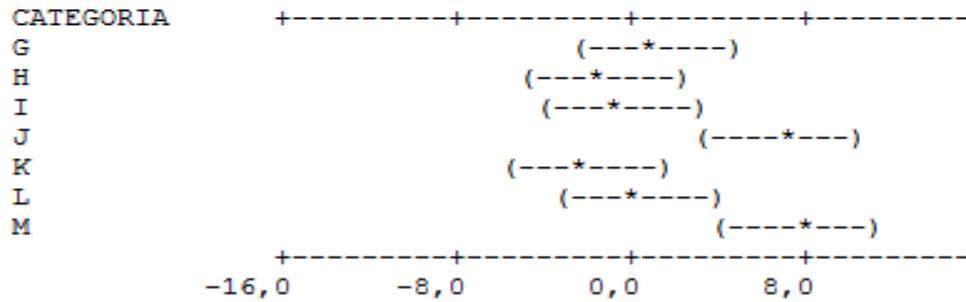
CATEGORIA = E restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
F	0,765	4,391	8,017
G	1,623	5,249	8,875
H	-0,606	3,019	6,645
I	0,344	3,970	7,595
J	7,757	11,383	15,009
K	-1,333	2,292	5,918
L	0,969	4,595	8,221
M	8,385	12,011	15,637



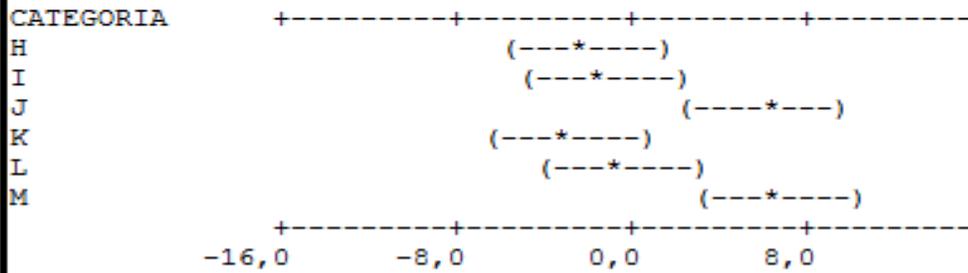
CATEGORIA = F restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
G	-2,768	0,858	4,484
H	-4,998	-1,372	2,254
I	-4,047	-0,422	3,204
<u>J</u>	<u>3,366</u>	<u>6,992</u>	<u>10,618</u>
K	-5,725	-2,099	1,527
L	-3,422	0,204	3,830
<u>M</u>	<u>3,994</u>	<u>7,620</u>	<u>11,246</u>



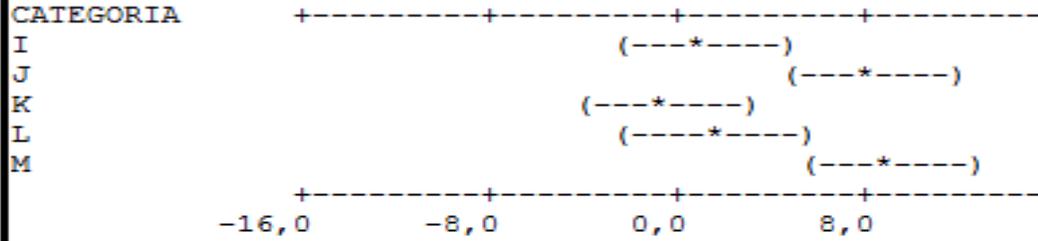
CATEGORIA = G restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
H	-5,856	-2,230	1,396
I	-4,905	-1,279	2,346
<u>J</u>	<u>2,508</u>	<u>6,134</u>	<u>9,760</u>
K	-6,582	-2,957	0,669
L	-4,280	-0,654	2,972
<u>M</u>	<u>3,136</u>	<u>6,762</u>	<u>10,388</u>



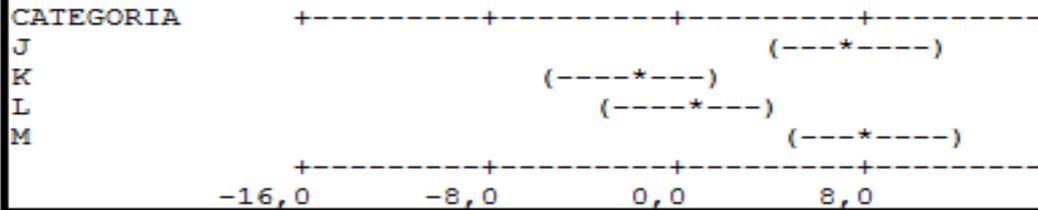
CATEGORIA = H restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
I	-2,675	0,950	4,576
J	4,738	8,364	11,990
K	-4,353	-0,727	2,899
L	-2,050	1,576	5,202
M	5,366	8,992	12,618



CATEGORIA = I restado de:

CATEGORIA	Inferior	Centro	Superior
J	3,788	7,413	11,039
K	-5,303	-1,677	1,949
L	-3,000	0,626	4,251
M	4,416	8,041	11,667



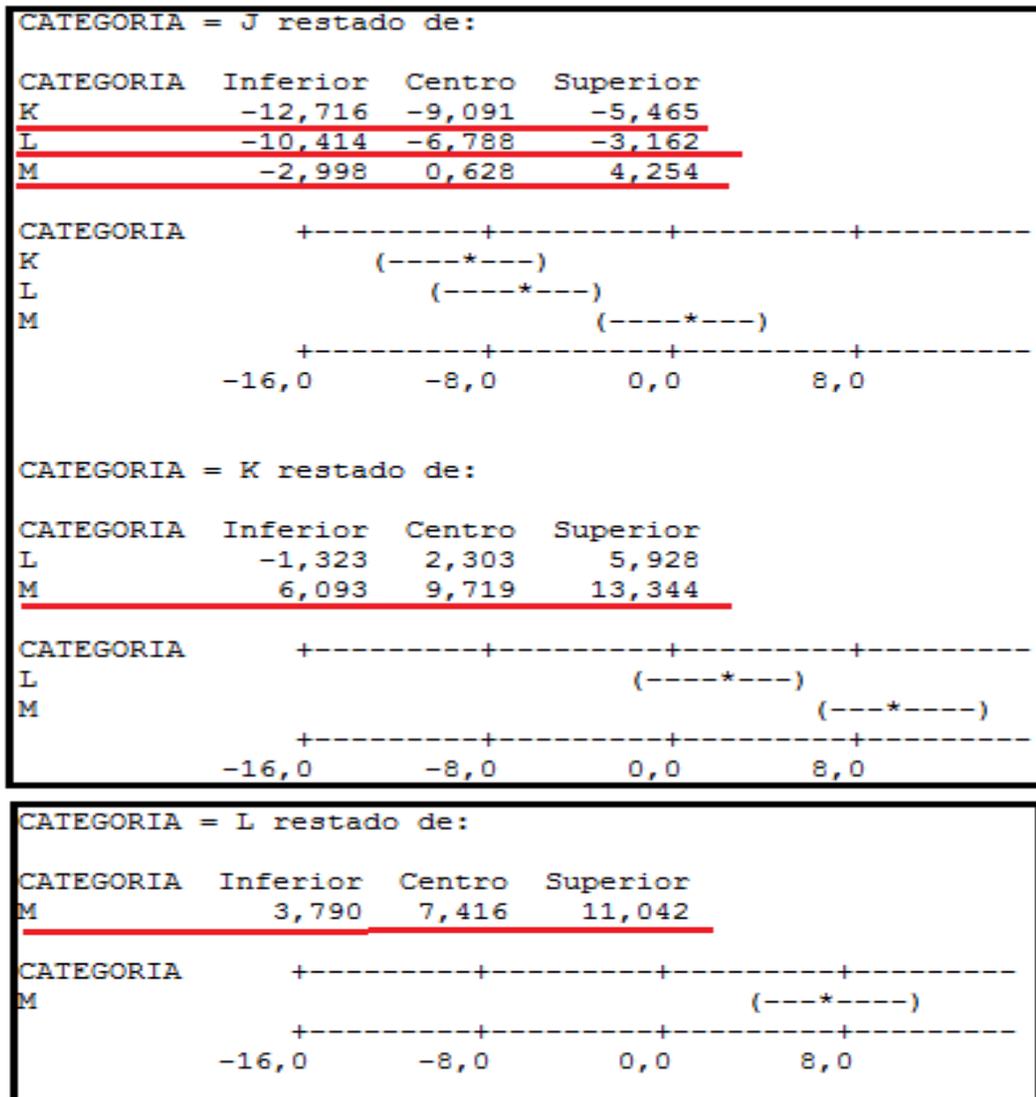


Fig. N°57. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.9.1 Interpretación de los resultados

La Fig. 52, Nos indica con mayor facilidad las características propias del ajuste del modelo en regresión y en ANOVA. Examinar las gráficas de residuos nos ayudó a determinar si los supuestos de los cuadrados mínimos ordinarios coinciden. Si estos supuestos cumplen con lo requerido, entonces la regresión de cuadrados mínimos ordinarios producirá estimaciones de coeficientes sin sesgo con la varianza mínima.

Como podemos observar existen 4 graficas dentro de la **Fig. 52** que a continuación interpretamos:

Histograma de residuos. Una herramienta exploratoria para mostrar las características generales de los residuos incluyendo valores típicos, dispersión y forma. Una larga cola lateral determinó que la distribución de nuestro estudio fue sesgada correctamente. Si una o dos barras estuvieran dispersas de las demás, esos puntos podrían ser valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa. Si los puntos en la gráfica salen de una línea recta, el supuesto de normalidad puede ser inválido.

Residuos versus valores ajustados. Esta gráfica muestra un patrón aleatorio de residuos a ambos lados de 0. Se observó pocos valores atípicos pero la mayoría de los demás puntos están cerca del cero horizontal lo que hace posible una mínima dispersión.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos como se pudo observar con total aleatoriedad, esto se demostró a través de los picos homogéneos.

En conclusión la **Fig. 52.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 53 y 54 apreciamos que la distribución de muestras es correcta, los valores atípicos son pocos y coherentes. Los tratamientos J, M, muestran valores mayores lo que denota que los Niveles de Presión Sonora en estas calles son elevados y los tratamientos A y E muestran valores menores donde los Niveles de Presión Sonora disminuyen.

8.9.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 55 el valor p (0.000) para las diferentes tratamientos indica que hay suficiente evidencia de que no todas las medias son iguales cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.9.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.56, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que ningún intervalo de confianza de ningún tratamiento es mayor que 0, sin embargo los tratamientos J y M, tienen el elemento superior del nivel de confianza mayor que 0 por lo que concluimos que estos valores podrían ser los más ruidosos, y si revisamos las medias en el análisis ANOVA podemos deducir que M es el tratamiento que presenta mayores Niveles de Presión Sonora.

8.9.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig. N°57 podemos analizar que:

La media del tratamiento A, restada de las medias de los tratamientos B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos C, D, G, J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento A, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento B, restada de las medias de los tratamientos C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos D, J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento B, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento C, restada de las medias de los tratamientos D, E, F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos E, J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento C, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento D, restada de las medias de los tratamientos E, F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos E, J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento D, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento E, restada de las medias de los tratamientos F, G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos F, G, I, J, L, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento E, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento F, restada de las medias de los tratamientos G, H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento F, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento G, restada de las medias de los tratamientos H, I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos J, M son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento G, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento H, restada de las medias de los tratamientos I, J, K, L, M: Las medias de los tratamientos J, M no son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento H.

La media del tratamiento I, restada de las medias de los tratamientos J, K, L, M: Las medias de los tratamientos J, M, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento I, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento J, restada de las medias de los tratamientos K, L, M, N: Las medias de los tratamientos K, L, M son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento J, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento K, restada de las medias de los tratamientos L, M: Las medias de los tratamientos M, no son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento K.

La media del tratamiento L, restada de la media del tratamiento M: La media del tratamiento M, es estadísticamente diferente de la media del tratamiento L, porque el intervalo de confianza para estas combinación de medias excluyen a cero.

En la Tabla N°21 podemos apreciar el orden de las calles según el ruido o niveles de Presión Sonora encontrados en el horario de 12pm a 7pm.

Orden Según el NPS encontrado	Tratamiento	Calles
1	M	CALLE LARGA
2	J	PRESIDENTE CÓRDOVA
3	D	ANTONIO BORRERO
4	G	VARGAS MACHUCA
5	C	LUIS CORDERO
6	L	HONORATO VÁSQUEZ
7	F	MARIANO CUEVA
8	I	SUCRE
9	B	BENIGNO MALO
10	H	ALFONSO JERVES
11	K	JUAN JARAMILLO
12	A	PADRE AGUIRRE
13	E	HERMANO MIGUEL

Tabla N21. Fuente: Autores, Orden de las calles Según los NPS encontrados, 2011.

8.10 Análisis del Ruido según el día de la Semana.

Para el análisis estadístico de esta variable, los días de la semana se clasificaron en diferentes categorías como se muestra en la tabla N°22.

Categoría	Día de la Semana
A	LUNES
B	MARTES
C	MIERCOLES
D	JUEVES
E	VIERNES
F	SÁBADO

Tabla N°22. Fuente: Autores, Rangos para Categorías de calles según la Altura de las Edificaciones, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu A = \mu B = \mu C = \mu D = \mu E = \mu F$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$A, B, C, D, E, F = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 58, 59, 60, 61, 62, 63.

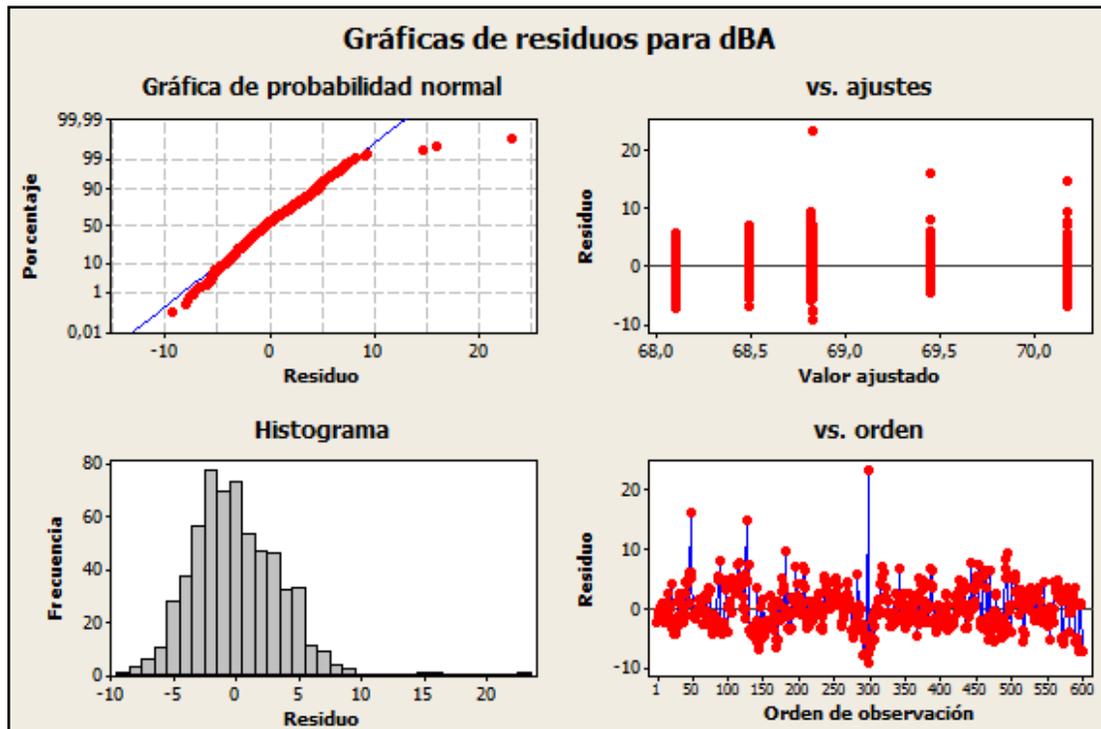


Fig. N°58. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

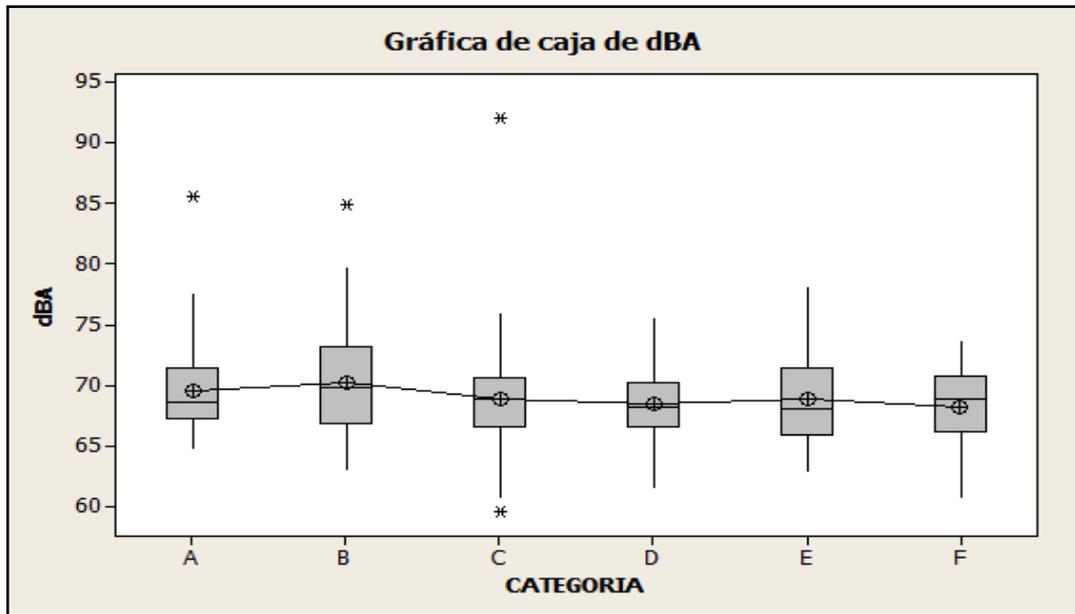


Fig. N°59. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

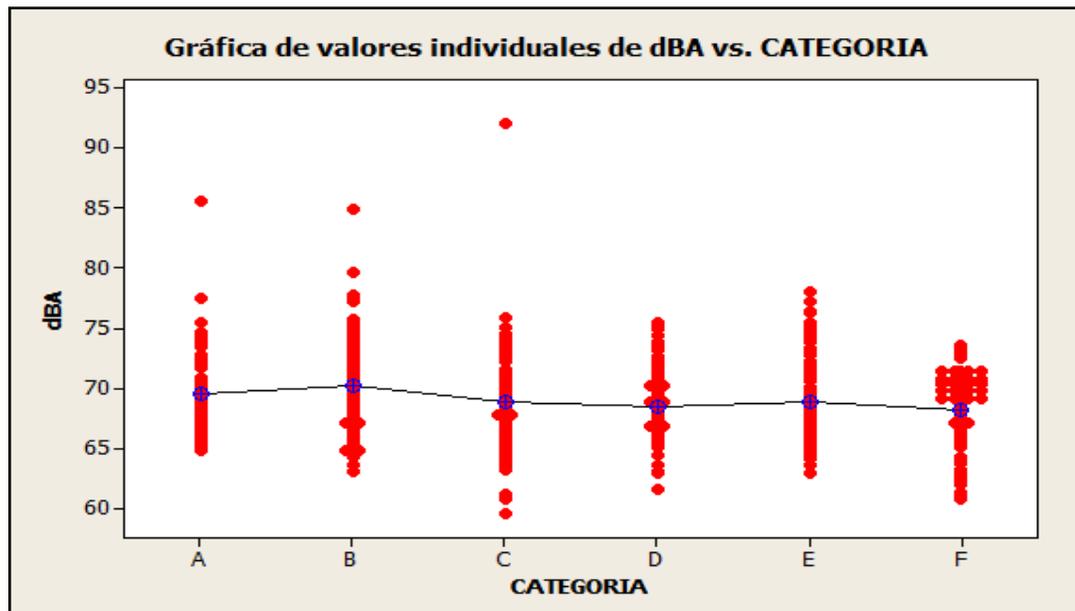


Fig. N°60. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

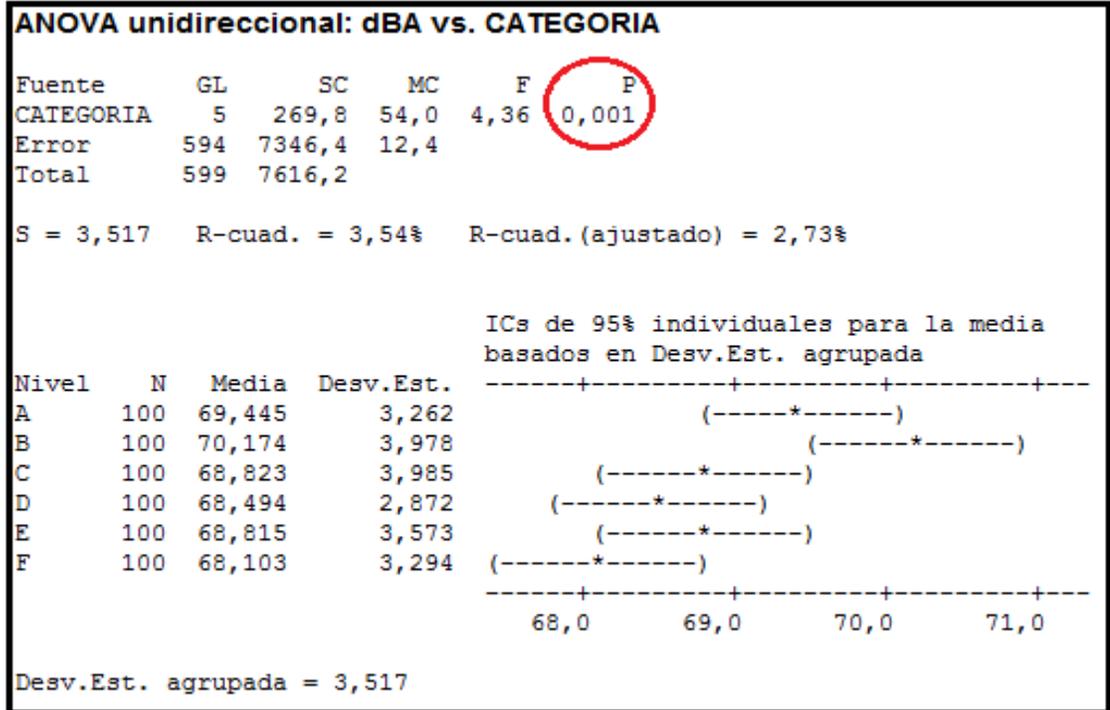


Fig. N°61. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

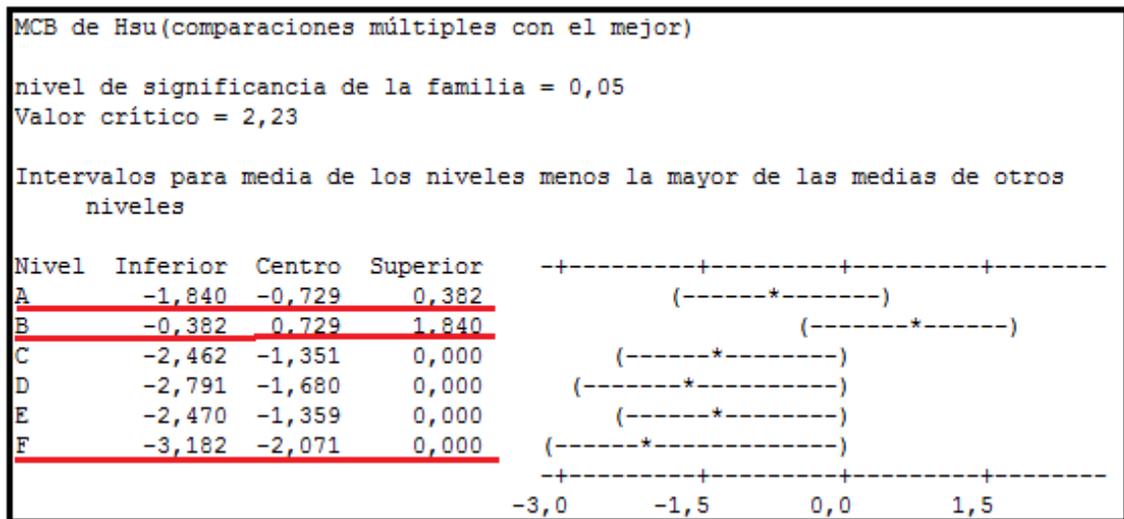


Fig. N°62. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

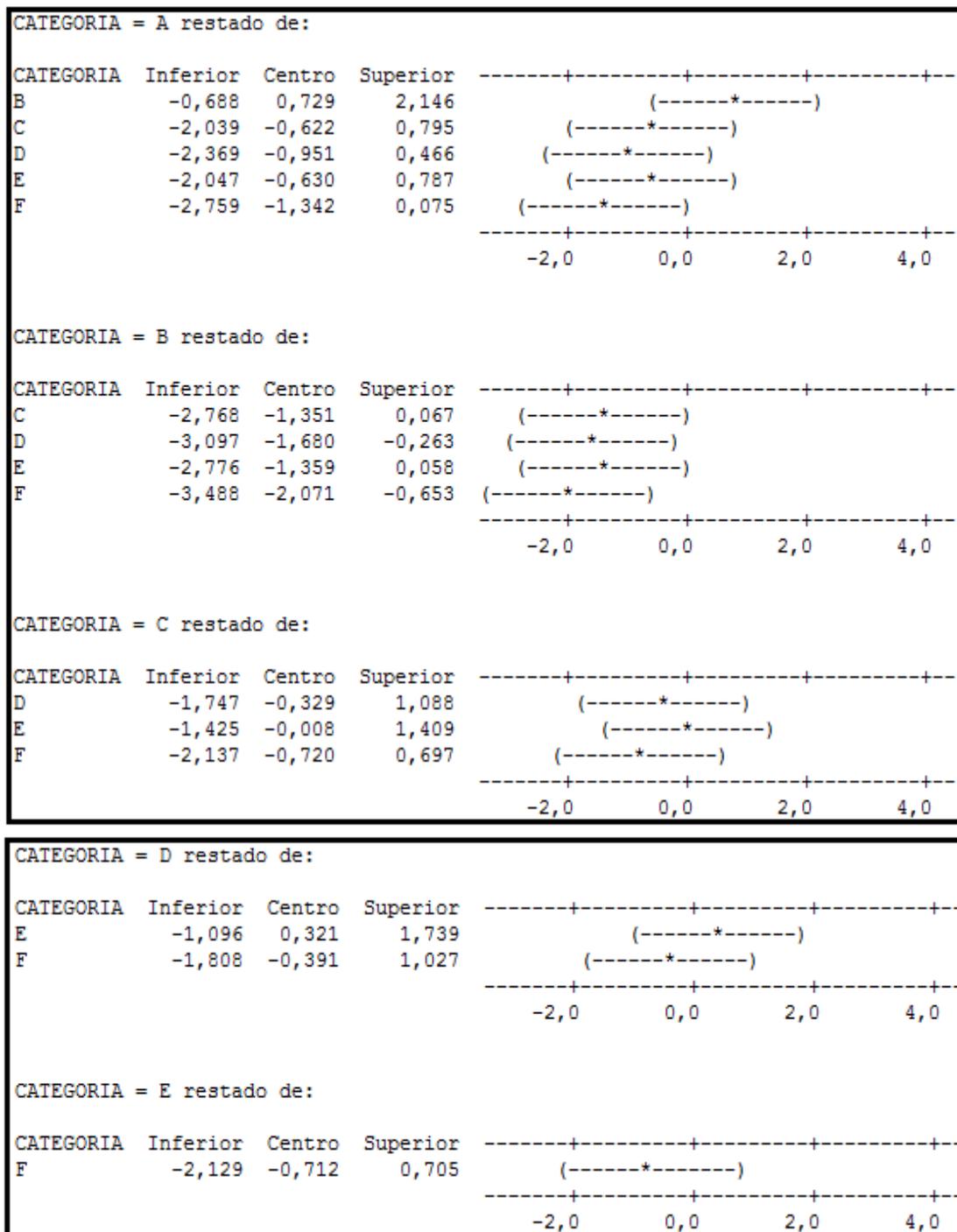


Fig. N°63. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.10.1 Interpretación de los resultados

La **Fig. 58**, Nos indica con mayor facilidad las características propias del ajuste del modelo en regresión y en ANOVA. Examinar las gráficas de residuos nos ayudó a determinar si los supuestos de los cuadrados mínimos ordinarios coinciden. Si estos supuestos cumplen con lo requerido, entonces la regresión de cuadrados mínimos ordinarios producirá estimaciones de coeficientes sin sesgo con la varianza mínima.

Como podemos observar existen 4 graficas dentro de la **Fig. 58** que a continuación interpretamos:

Histograma de residuos. Una herramienta exploratoria para mostrar las características generales de los residuos incluyendo valores típicos, dispersión y forma. Una larga cola lateral determinó que la distribución de nuestro estudio fue sesgada correctamente. Si una o dos barras estuvieran dispersas de las demás, esos puntos podrían ser valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa. Si los puntos en la gráfica salen de una línea recta, el supuesto de normalidad puede ser inválido.

Residuos versus valores ajustados. Esta gráfica muestra un patrón aleatorio de residuos a ambos lados de 0. Se observó pocos valores atípicos pero la mayoría de los demás puntos están cerca del cero horizontal lo que hace posible una mínima dispersión.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos como se pudo observar con total aleatoriedad, esto se demostró a través de los picos homogéneos.

En conclusión la **Fig. 58.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 59 y 60 apreciamos que la distribución de muestras es correcta, los valores atípicos son pocos y coherentes. Los tratamientos, A, y B muestran valores mayores lo que denota que los Niveles de Presión Sonora en estos días son elevados y el tratamiento F muestra valores menores donde los Niveles de Presión Sonora disminuyen.

8.10.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 61 el valor p (0.001) para las diferentes tratamientos indica que hay suficiente evidencia de que no todas las medias son iguales cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.10.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.62, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que ningún intervalo de confianza de ningún tratamiento es mayor que 0, sin embargo los tratamientos A y B, tienen el elemento superior del nivel de confianza mayor que 0 por lo que concluimos que estos valores podrían ser los más ruidosos, y si revisamos las medias en el análisis ANOVA podemos deducir que B es el tratamiento que presenta mayores Niveles de Presión Sonora y el tratamiento F el de menores Niveles de Presión Sonora.

8.10.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Figura N°63 podemos analizar que:

La media del tratamiento A, restada de las medias de los tratamientos B, C, D, E, F: Las medias de los tratamientos B, C, D, E, F, no son estadísticamente diferentes del tratamiento A, porque los intervalos de confianza no excluyen a cero.

La media del tratamiento B, restada de las medias de los tratamientos C, D, E, F: Las medias de los tratamientos C, D, E, F, no son estadísticamente diferentes del tratamiento B, porque los intervalos de confianza no excluyen a cero.

La media del tratamiento C, restada de las medias de los tratamientos D, E, F: Las medias de los tratamientos D, E, F, no son estadísticamente diferentes del tratamiento C, porque los intervalos de confianza no excluyen a cero.

La media del tratamiento D, restada de las medias de los tratamientos E, F: Las medias de los tratamientos E, F, no son estadísticamente diferentes del tratamiento D, porque los intervalos de confianza no excluyen a cero.

La media del tratamiento E, restada de las medias de los tratamientos F: La media del tratamiento F, no es estadísticamente diferente del tratamiento E, porque el intervalo de confianza no excluyen a cero.

8.11 Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Padre Aguirre.

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 3 clases de tratamientos que nos indican las intersecciones como se muestra en la tabla N°23.

Categoría	Calle
A1	Padre Aguirre entre Calle Larga y Juan Jaramillo
A2	Padre Aguirre entre Juan Jaramillo y Presidente Córdova
A3	Padre Aguirre entre Presidente Córdova y Mariscal Sucre

Tabla N°23. Fuente: Autores, Categorías de calles según su intersección, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu A1 = \mu A2 = \mu A3$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$A1, A2, A3 = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 64, 65, 66, 67, 68, 69.

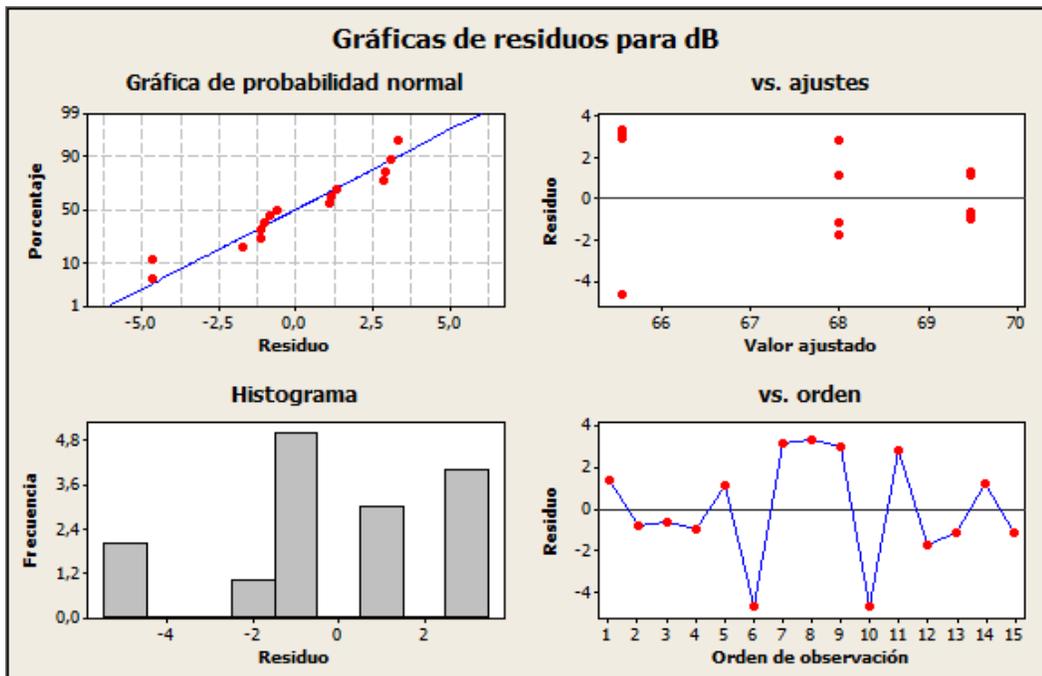


Fig. N°64. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

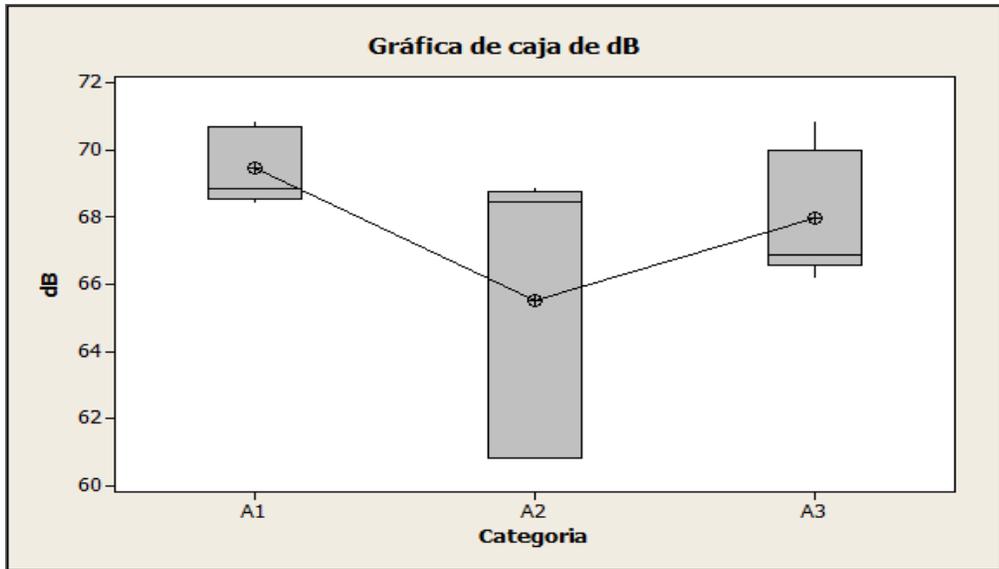


Fig. N°65. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

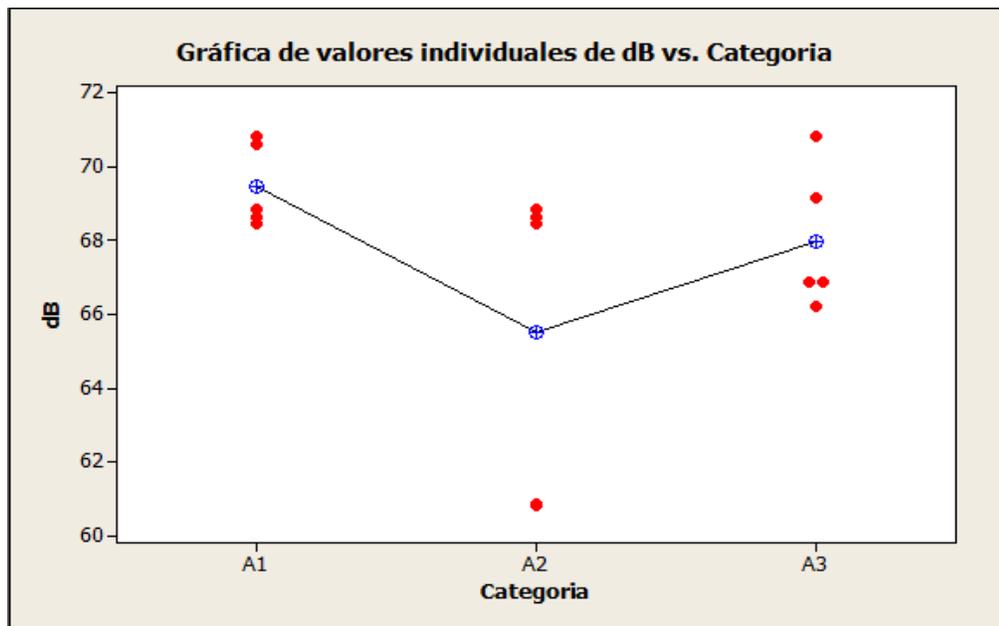


Fig. N°66. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

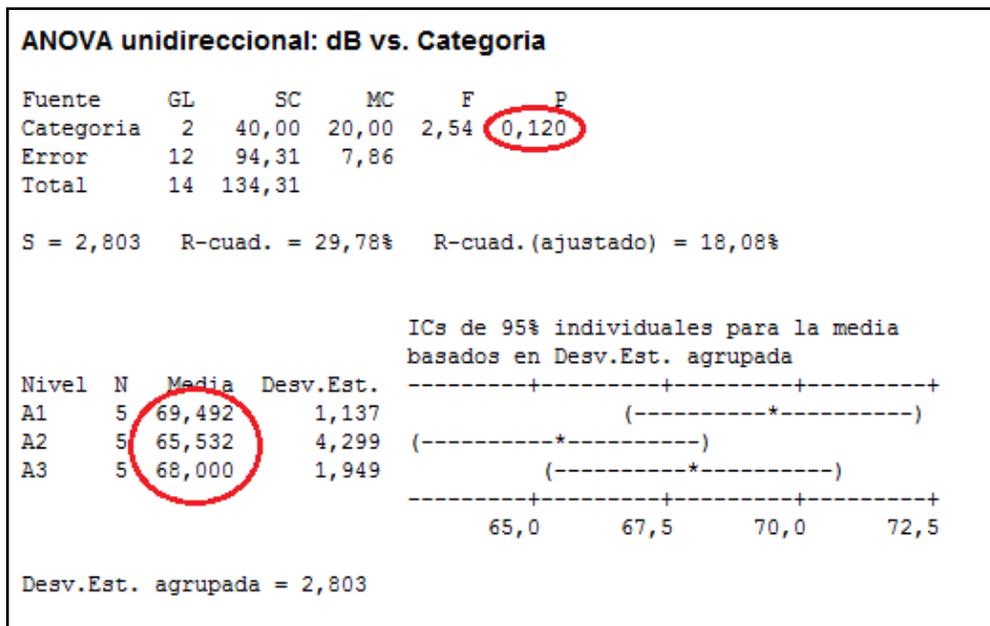


Fig. N°67. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

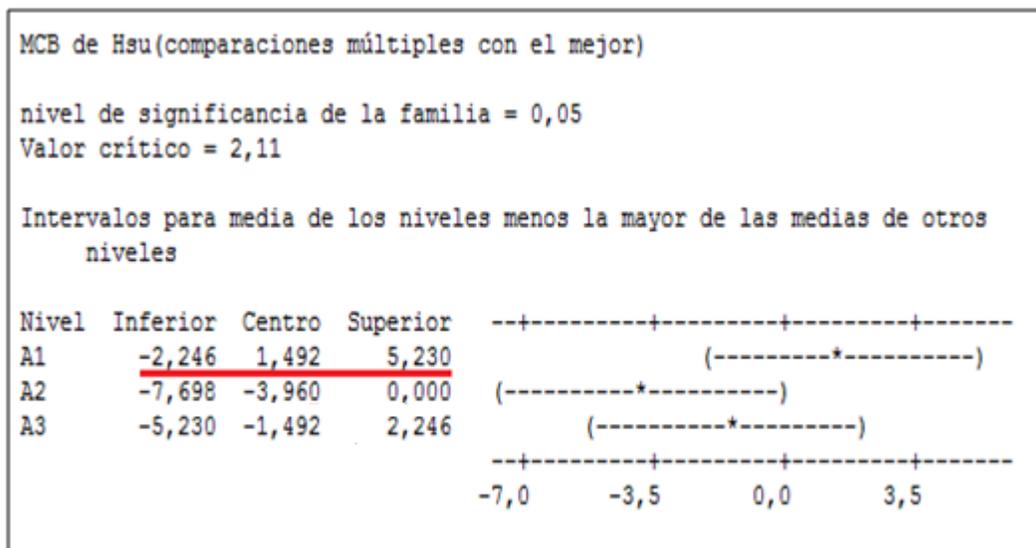


Fig. N°68. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

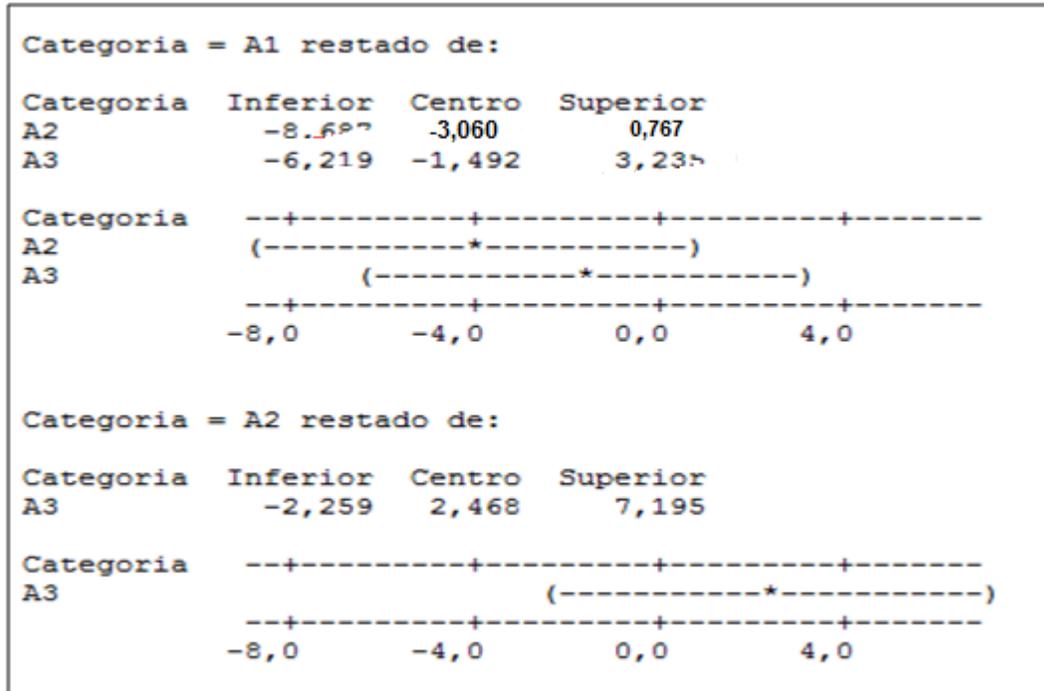


Fig. N°69. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.11.1 Interpretación de los resultados

La Fig. 64 Nos indica con mayor facilidad las características propias del ajuste del modelo en regresión y en ANOVA. Examinar las gráficas de residuos nos ayudó a determinar si los supuestos de los cuadrados mínimos ordinarios coinciden. Si estos supuestos cumplen con lo requerido, entonces la regresión de cuadrados mínimos ordinarios producirá estimaciones de coeficientes sin sesgo con la varianza mínima.

Como podemos observar existen 4 graficas dentro de la Fig. 64 que a continuación interpretamos:

Histograma de residuos. En este caso el histograma represento barras dispersas de las demás, esos puntos podrían ser valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa.

Residuos versus valores ajustados. Se observó un valor atípico en la mayoría de los puntos al valor ajustado 0, en donde existe una dispersión marcada.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos como se pudo observar con total aleatoriedad, esto se demostró a través de los picos homogéneos.

En conclusión la **Fig. 64.** nos indica que nuestro modelo no se ajusta correctamente.

En las figuras 65 y 66 Los valores de los tratamientos A1, A2, A3, son similares, no muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento, sin embargo el tratamiento A1 al tener mayor dispersión es diferente que A2 y A3.

8.11.2 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 67 el valor p (0.120) para los diferentes tratamientos, indica que no hay diferencia representativa suficiente entre las medias, indicando de esta forma que son iguales, cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.11.3 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.68, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que ninguno de los tratamientos, A1, A2, A3 son diferentes a razón que no son mayores de 0, por lo que concluimos que el ruido en esta calle es similar en todas sus intersecciones,

sin embargo el intervalo de confianza que tiene su límite superior mayor a 0 y mayor a los demás es el tratamiento A1 por lo que este sería el más ruidoso.

8.11.4 Comparaciones de Tukey

Según la Figura N°69 podemos analizar que:

La media del tratamiento A1, restada de las medias de los tratamientos A2, y A3: Las medias de todos los tratamientos no son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias incluye a cero. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las calles de las categorías A1, A2, A3, son estadísticamente similares.

8.12 Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Benigno Malo.

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 4 clases de tratamientos que nos indican las intersecciones como se muestra en la tabla N°24.

Categoría	Calle
B1	Benigno Malo entre Mariscal Sucre y Presidente Córdova
B2	Benigno Malo entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo
B3	Benigno Malo entre Calle Larga y Juan Jaramillo
B4	Benigno Malo entre Mariscal Sucre y Presidente Córdova

Tabla N°24. Fuente: Autores, Categorías de calles según su intersección, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu_{B1} = \mu_{B2} = \mu_{B3} = \mu_{B4}$$

Donde:

$\mu = \text{media}$.

$B1, B2, B3, B4 = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 70, 71, 72, 73, 74, 75.

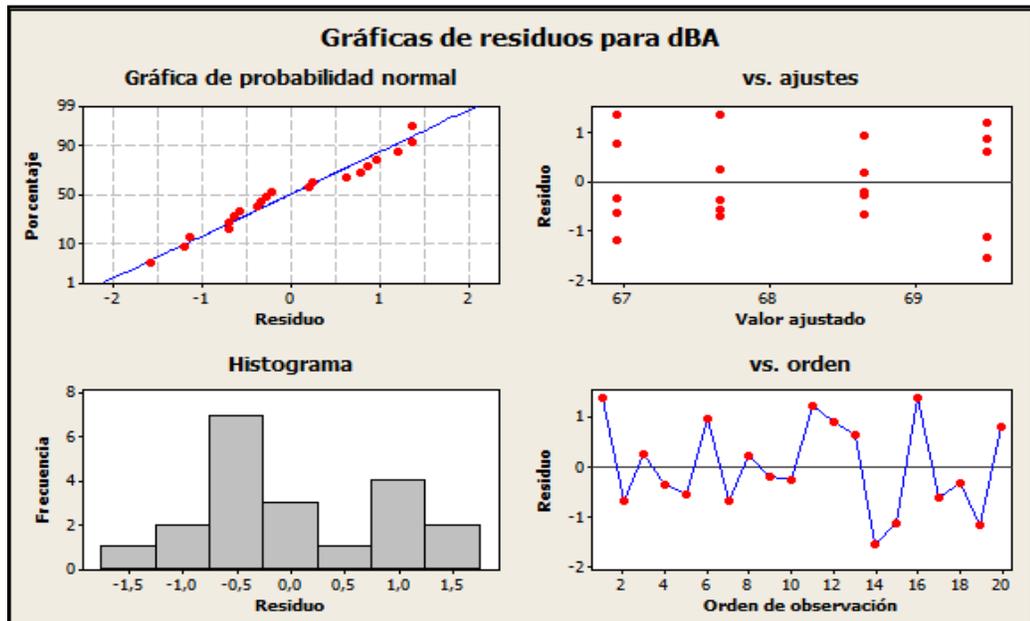


Fig. N°70. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

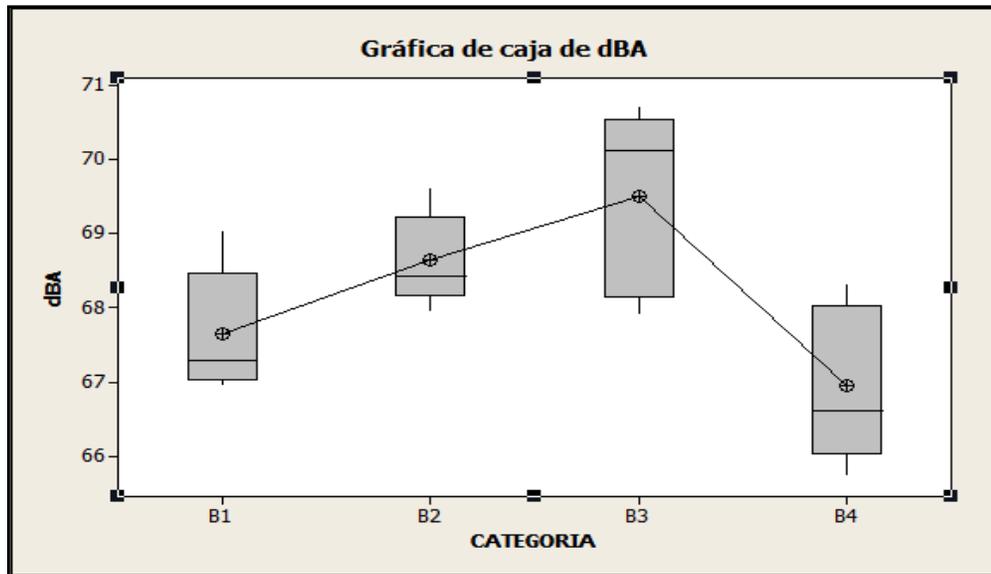


Fig. N°71. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

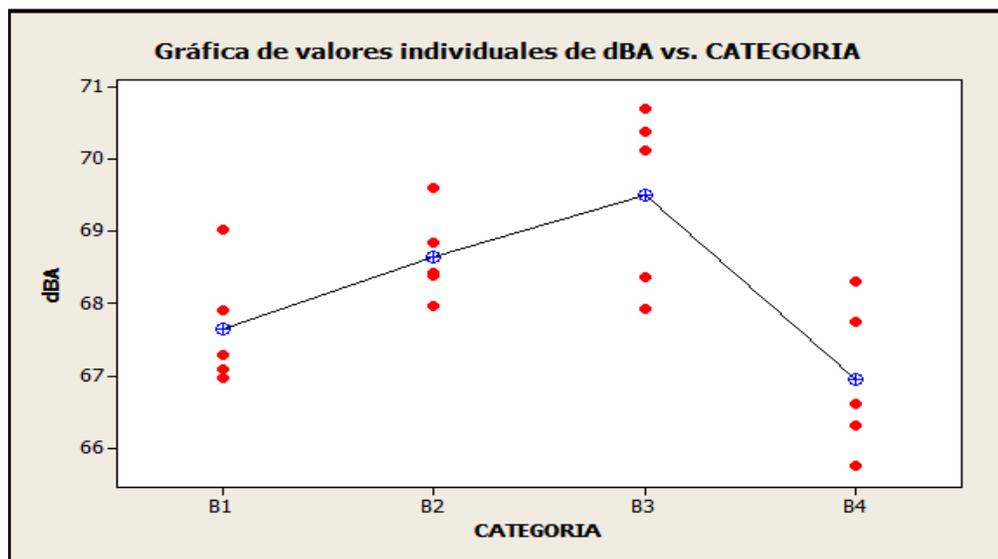


Fig. N°72. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

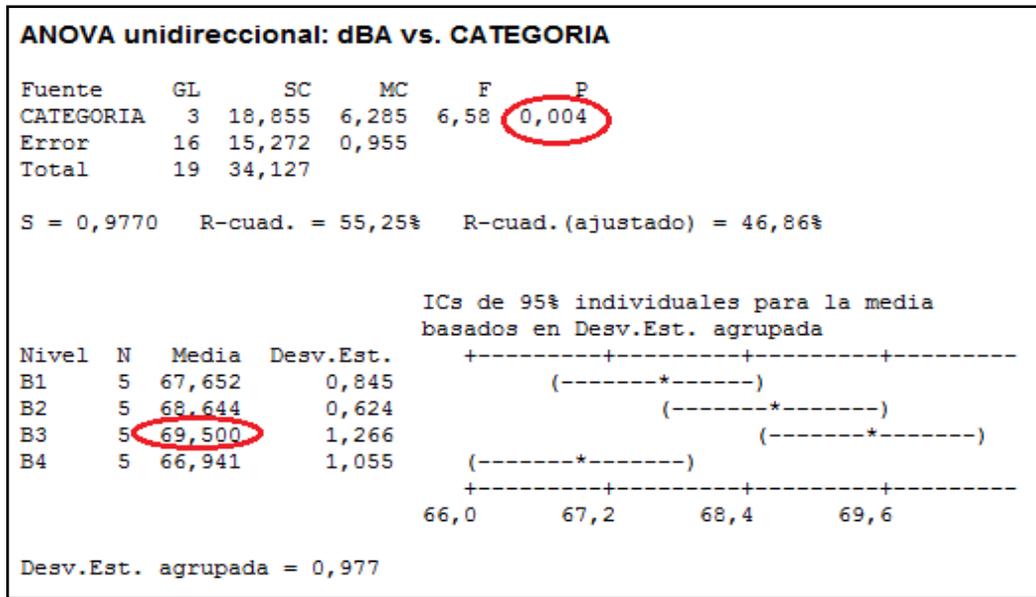


Fig. N°73. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

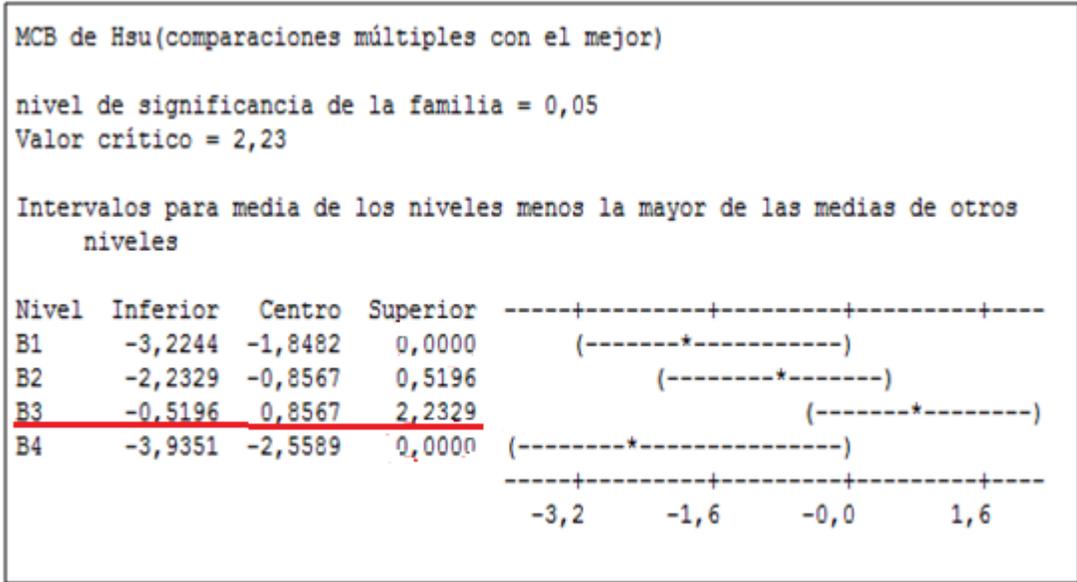


Fig. N°74. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

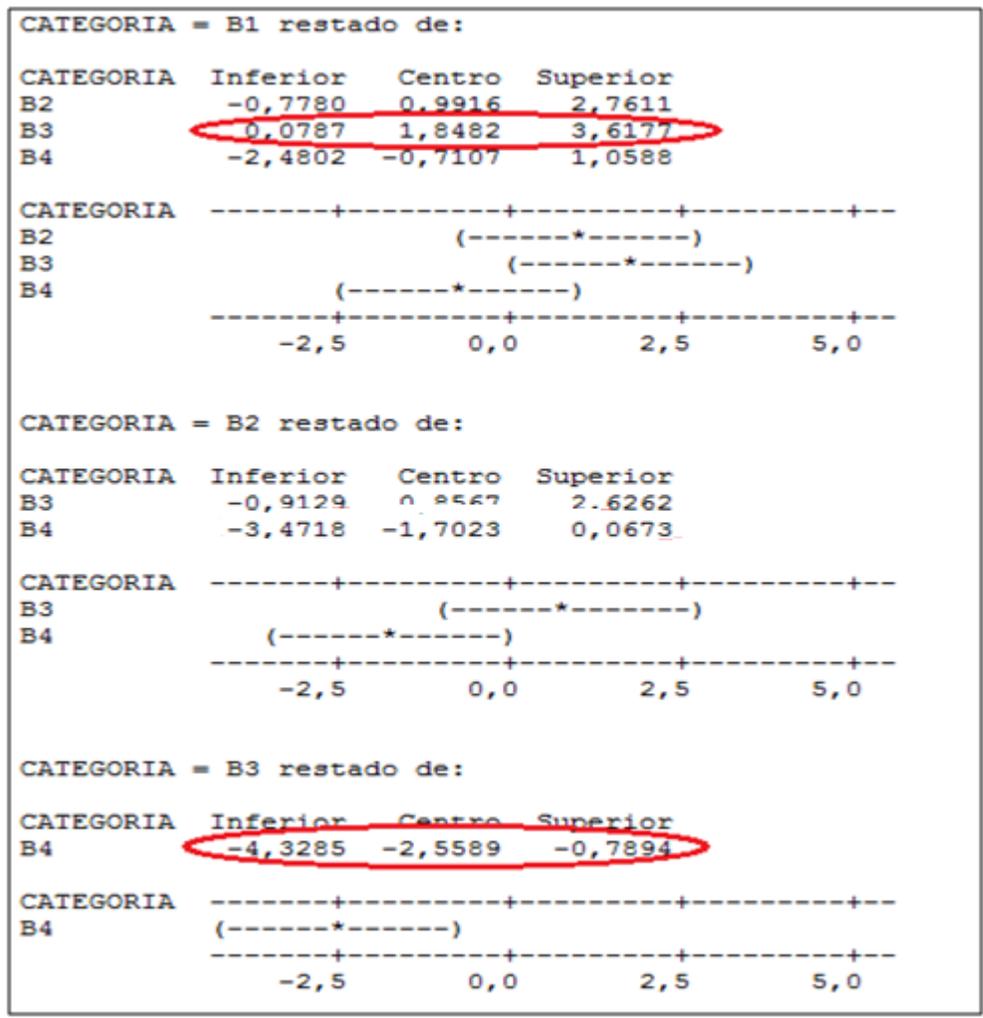


Fig. N°75. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.12.1 Interpretación de los resultados

La Fig. 70. muestra lo siguiente:

Histograma de residuos. En este caso el histograma represento barras en crecimiento irregular, esos puntos podrían ser valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa.

Residuos versus valores ajustados. Se observó una dispersión regular al encontrar puntos desde el valor ajustado hasta el residuo.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos, lo cual esto se demostró a través de los picos homogéneos observados.

En conclusión la **Fig. 70.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 71 y 72, los valores de los tratamientos B1, B2, B3, B4 son similares, no muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento, sin embargo el tratamiento B3 al tener mayor presión sonora es diferente que B1, B2, B4.

8.12.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 73 el valor p (0.004) para los diferentes tratamientos muestra que hay diferencia significativa suficiente entre las medias, indicando de esta forma que B3 es diferente de los demás tratamientos cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.12.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.74, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que todos los tratamientos son similares, sin embargo podemos deducir que el tratamiento B3 es el más ruidoso ya que el límite superior de su intervalo de confianza es mayor que de los otros tratamientos.

8.12.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig. 75 nos muestra.

La media del tratamiento B1, restada de las medias de los tratamientos B2, B3 y B4: Las medias de los tratamientos B1 y B3 son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (0.0787, 1.8482, 3.6177) excluye a cero. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías B1 y B3 son estadísticamente diferentes.

La media del tratamiento B2 restada de las medias de los tratamientos B3 y B4: Las medias de los tratamientos B3 y B4 comparado con la media del tratamiento B2 no son estadísticamente diferentes, porque los intervalos de confianza para estas combinaciones de medias no excluyen a cero.

La media del tratamiento B3 restada de la media del tratamiento B4: Las medias de los tratamientos B3 y B4 son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (-4.3285, -2.5589, -0.7894) excluye cero. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías B3 y B4 son estadísticamente diferentes.

8.13 Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Luis Cordero.

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 5 clases de tratamientos que nos indican las intersecciones como se muestra en la tabla N°25.

Categoría	Calle
C1	Luis Cordero entre Presidente Córdova y Mariscal Sucre
C2	Luis Cordero entre Calle Larga y Honorato Vásquez
C3	Luis Cordero entre Calle Larga y Juan Jaramillo
C4	Luis Cordero entre Honorato Vásquez y Juan Jaramillo
C5	Luis Cordero entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo

Tabla N°25. Fuente: Autores, Categorías de calles según su intersección, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu_{C1} = \mu_{C2} = \mu_{C3} = \mu_{C4} = \mu_{C5}$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$C1, C2, C3, C4, C5 = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 76, 77, 78, 79, 80, 81.

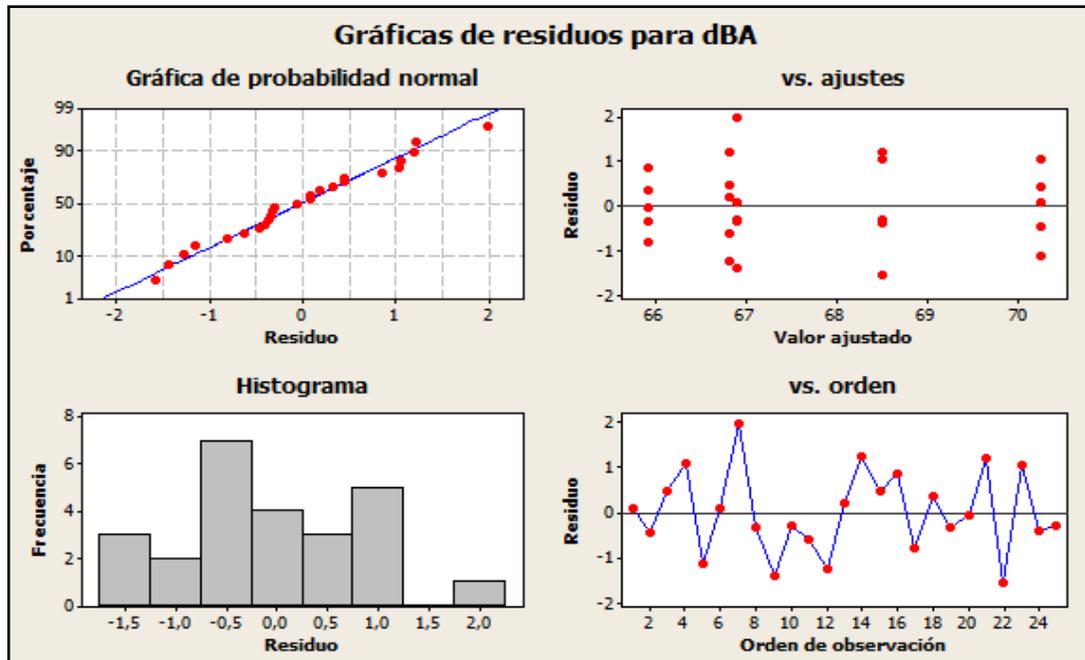


Fig. N°76. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

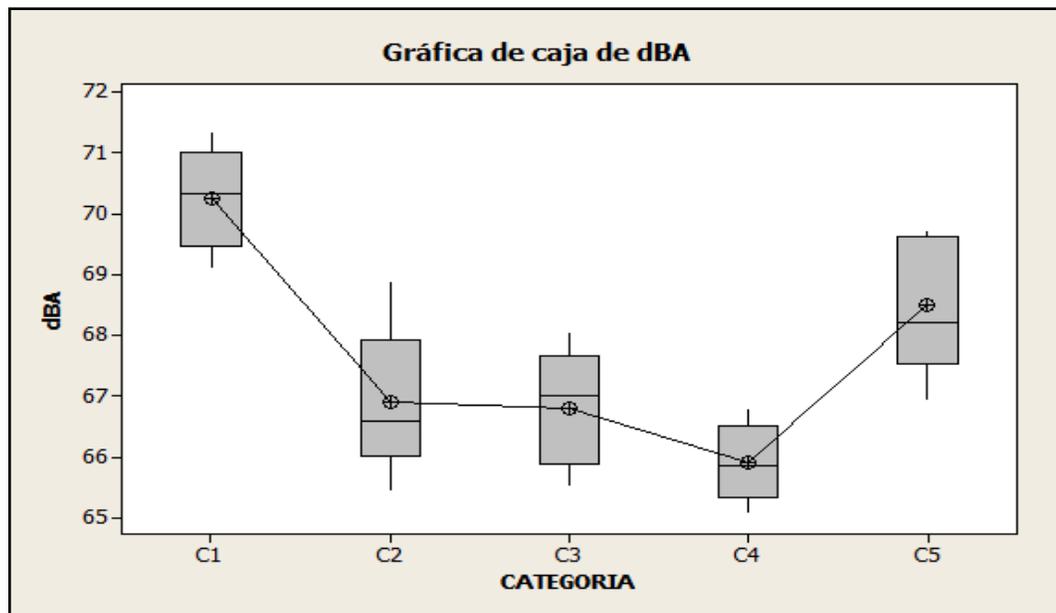


Fig. N°77. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

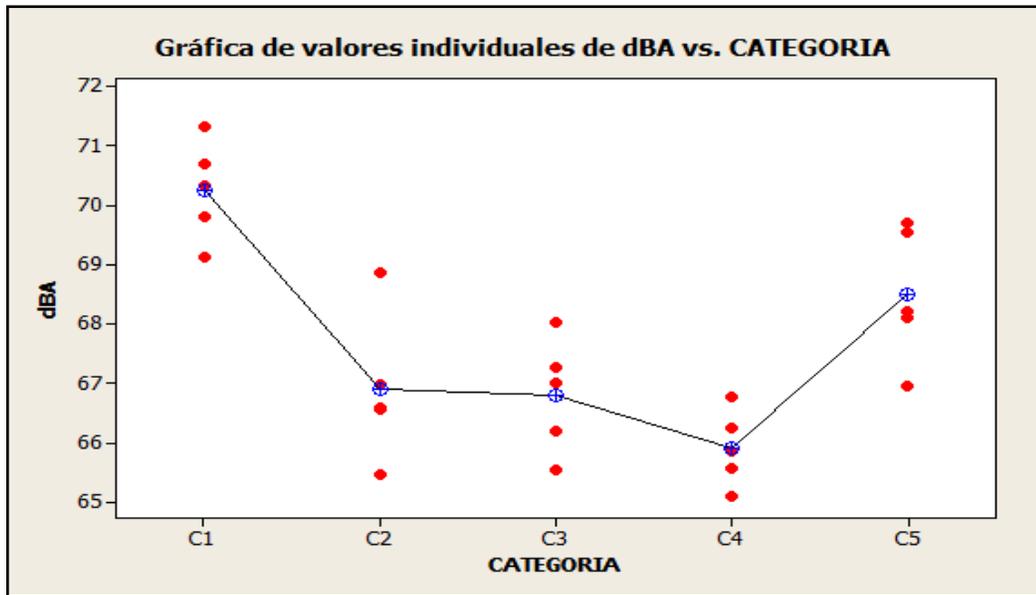


Fig. N°78. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

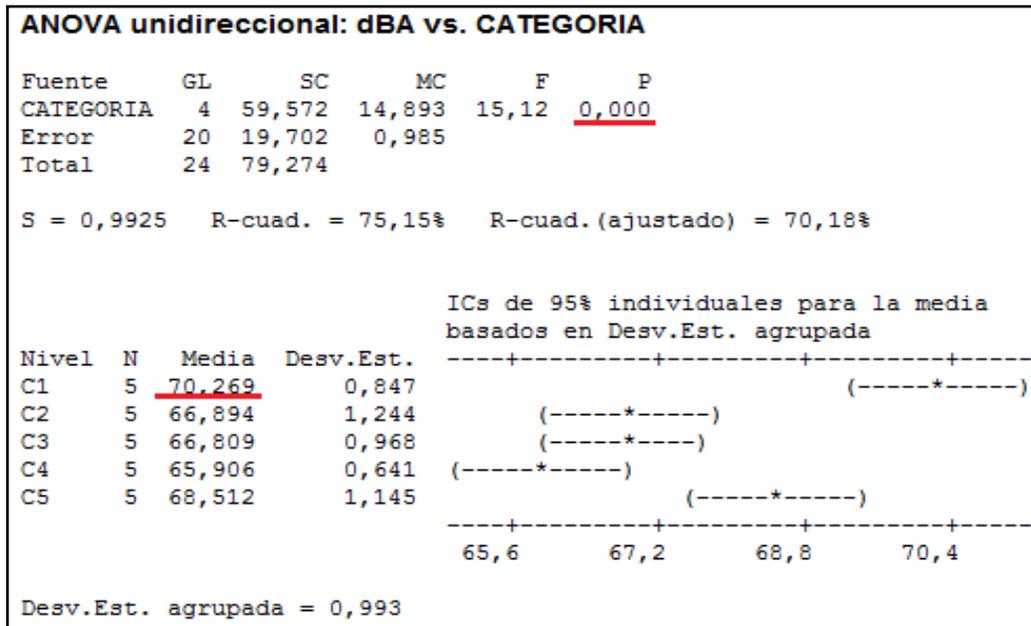


Fig. N°79. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

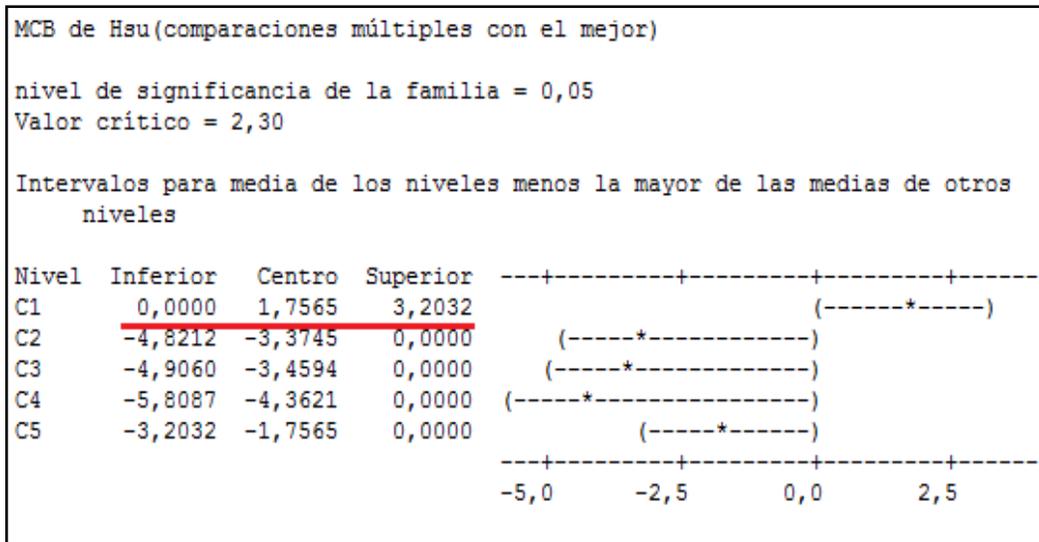


Fig. N°80. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

8.13.1 Interpretación de los resultados

La **Fig. 76.** muestra lo siguiente:

Histograma de residuos. En este caso el histograma represento barras en crecimiento irregular, esos puntos podrían ser valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa.

Residuos versus valores ajustados. Se observo una dispersión regular al encontrar puntos desde el valor ajustado hasta el residuo.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos, lo cual esto se demostró a través de los picos homogéneos observados.

En conclusión la **Fig. 76.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 77 y 78, los valores de los tratamientos C1, C2, C3, C4, C5, no son similares, no muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento, sin embargo el tratamiento C1 al tener mayor presión sonora es diferente que C2, C3, C4, C5.

8.13.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 79 el valor p (0.000) para los diferentes tratamientos muestra que hay diferencia significativa suficiente entre las medias, indicando de esta forma que C1 es diferente de los demás tratamientos cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.13.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.80, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que el tratamiento C1 es el más ruidoso y diferente de todos ya que su intervalo de confianza es mayor que 0.

8.13.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig. 81 muestra.

La media del tratamiento C1, restada de las medias de los tratamientos C2, C3, C4, C5: Las medias de los tratamientos C2, C3, C4 comparado con la media del tratamiento C1 son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero, no así C1 y C5.

La media del tratamiento C2 restada de las medias de los tratamientos C3 y C4, C5: Las medias de los tratamientos C2, C3, C4 y C5 no son estadísticamente diferentes, porque los intervalos de confianza para estas combinaciones de medias no excluyen a cero.

La media del tratamiento C3 restada de las medias del tratamiento C4, C5: Las medias de los tratamientos C3, C4 y C5 no son estadísticamente diferentes, porque los intervalos de confianza para estas combinaciones de medias no excluyen a cero.

La media del tratamiento C4 restada de la media del tratamiento, C5: Las medias de los tratamientos C4 y C5 son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (0,7280 2,6056 4,4831) excluye cero. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías C4 y C5 son estadísticamente diferentes.

8.14 Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Antonio Borrero.

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 4 clases de tratamientos que nos indican las intersecciones como se muestra en la tabla N°26.

Categoría	Calle
D1	Antonio Borrero entre Mariscal Sucre y Presidente Córdova
D2	Antonio Borrero entre Honorato Vásquez y Juan Jaramillo
D3	Antonio Borrero entre Honorato Vásquez y Calle Larga
D4	Antonio Borrero entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo

Tabla N°26. Fuente: Autores, Categorías de calles según su intersección, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu_{D1} = \mu_{D2} = \mu_{D3} = \mu_{D4}$$

Donde:

$$\mu = \text{media.}$$

$D1, D2, D3, D4 =$ Diferentes tratamientos o categorías

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 82, 83, 84, 85, 86, 87.

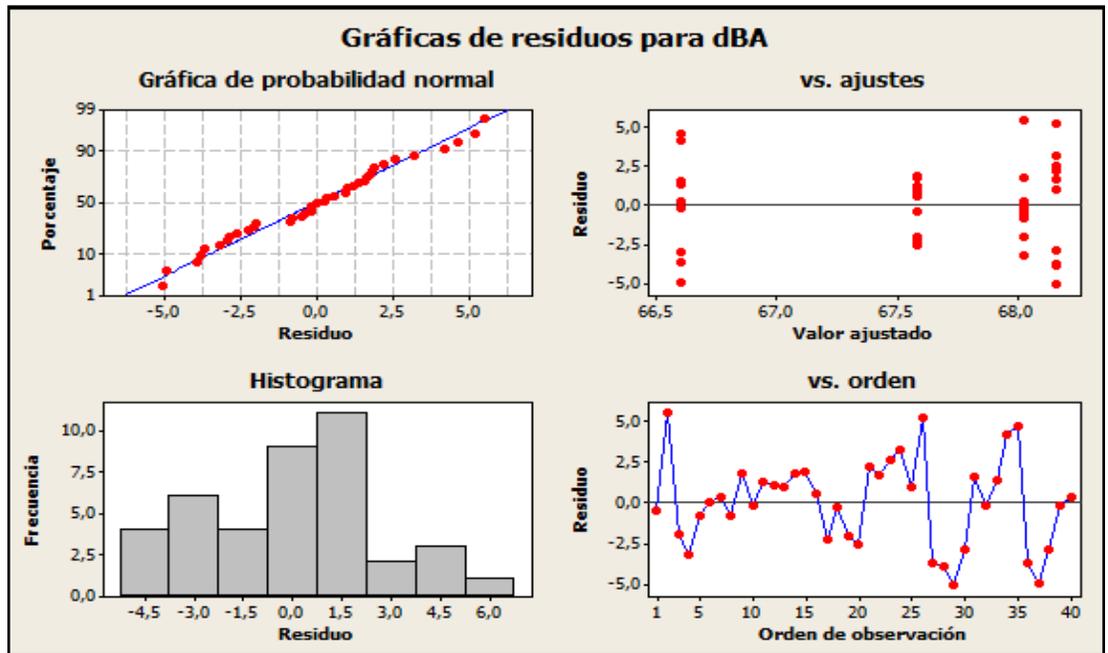


Fig. N°82. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

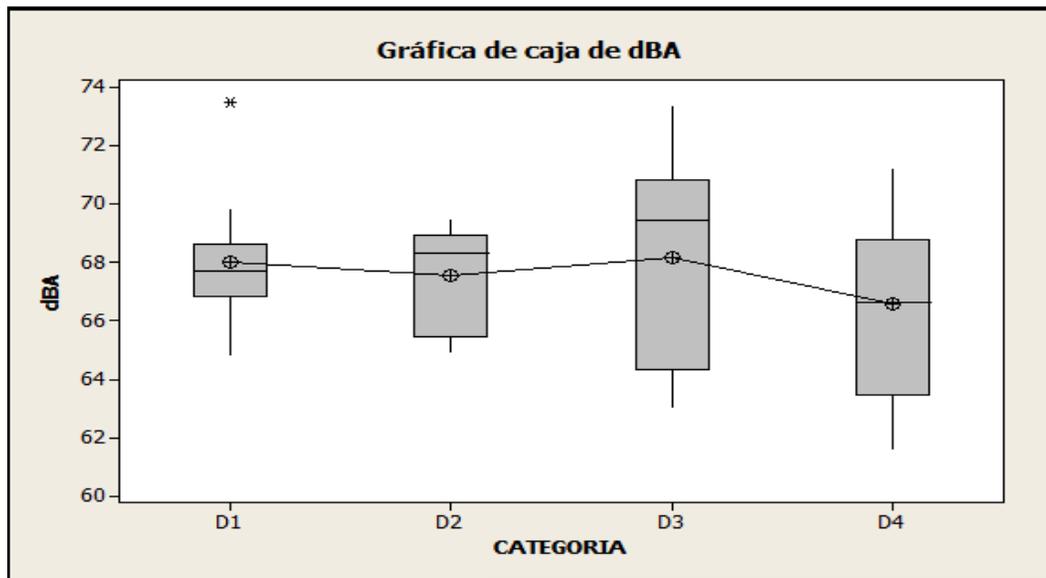


Fig. N°83. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

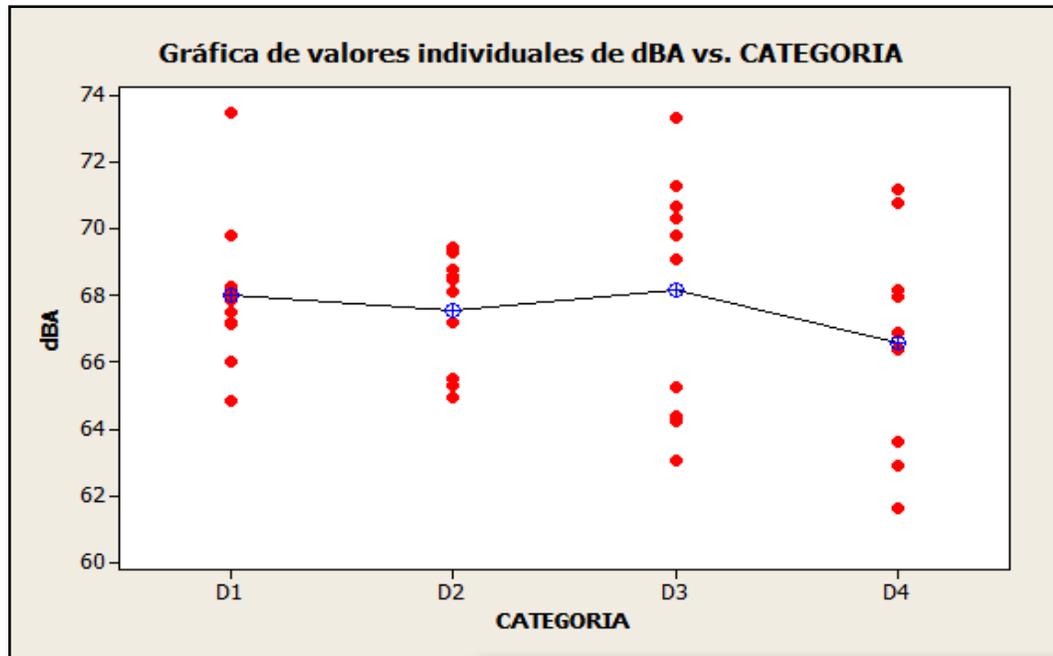


Fig. N°84. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

ANOVA unidireccional: dBA vs. CATEGORÍA

Fuente	GL	SC	MC	F	P
CATEGORÍA	3	15,00	5,00	0,64	<u>0,597</u>
Error	36	283,52	7,88		
Total	39	298,52			

S = 2,806 R-cuad. = 5,03% R-cuad. (ajustado) = 0,00%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.
D1	10	68,026	2,345
D2	10	67,588	1,720
D3	10	<u>68,165</u>	3,599
D4	10	66,601	3,177

Desv.Est. agrupada = 2,806

Fig. N°85. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

8.14.1 Interpretación de los resultados

La **Fig. 82.** muestra lo siguiente:

Histograma de residuos. En este caso el histograma represento barras en crecimiento irregular, esos puntos podrían ser valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa.

Residuos versus valores ajustados. Se observo una dispersión regular al encontrar puntos desde el valor ajustado hasta el residuo.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos, lo cual esto se demostró a través de los picos homogéneos observados.

En conclusión la **Fig. 82.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 83 y 84, los valores de los tratamientos D1, D2, D3, D4, son similares, no muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento, sin embargo el tratamiento D3 al tener mayor presión sonora es diferente que D1, D2, D4.

8.14.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 85 el valor p (0.597) para los diferentes tratamientos muestra que no hay diferencia significativa suficiente entre las medias de los demás tratamientos cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.14.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.86, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que el tratamiento D1, D2, D4 son similares, y que el más ruidoso de los tratamientos es D3 diferente de todos ya que su intervalo de confianza es el más cercano a ser mayor a 0.

8.14.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig. 87

La media del tratamiento D1, restada de las medias de los tratamientos D2, D3, D4: Las medias de los tratamientos D1, D2, D3, y D4 son estadísticamente similares, porque los intervalos de confianza para estas combinaciones de medias no excluyen a cero.

La media del tratamiento D2 restada de las medias de los tratamientos D3 y D4: Las medias de los tratamientos D2, D3, D4 son estadísticamente similares, porque los intervalos de confianza para estas combinaciones de medias incluyen a cero.

La media del tratamiento D3 restada de la media del tratamiento D4: Las medias de los tratamientos D3 y D4 son estadísticamente similares, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (-4,946 -1,565 1,816) incluye cero.

8.15 Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Hermano Miguel.

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 4 clases de tratamientos que nos indican las intersecciones como se muestra en la tabla N°27.

Categoría	Calle
E1	Hermano Miguel entre Calle Larga y Honorato Vásquez
E2	Hermano Miguel entre Presidente Córdoba y Mariscal Sucre
E3	Hermano Miguel entre Juan Jaramillo y Presidente Córdoba
E4	Hermano Miguel entre Honorato Vásquez y Juan Jaramillo

Tabla N°27. Fuente: Autores, Categorías de calles según su intersección, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu E1 = \mu E2 = \mu E3 = \mu E4$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$E1, E2, E3, E4 = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 88, 89, 90, 91, 92, 93

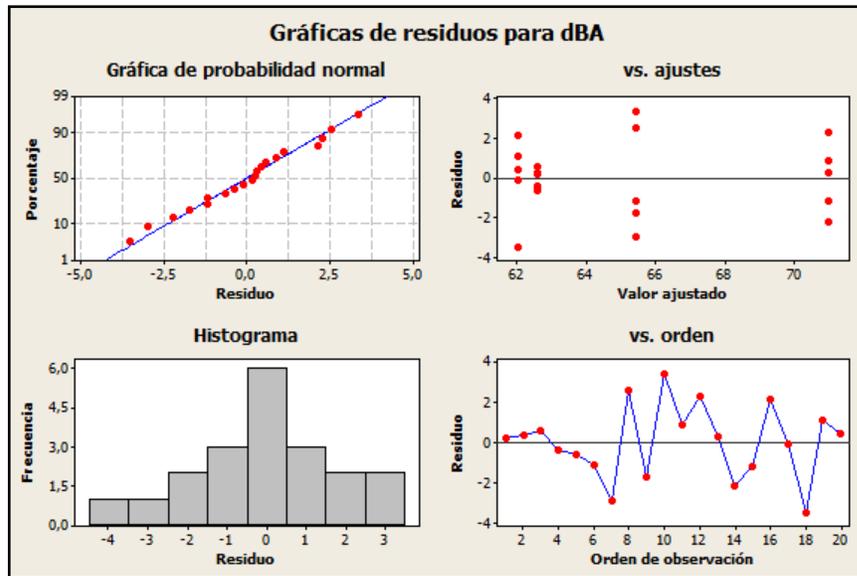


Fig. N°88. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

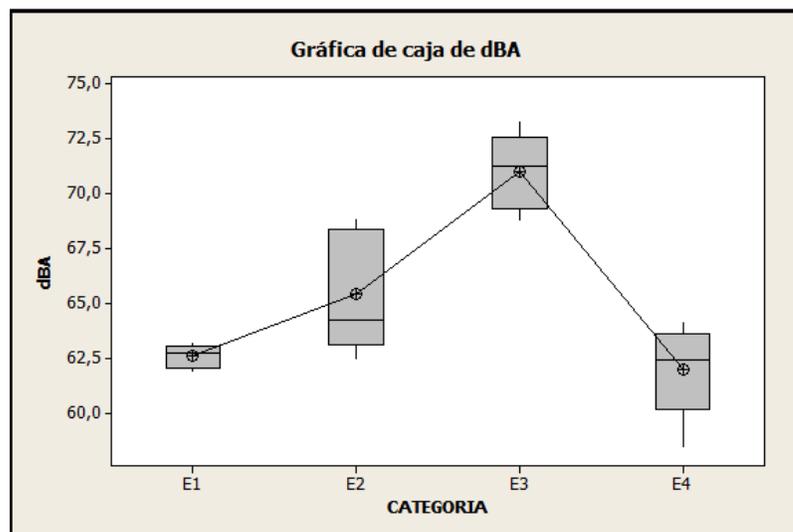


Fig. N°89. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

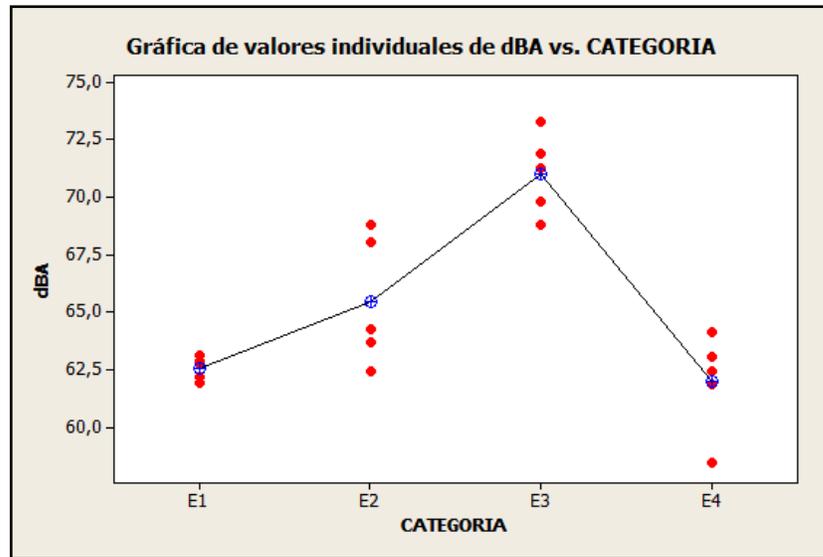


Fig. N°90. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

ANOVA unidireccional: dBA vs. CATEGORÍA

Fuente	GL	SC	MC	F	P
CATEGORÍA	3	255,50	85,17	21,62	<u>0,000</u>
Error	16	63,03	3,94		
Total	19	318,53			

S = 1,985 R-cuad. = 80,21% R-cuad. (ajustado) = 76,50%

Nivel	N	Media	Desv.Est.	ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada
E1	5	62,586	0,503	(-----*-----)
E2	5	65,452	2,795	(-----*-----)
E3	5	<u>71,030</u>	1,762	(-----*-----)
E4	5	62,001	2,141	(-----*-----)

Desv.Est. agrupada = 1,985

Fig. N°91. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

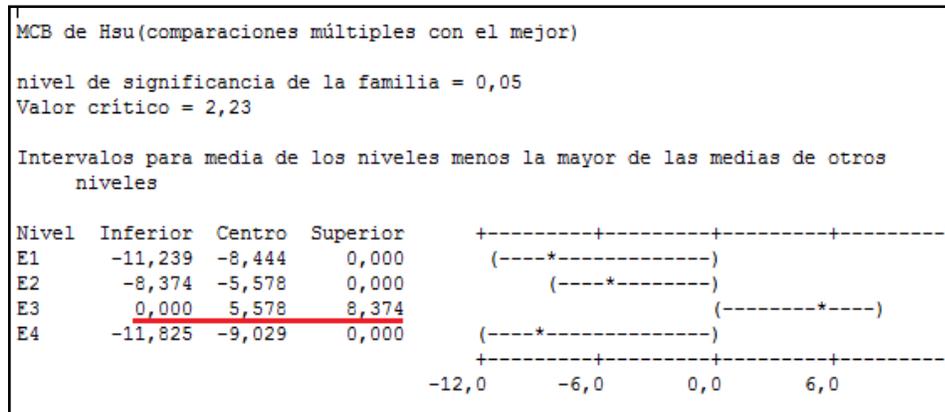


Fig. N°92. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

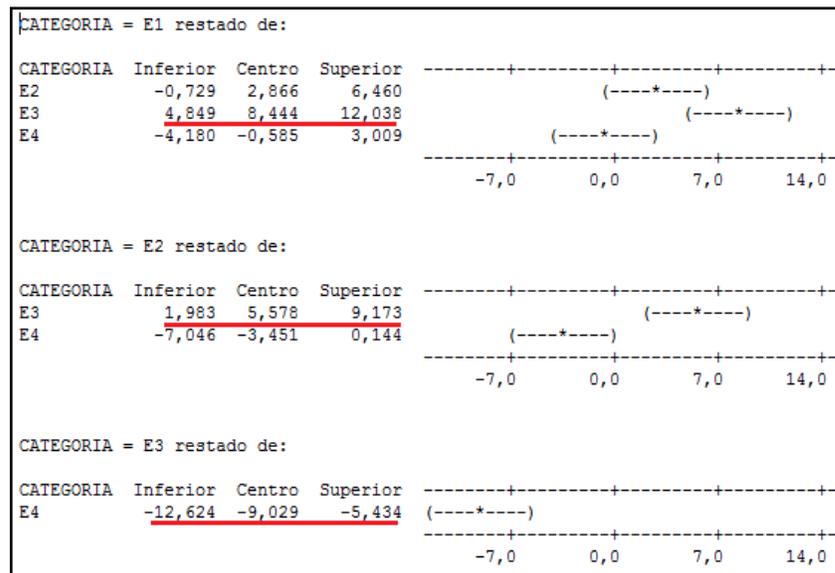


Fig. N°93. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.15.1 Interpretación de los resultados

La Fig. 88. muestra lo siguiente:

Histograma de residuos. En este caso el histograma represento con un crecimiento normal lo cual nos habla de que los puntos fueron tomados correctamente.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa.

Residuos versus valores ajustados. Se observó una dispersión regular al encontrar puntos desde el valor ajustado hasta el residuo de forma vertical.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos, lo cual demostró normalidad a través de los picos homogéneos observados.

En conclusión la **Fig. 88.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 89 y 90, los valores de los tratamientos E1, E2, E3, E4, no son similares, no muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento, sin embargo el tratamiento E3 al tener mayor presión sonora es diferente que E1, E2, E4.

8.15.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 91 el valor p (0.000) para los diferentes tratamientos muestra que hay diferencia significativa suficiente entre las medias, indicando de esta forma que E3 es diferente de los demás tratamientos cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.15.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.92, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que el tratamiento E3 es el más ruidoso y diferente de todos ya que su intervalo de confianza es mayor que 0.

8.15.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig.93 muestra:

La media del tratamiento E1, restada de las medias de los tratamientos E2, E3, E4: Las medias de los tratamientos E1 y E3 son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (4,849 - 8,444 - 12,038) excluye a cero. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías E1 y E3 son estadísticamente diferentes.

La media del tratamiento E2 restada de las medias de los tratamientos E3, E4, : Las medias de los tratamientos E2 y E3 son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (1,983 - 5,578 - 9,173) excluye cero. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías E2 y E3 son estadísticamente diferentes.

La media del tratamiento E3 restada de las medias del tratamiento E4: Las medias de los tratamientos E3 y E4 son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (-12,624 - -9,029 - -5,434) excluye cero. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías E3 y E4 son estadísticamente diferentes.

8.16 Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Mariano Cueva.

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 3 clases de tratamientos que nos indican las intersecciones como se muestra en la tabla N°28.

Categoría	Calle
F1	Mariano Cueva entre Honorato Vásquez y Juan Jaramillo
F2	Mariano Cueva entre Honorato Vásquez y Calle Larga
F3	Mariano Cueva entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo

Tabla N°28. Fuente: Autores, Categorías de calles según su intersección, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu F1 = \mu F2 = \mu F3$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$F1, F2, F3 = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 94, 95, 96, 97, 98, 99.

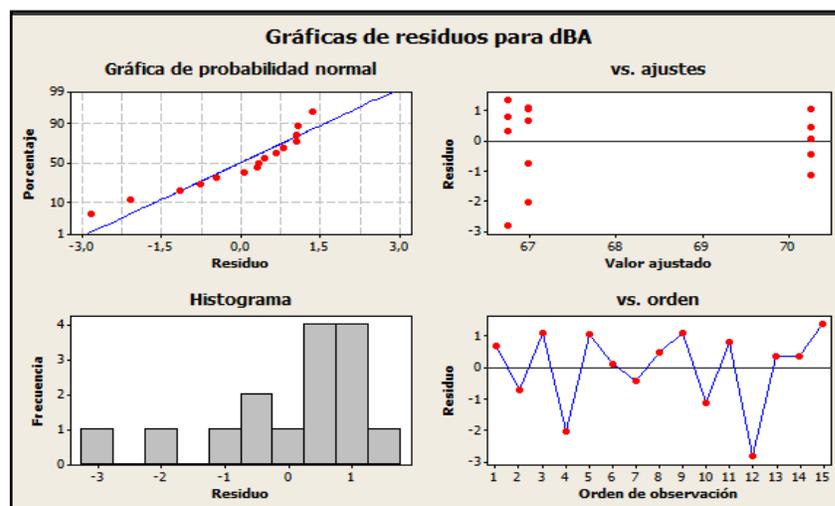


Fig. N°94. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

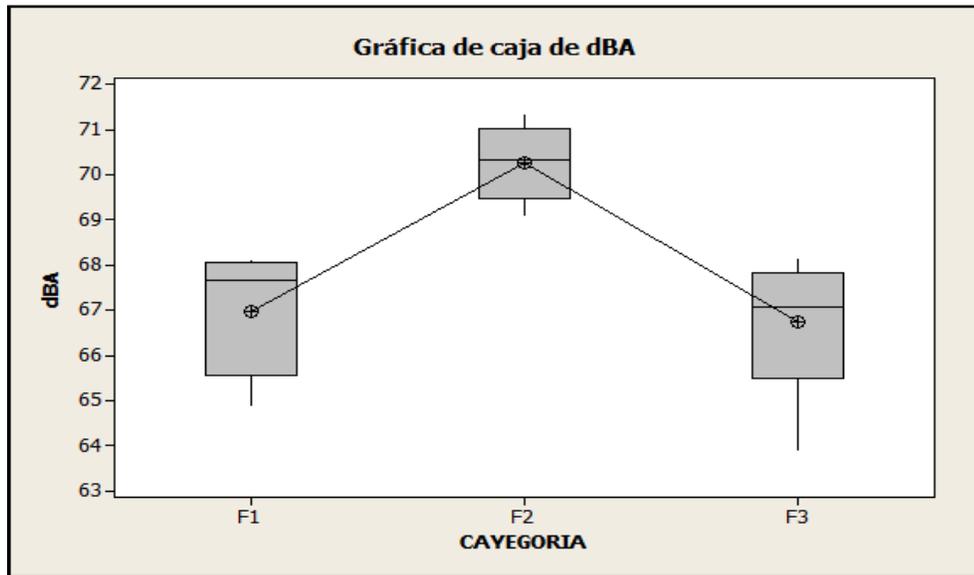


Fig. N°95. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

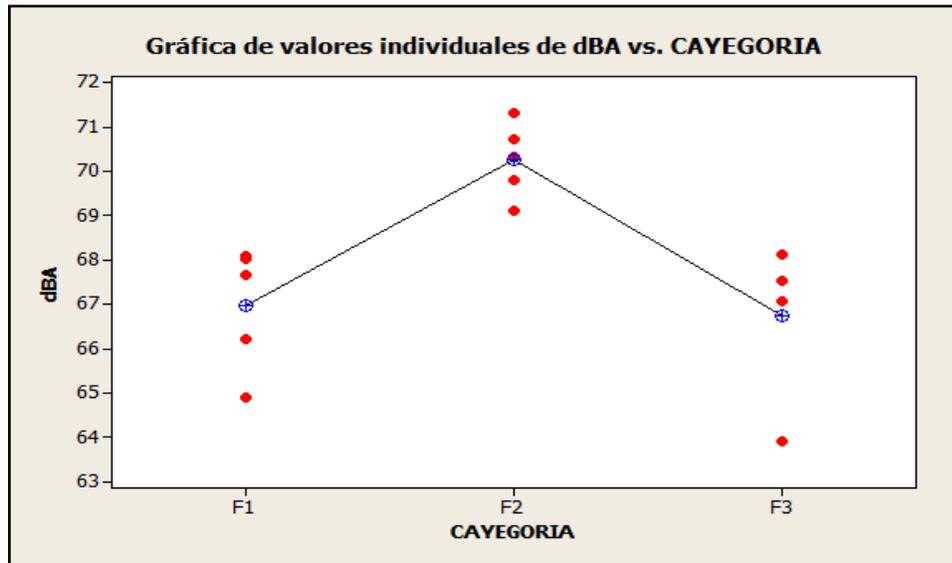


Fig. N°96. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

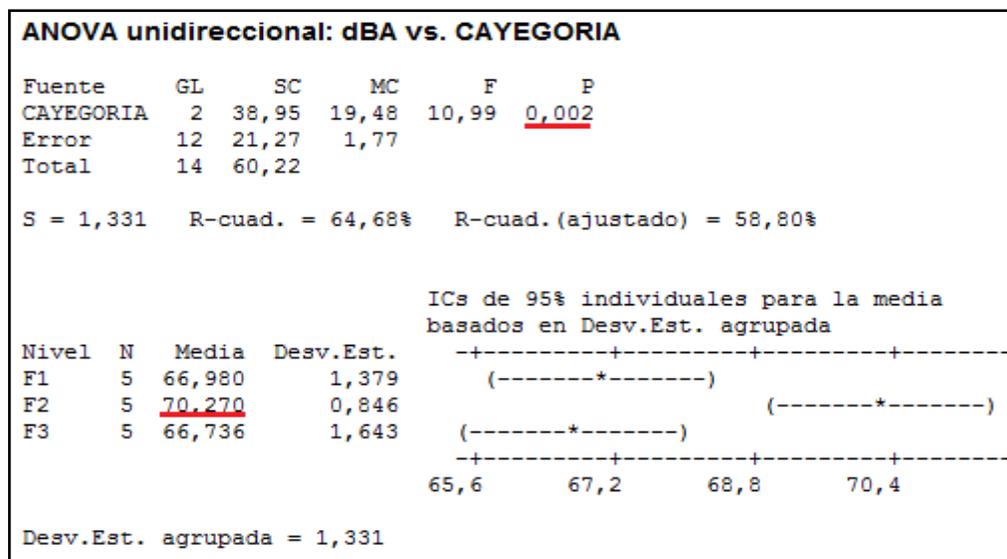


Fig. N°97. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

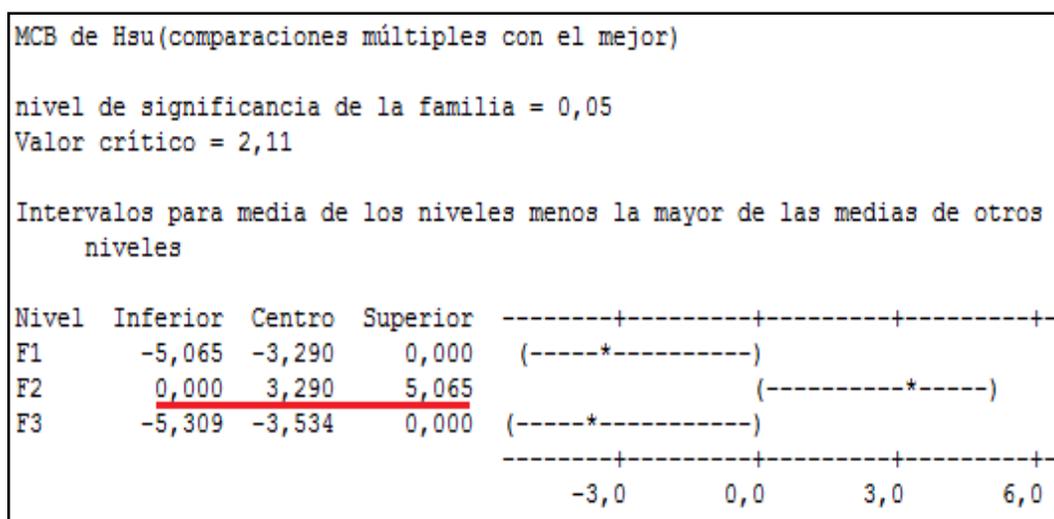


Fig. N°98. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

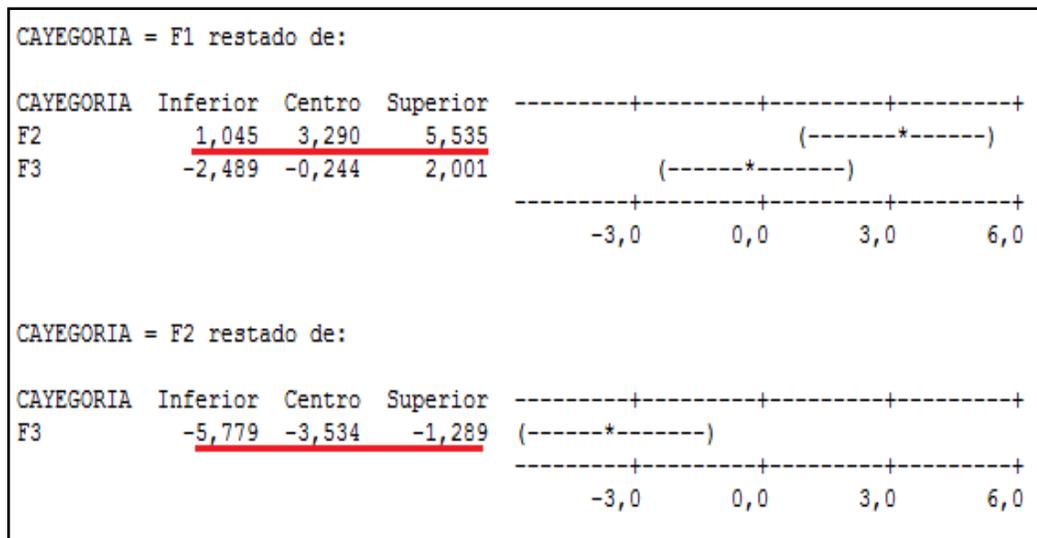


Fig. N°99. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.16.1 Interpretación de los resultados

La Fig. 94. muestra lo siguiente:

Histograma de residuos. En este caso el histograma represento con un crecimiento anormal, algunas de las barras se encuentran distanciadas lo cual nos habla de que los puntos podrían ser datos atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa.

Residuos versus valores ajustados. Se observo una dispersión regular al encontrar puntos desde el valor ajustado hasta el residuo de forma vertical.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos, lo cual demostró normalidad a través de los picos homogéneos observados.

En conclusión la **Fig. 94.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 95 y 96, los valores de los tratamientos F1, F2, F3, no son similares, no muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento, sin embargo el tratamiento F2 al tener mayor presión sonora es diferente que F1, F3.

8.16.1.1 ANOVA.

En la tabla de ANOVA de la Fig. 97 el valor p (0.002) para los diferentes tratamientos muestra que hay diferencia significativa suficiente entre las medias, indicando de esta forma que F2 es diferente de los demás tratamientos cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.16.1.2 Comparaciones MCB de Hsu.

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.98, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que el tratamiento F2 es el más ruidoso y diferente de todos ya que su intervalo de confianza es mayor que 0.

8.16.1.3 Comparaciones de Tukey.

Según la Fig. 99 muestra.

La media del tratamiento F1, restada de las medias de los tratamientos F2, F3: Las medias de los tratamientos F1 y F2 son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (1,045 3,290 5,535) excluye a cero. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías F1 y F2 son estadísticamente diferentes.

La media del tratamiento F2 restada de las medias de los tratamientos F3: Las medias de los tratamientos F2 y F3 son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (-5,779 -3,534 -1,289) excluye cero. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías F2 y F3 son estadísticamente diferentes.

8.17 Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones en la calle Vargas Machuca.

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 4 clases de tratamientos que nos indican las intersecciones como se muestra en la tabla N°29.

Categoría	Calle
G1	Vargas Machuca entre Presidente Córdova y Mariscal Sucre
G2	Vargas Machuca entre Calle Larga y Alfonso Jerves
G3	Vargas Machuca entre Alfonso Jerves y Honorato Vásquez
G4	Vargas Machuca entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo

Tabla N°29. Fuente: Autores, Categorías de calles según su intersección, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu_{G1} = \mu_{G2} = \mu_{G3} = \mu_{G4}$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$G1, G2, G3, G4 = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 100, 101, 102, 103, 104, 105.

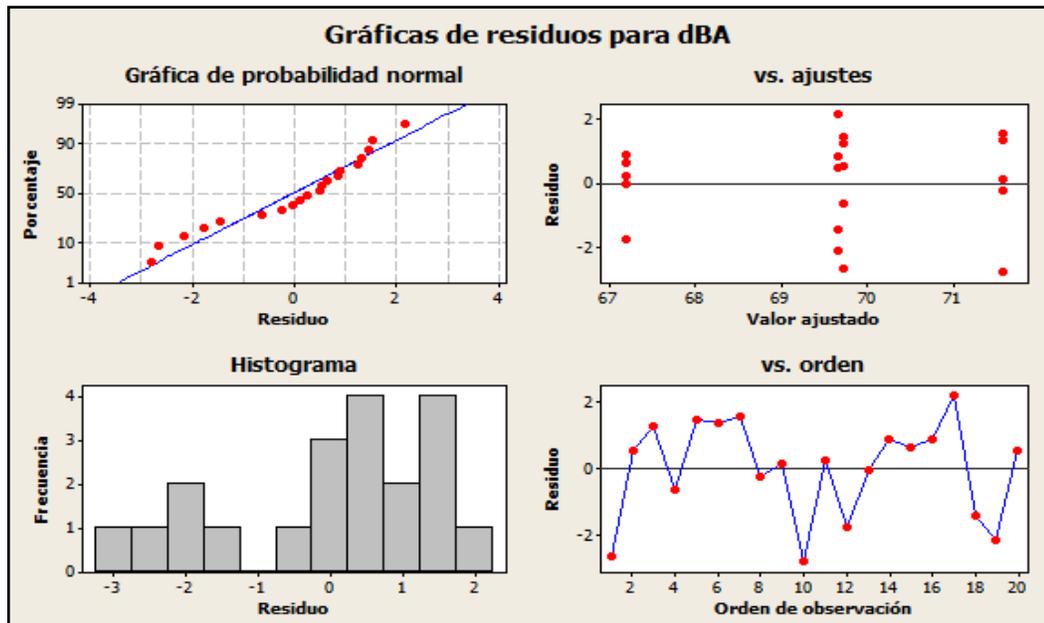


Fig. N°100. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

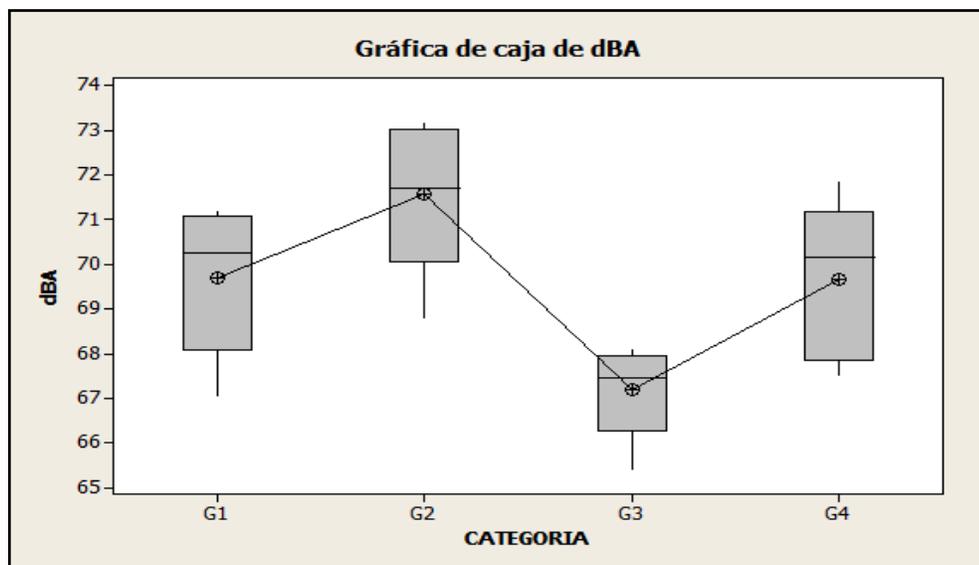


Fig. N°101. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

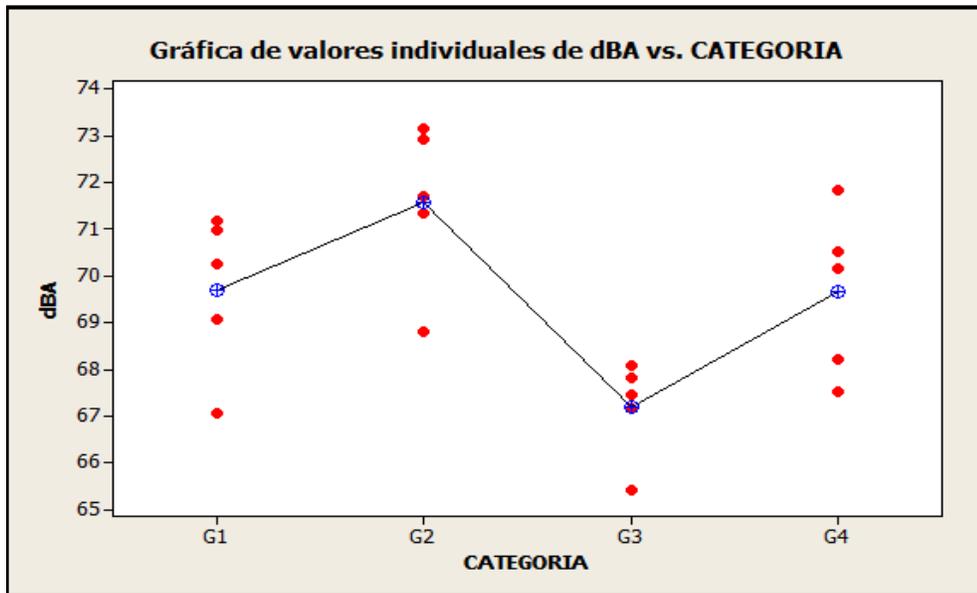


Fig. N°102. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

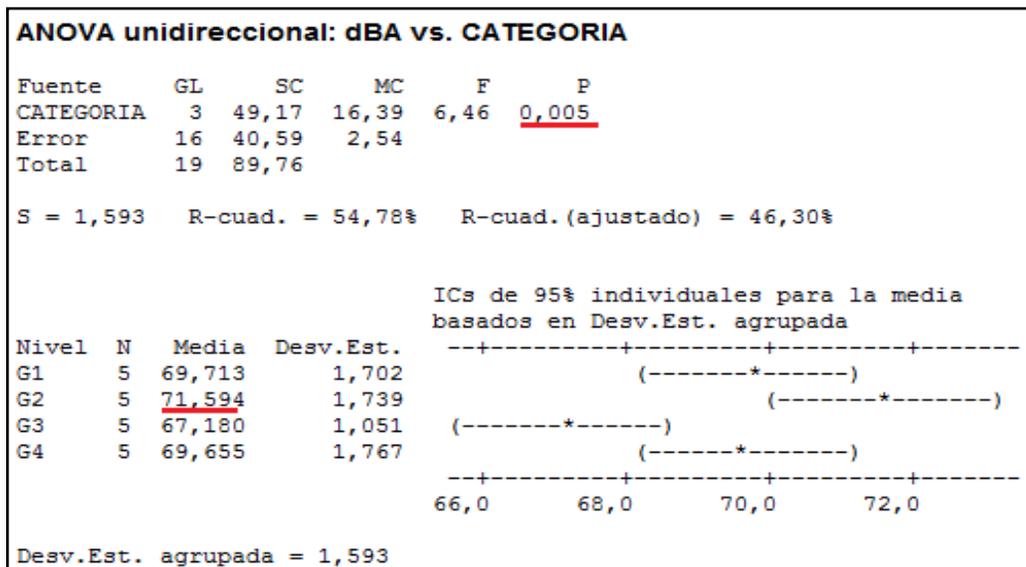


Fig. N°103. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

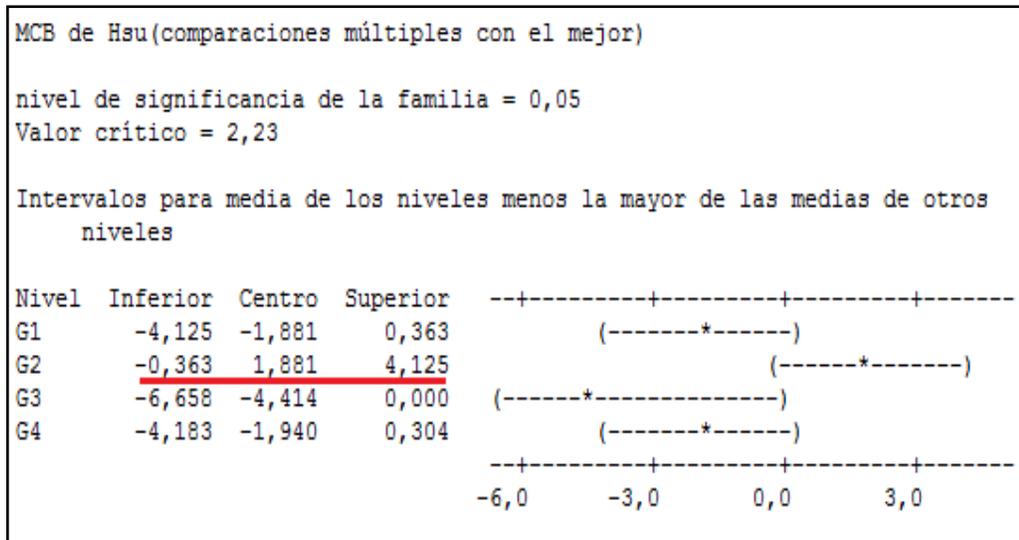


Fig. N°104. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

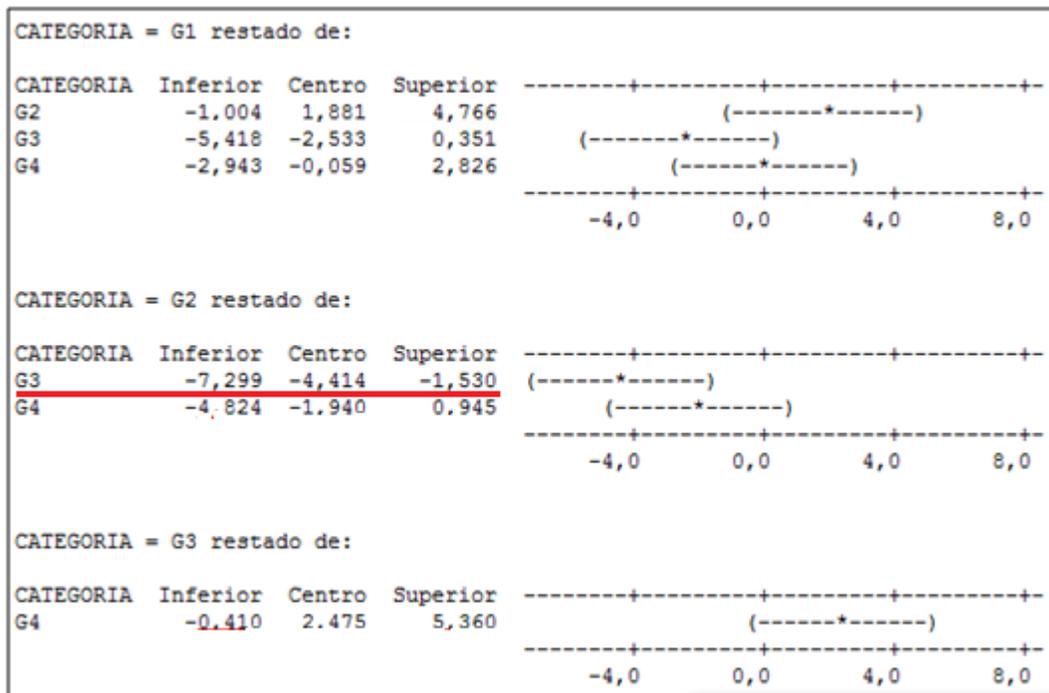


Fig. N°105. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.17.1 Interpretación de los resultados

La **Fig. 100.** muestra lo siguiente:

Histograma de residuos. En este caso el histograma represento con un crecimiento normal con una cola larga que representa un distribución sesgada y por otro lado una barra que se distancia de las demás lo que representa valore atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa.

Residuos versus valores ajustados. Se observo una dispersión irregular al encontrar valores muy distanciados entre unos y otros del valor ajustado.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos, lo cual demostró normalidad a través de los picos homogéneos observados.

En conclusión la **Fig. 100.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 101 y 102, los valores de los tratamientos G1, G2, G3, G4 no son similares, no muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento, sin embargo el tratamiento G2 al tener mayor presión sonora es diferente que G1, G3, G4.

8.17.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 103 el valor p (0.002) para los diferentes tratamientos muestra que hay diferencia significativa suficiente entre las medias, indicando de esta forma que G2 es de diferente de los demás tratamientos cuando alfa se establece en 0.05.

Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.17.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.104, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que todos los tratamientos son similares, sin embargo podemos deducir que el tratamiento G2 es el más ruidoso ya que de su intervalo de confianza su miembro superior es mayor que cero y mayor que en los otros tratamientos, esta información podemos confirmarla en el análisis ANOVA y ver que la mayor media es la de G2.

8.17.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig. 105 muestra

La media del tratamiento G1, restada de las medias de los tratamientos G2, G3, G4: Las medias de los tratamientos G1, G2, G3, G4 no son estadísticamente diferentes, porque los intervalos de confianza para estas combinaciones de medias no excluyen a cero.

La media del tratamiento G2 restada de las medias de los tratamientos G3 y G4: Las medias de los tratamientos G2 y G3 son estadísticamente diferentes, porque los intervalos de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento G3 restada de la media del tratamiento G4: Las medias de los tratamientos G3 y G4 no son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (-0,410 2,475 5,360) no excluye a cero. Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Mariscal Sucre.

8.18 Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones en la calle Mariscal Sucre.

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 5 clases de tratamientos que nos indican las intersecciones como se muestra en la tabla N°30

Categoría	Calle
I1	Mariscal Sucre entre Antonio Borrero y Hermano Miguel
I2	Mariscal Sucre entre Luis Cordero y Antonio Borrero
I3	Mariscal Sucre entre Hermano Miguel y Mariano Cueva
I4	Mariscal Sucre entre Padre Aguirre y Benigno Malo
I5	Mariscal Sucre entre Benigno Malo y Luis Cordero

Tabla N°30. Fuente: Autores, Categorías de calles según su intersección, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu I1 = \mu I2 = \mu I3 = \mu I4 = \mu I5$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$I1, I2, I3, I4, I5 = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 106, 107, 108, 109, 110, 111.

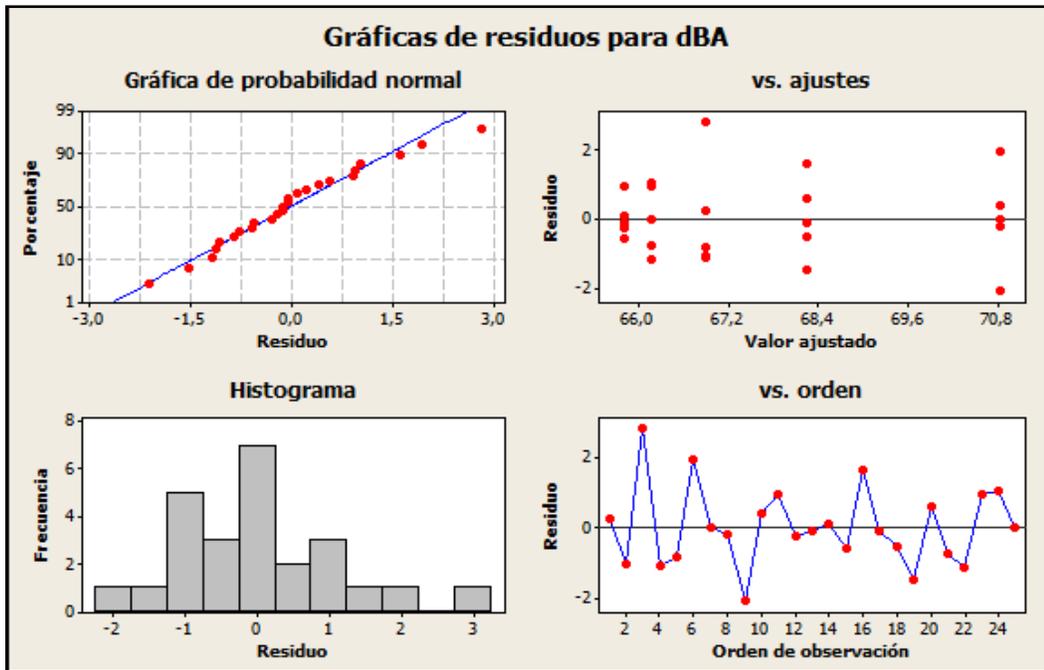


Fig. N°106. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

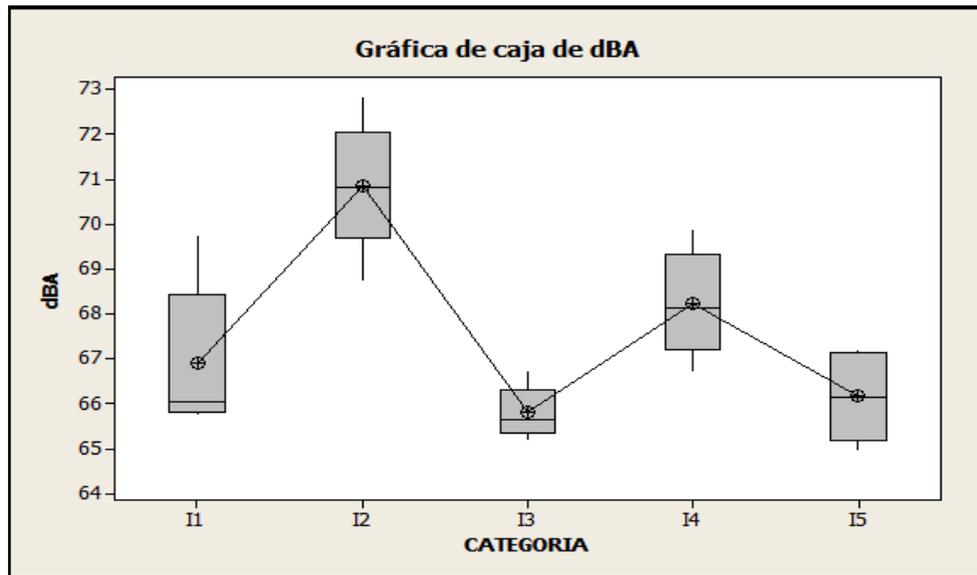


Fig. N°107. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

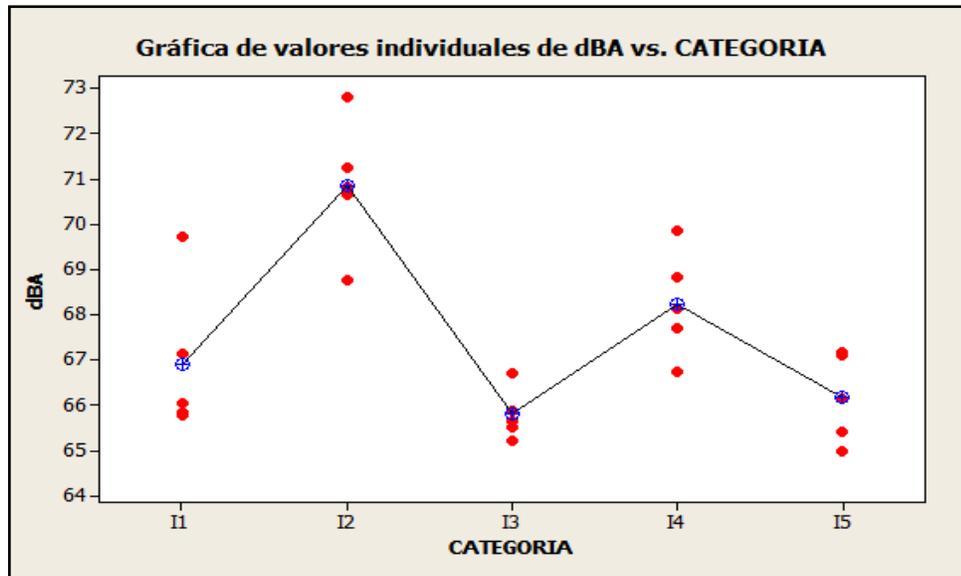


Fig. N°108. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

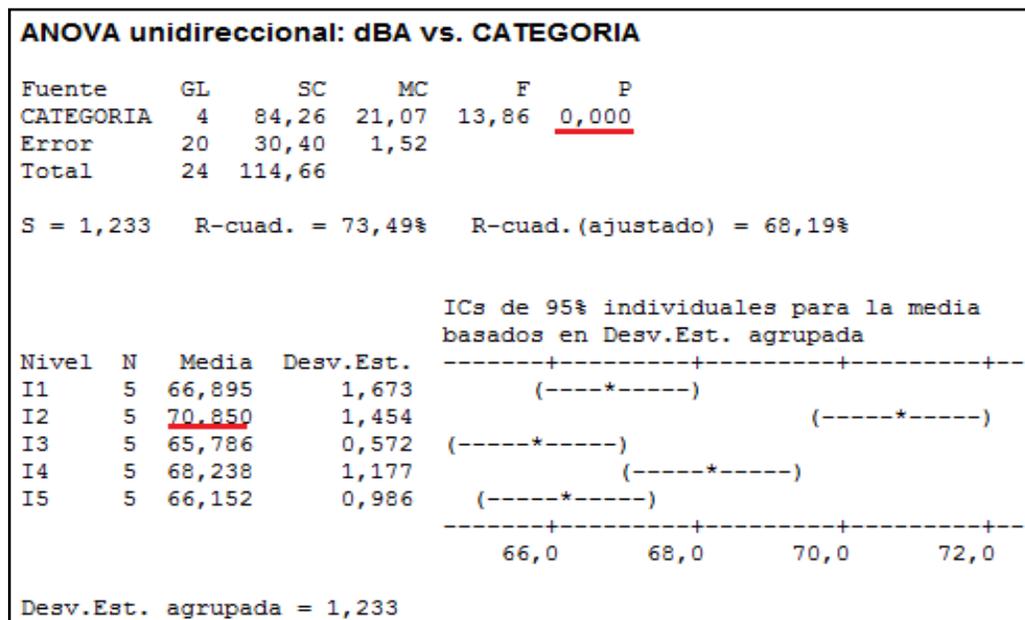


Fig. N°109. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

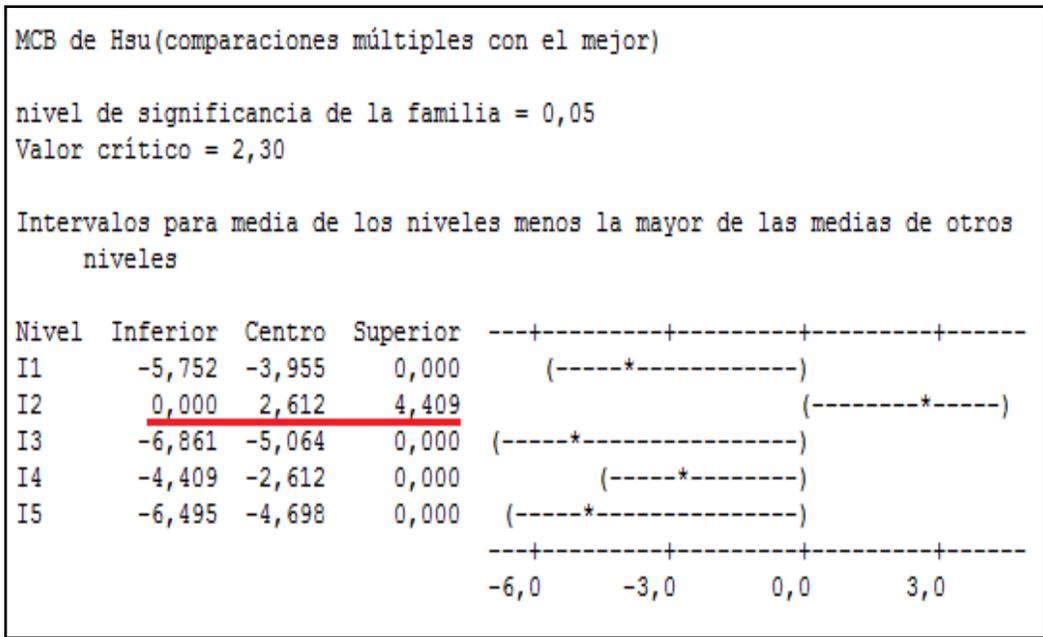


Fig. N°110. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

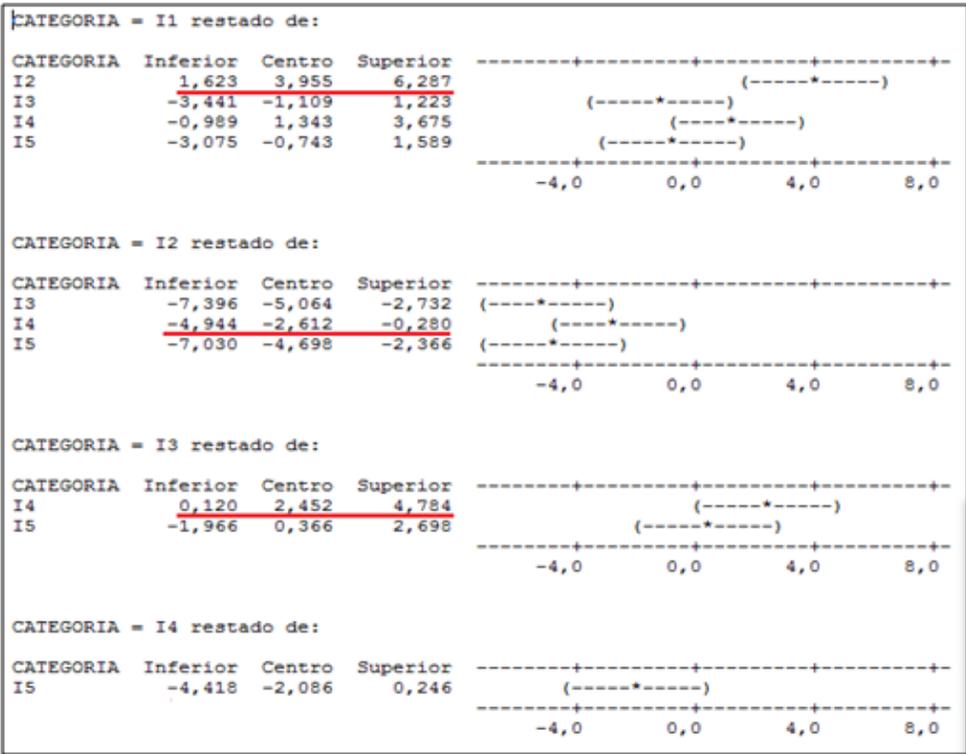


Fig. N°111. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.18.1 Interpretación de los resultados

La **Fig. 106.** muestra lo siguiente:

Histograma de residuos. En este caso el histograma represento con un crecimiento normal con una cola larga que representa un distribución sesgada y por otro lado una barra que se distancia de las demás, lo que representa valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa.

Residuos versus valores ajustados. Se observo una dispersión regular al encontrar valores distanciados entre unos y otros del valor ajustado.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos, lo cual demostró normalidad a través de los picos homogéneos observados.

En conclusión la **Fig. 106.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 107 y 108, los valores de los tratamientos I1, I2, I3, I4, I5 no son similares, no muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento, sin embargo el tratamiento I2 al tener mayor presión sonora es diferente que I1, I3, I4, I5.

8.18.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 109 el valor p (0.000) para los diferentes tratamientos muestra que hay diferencia significativa suficiente entre las medias, indicando de esta forma que I2 es de diferente de los demás tratamientos cuando alfa se establece en 0.05.

Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.18.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.110, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que el tratamiento I2 es el más ruidoso y diferente de todos ya que su intervalo de confianza es mayor que 0.

8.18.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig. 111

La media del tratamiento I1, restada de las medias de los tratamientos I2, I3, I4, I5: Las medias de los tratamientos I1 y I2 son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (1,623 3,955 6,287) excluye a cero. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías I1 y I2 son estadísticamente diferentes.

La media del tratamiento I2 restada de las medias de los tratamientos I3, I4, I5: Las medias de los tratamientos I2 y I4 son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (-4,944 -2,612 -0,280) excluye cero. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías I2 y I4 son estadísticamente diferentes.

La media del tratamiento I3 restada de las medias de los tratamientos I4, I5: Las medias de los tratamientos I3 y I4 son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias (0,120 2,452 4,784) excluye cero. Por lo

que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías I3 y I4 son estadísticamente diferentes.

La media del tratamiento I4 restada de la media del tratamiento I5: Las medias de los tratamientos I4 y I5 no son estadísticamente diferentes, porque el intervalo de confianza para esta combinación de medias no excluye a cero.

8.19 Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Presidente Córdova.

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 6 clases de tratamientos que nos indican las intersecciones como se muestra en la tabla N°31

Categoría	Calle
J1	Presidente Córdova entre Luis Cordero y Benigno Malo
J2	Presidente Córdova entre Padre Aguirre y Benigno Malo
J3	Presidente Córdova entre Vargas Machuca y Mariano Cueva
J4	Presidente Córdova entre Mariano Cueva y Hermano Miguel
J5	Presidente Córdova entre Antonio Borrero y Luis Cordero
J6	Presidente Córdova entre Hermano Miguel y Antonio Borrero

Tabla N°10. Fuente: Autores, Categorías de calles según su intersección, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu_{J1} = \mu_{J2} = \mu_{J3} = \mu_{J4} = \mu_{J5} = \mu_{J6}$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$J1, J2, J3, J4, J5, J6 = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 112, 113, 114, 115, 116, 117.

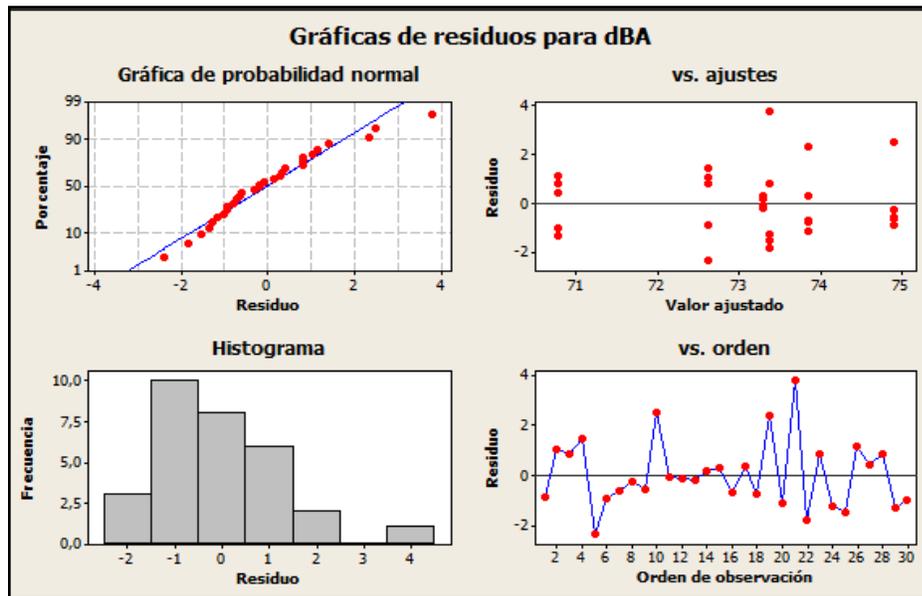


Fig. N°112. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

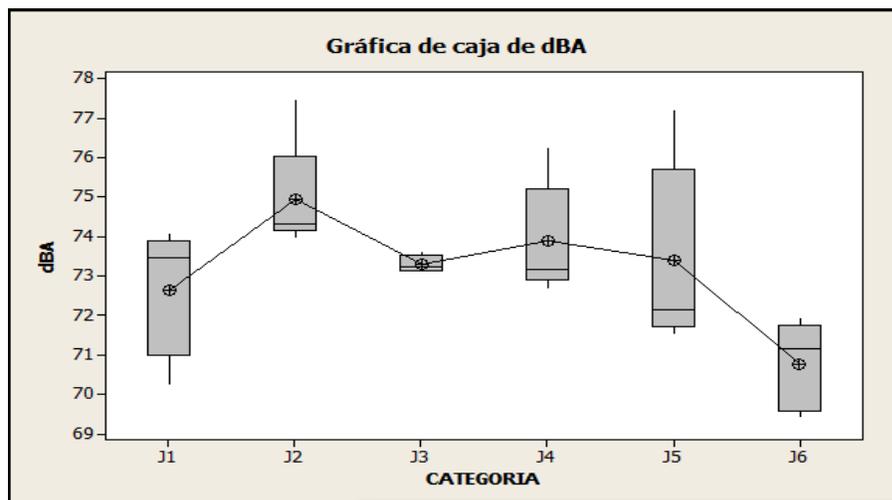


Fig. N°113. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

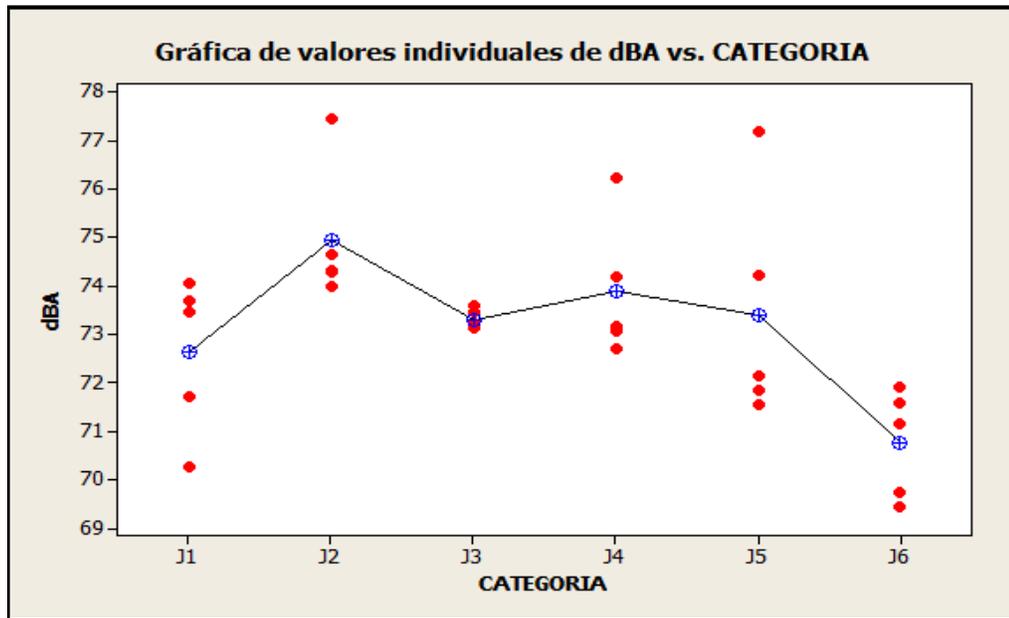


Fig. N°114. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

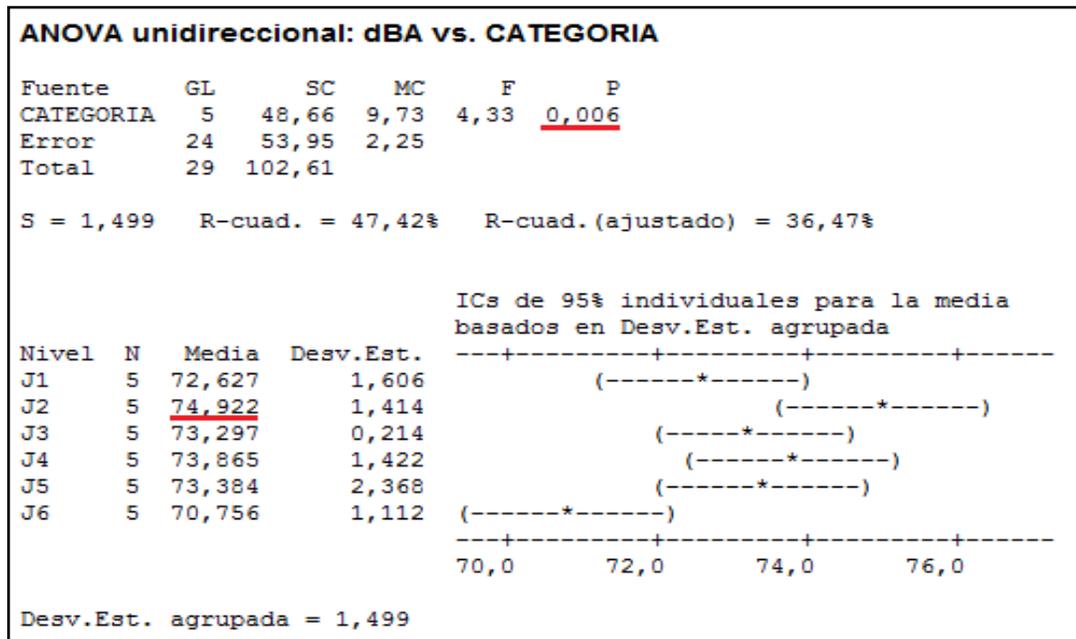


Fig. N°115. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

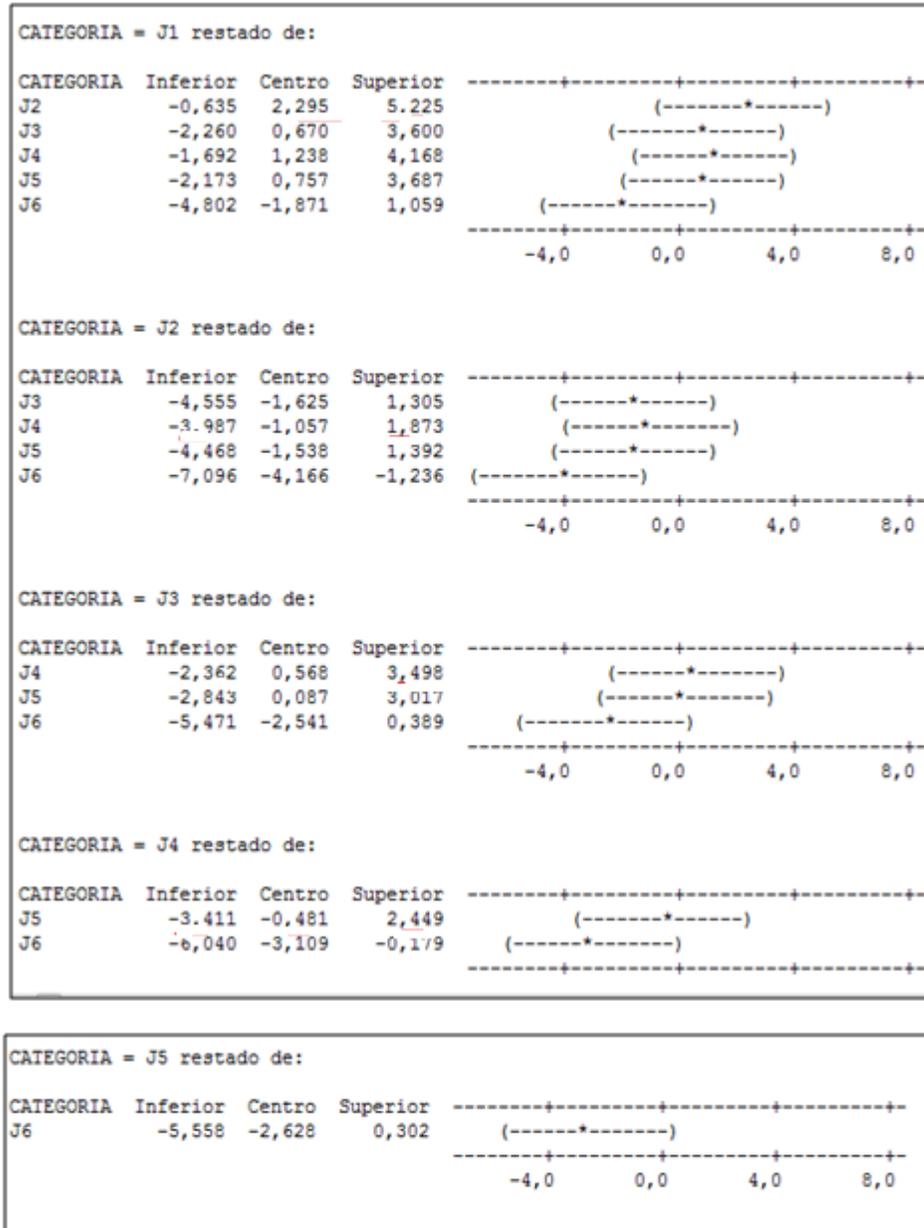


Fig. N°117. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.19.1 Interpretación de los resultados

La Fig. 112. muestra lo siguiente:

Histograma de residuos. En este caso el histograma represento con un crecimiento normal con una cola larga que representa una distribución sesgada.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa.

Residuos versus valores ajustados. Se observo una dispersión normal al encontrar valores distanciados entre sí del valor ajustado.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos, lo cual demostró normalidad a través de los picos homogéneos observados.

En conclusión la **Fig. 112.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 113 y 114, los valores de los tratamientos J1, J2, J3, J4, J5, J6 son similares, no muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento, sin embargo el tratamiento J2 al tener mayor presión sonora es diferente que J1, J3, J4, J5, J6

8.19.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 115 el valor p (0.006) para los diferentes tratamientos muestra que no hay diferencia significativa suficiente entre las medias, indicando de esta forma que J2 es de diferente de los demás tratamientos cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.19.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.116, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que los tratamientos J1, J2, J3, J4, J5 y J6 son similares, sin embargo podemos deducir que J2 es el tratamiento más ruidoso ya que el límite superior de su intervalo de confianza es mayor que cero y mayor al de los otros tratamientos.

8.19.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig. 117 muestra

La media del tratamiento J1, restada de las medias de los tratamientos J2, J3, J4, J5, J6: Las medias de los tratamientos J1, J2, J3, J4, J5, J6 son estadísticamente similares. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías J1 y J2 son estadísticamente similares.

La media del tratamiento J2 restada de las medias de los tratamientos J3, J4, J5, J6: Las medias de los tratamientos J2, J3, J4, J5, J6 son estadísticamente similares

La media del tratamiento J3 restada de las medias de los tratamientos J4, J5, J6: Las medias de los tratamientos J3, J4, J5 y J6 son estadísticamente similares.

La media del tratamiento J4 restada de las medias de los tratamientos J5, J6: Las medias de los tratamientos J4, J5, J6 son estadísticamente similares.

La media del tratamiento J5 restada de la media del tratamiento J6: Las medias de los tratamientos J5 y J6 son estadísticamente similares. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías J5 y J6 son estadísticamente similares.

8.20 Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Juan Jaramillo:

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 6 clases de tratamientos que nos indican las intersecciones como se muestra en la tabla N°31.

Categoría	Calle
K1	Juan Jaramillo entre Benigno Malo y Luis Cordero
K2	Juan Jaramillo entre Antonio Borrero y Hermano Miguel
K3	Juan Jaramillo entre Hermano Miguel y Mariano Cueva
K4	Juan Jaramillo entre Luis Cordero y Antonio Borrero
K5	Juan Jaramillo entre Mariano Cueva y Vargas Machuca
K6	Juan Jaramillo entre Padre Aguirre y Benigno Malo

Tabla N°31. Fuente: Autores, Categorías de calles según su intersección, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu_{K1} = \mu_{K2} = \mu_{K3} = \mu_{K4} = \mu_{K5} = \mu_{K6}$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$K1, K2, K3, K4, K5, K6 = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 118, 119, 120, 121, 122, 123.

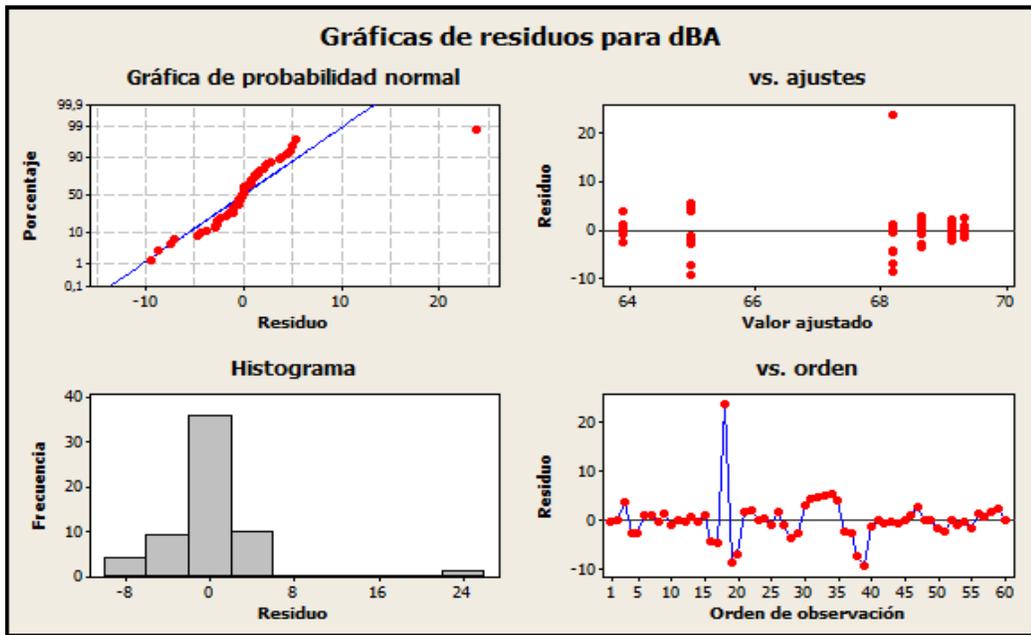


Fig. N°118. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

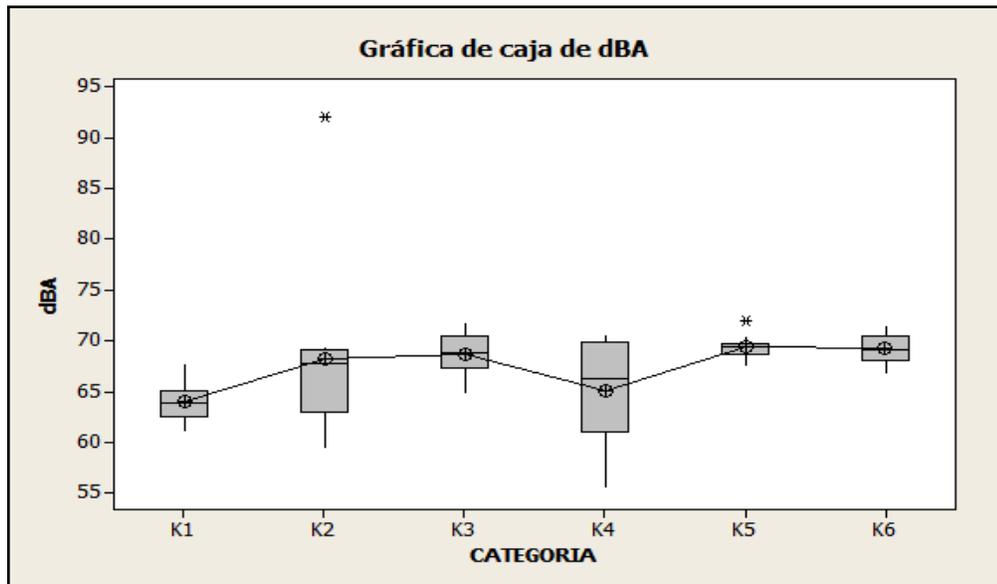


Fig. N°119. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

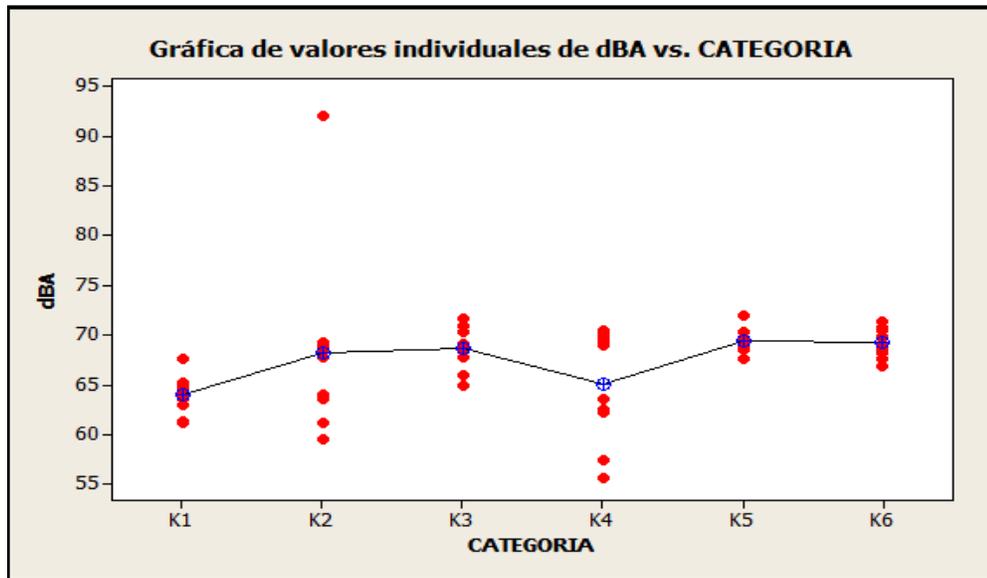


Fig. N°120. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

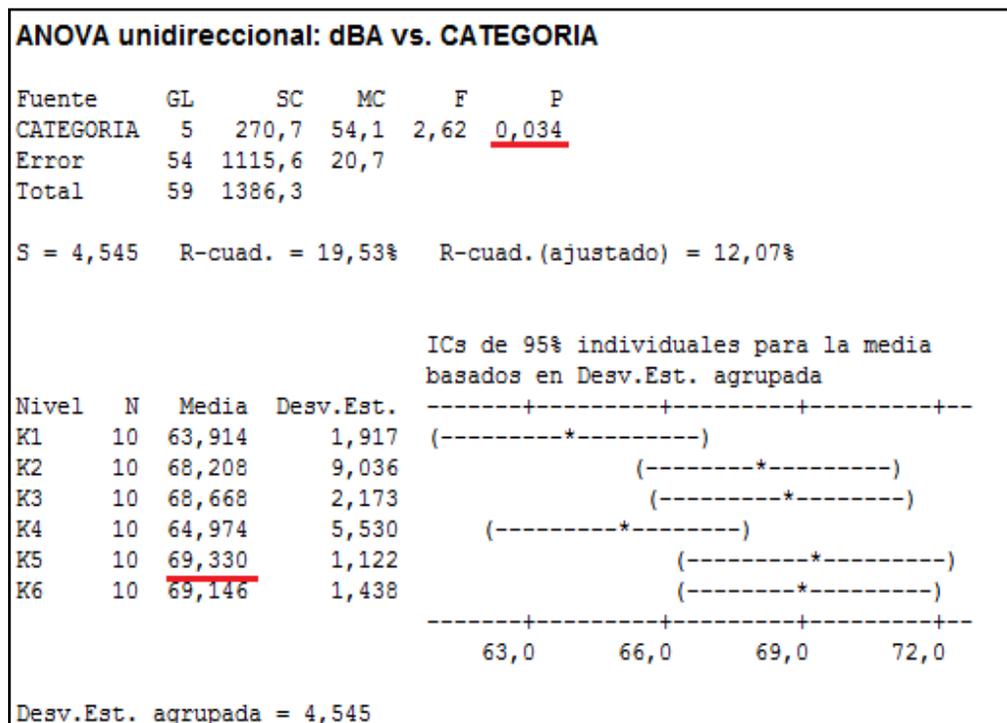


Fig. N°121. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

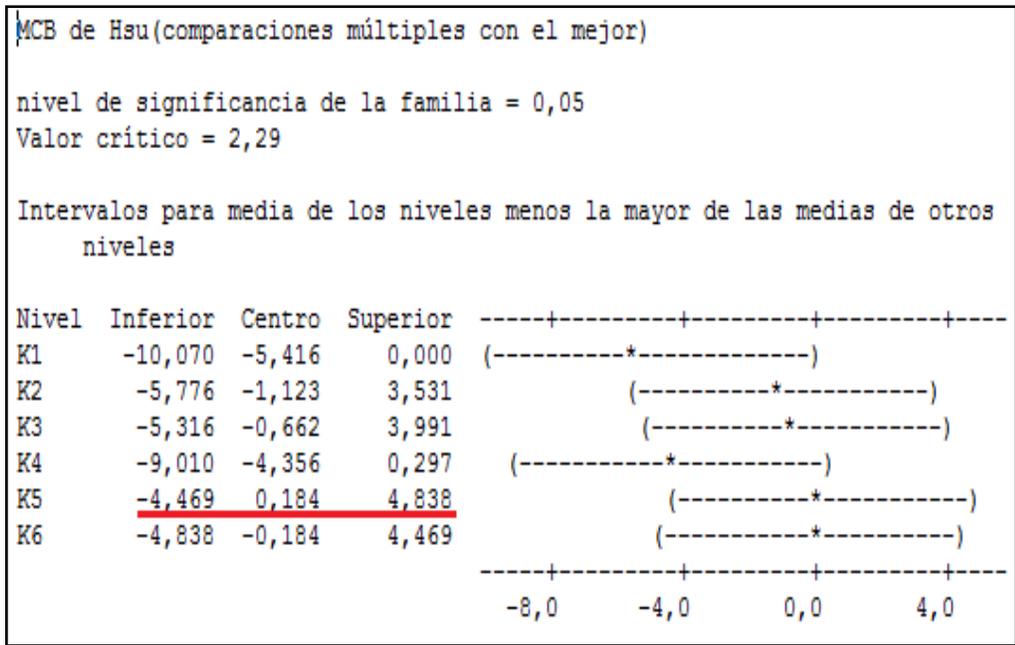


Fig. N°122. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

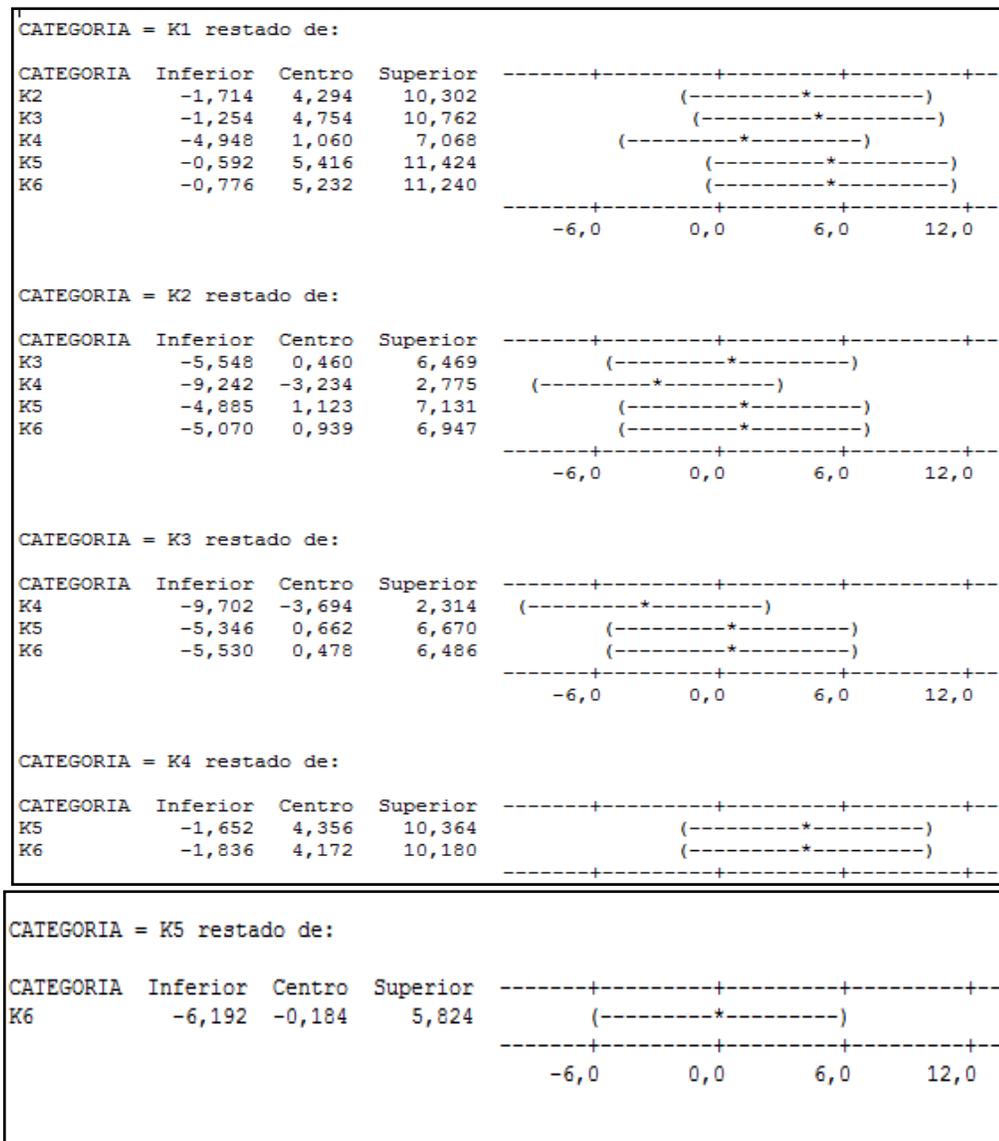


Fig. N°123. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.20.1 Interpretación de los resultados

La Fig. 118. muestra lo siguiente:

Histograma de residuos. En este caso el histograma represento con un crecimiento normal con una cola larga que representa una distribución sesgada.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa.

Residuos versus valores ajustados. Se observó una dispersión regular al encontrar valores distanciados entre unos y otros del valor ajustado.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos, lo cual demostró normalidad a través de los picos homogéneos observados.

En conclusión la **Fig. 118.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 119 y 119, los valores de los tratamientos K1, K2, K3, K4, K5, K6 son similares, no muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento, sin embargo el tratamiento K5 al tener mayor presión sonora es diferente que K1, K2, K3, K4, K6

8.20.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 120 el valor p (0.034) para los diferentes tratamientos muestra que hay diferencia significativa suficiente entre las medias, indicando de esta forma que K5 es diferente de los demás tratamientos cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial no es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.20.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.121, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que todos los tratamientos son similares y que ningún intervalo de confianza es superior a 0,

sin embargo podemos concluir que el tratamiento K5 es el más ruidoso ya que el límite superior de su intervalo de confianza es mayor que de los otros tratamientos.

8.20.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig. 122 muestra

La media del tratamiento K1, restada de las medias de los tratamientos K2, K3, K4, K5, K6 son estadísticamente similares. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías K1, K2, K3, K4, K5, K6 son similares.

8.21 Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la calle Honorato Vásquez:

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 4 clases de tratamientos que nos indican las intersecciones como se muestra en la tabla N°32

Categoría	Calle
L1	Honorato Vásquez entre Hermano Miguel y Antonio Borrero
L2	Honorato Vásquez entre Mariano Cueva y Hermano Miguel
L3	Honorato Vásquez entre Antonio Borrero y Luis Cordero
L4	Honorato Vásquez entre Vargas Machuca y Mariano Cueva.

Tabla N°32. Fuente: Autores, Categorías de calles según su intersección, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu_{L1} = \mu_{L2} = \mu_{L3} = \mu_{L4}$$

Donde:

$\mu = \text{media}$.

$L1, L2, L3, L4 = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 123, 124, 125, 126, 127, 128.

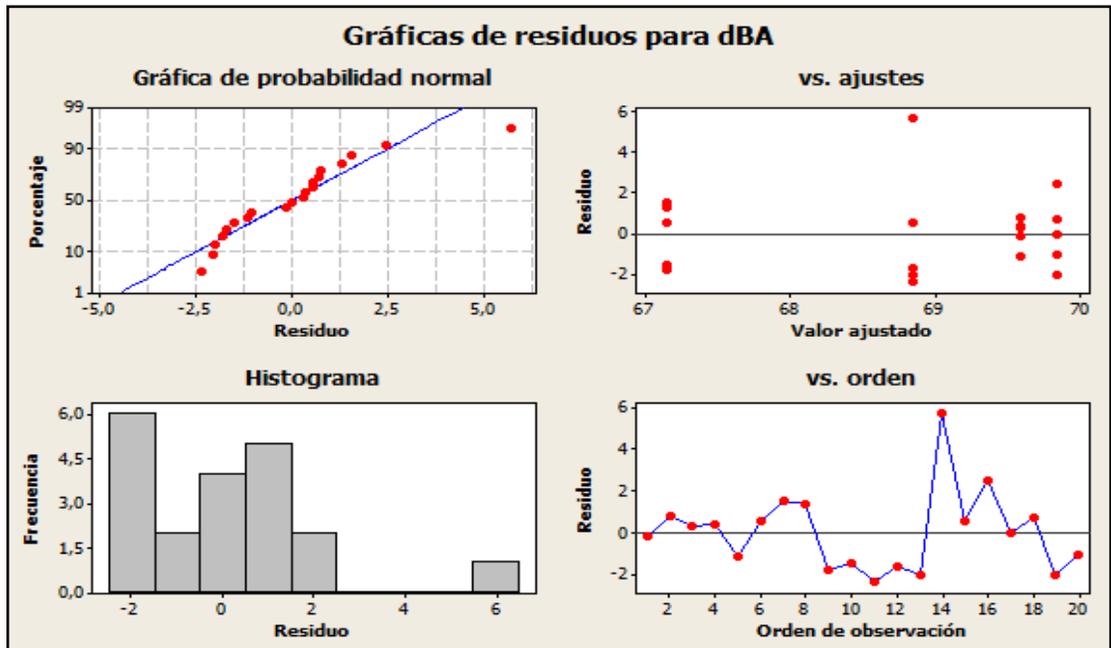


Fig. N°123. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

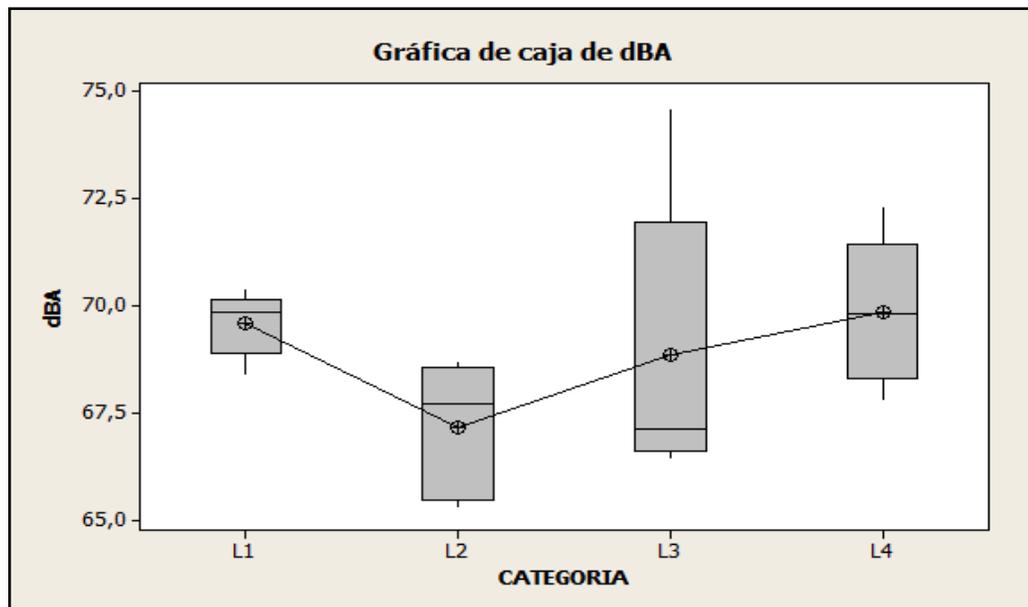


Fig. N°124. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

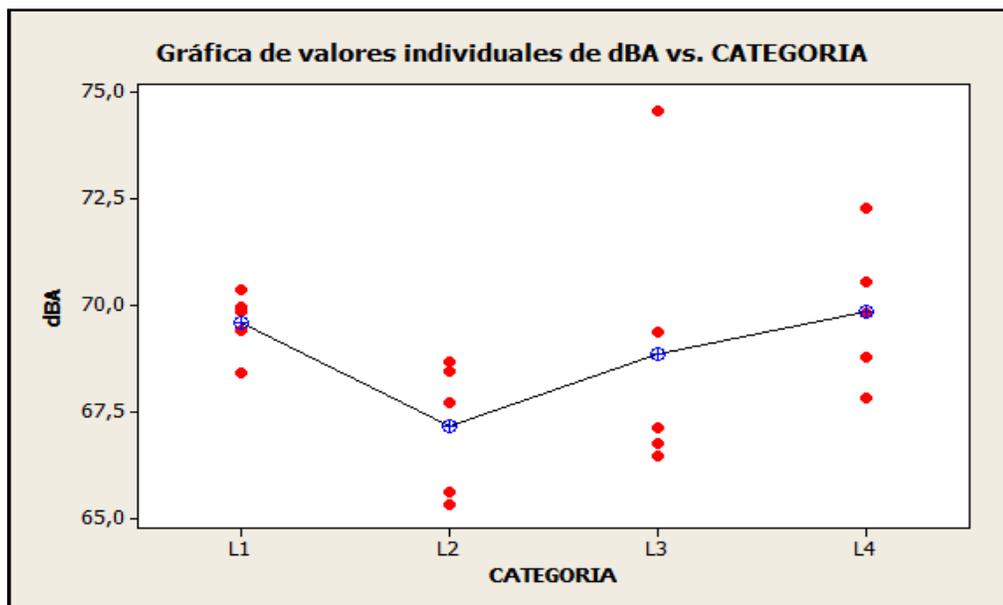


Fig. N°125. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

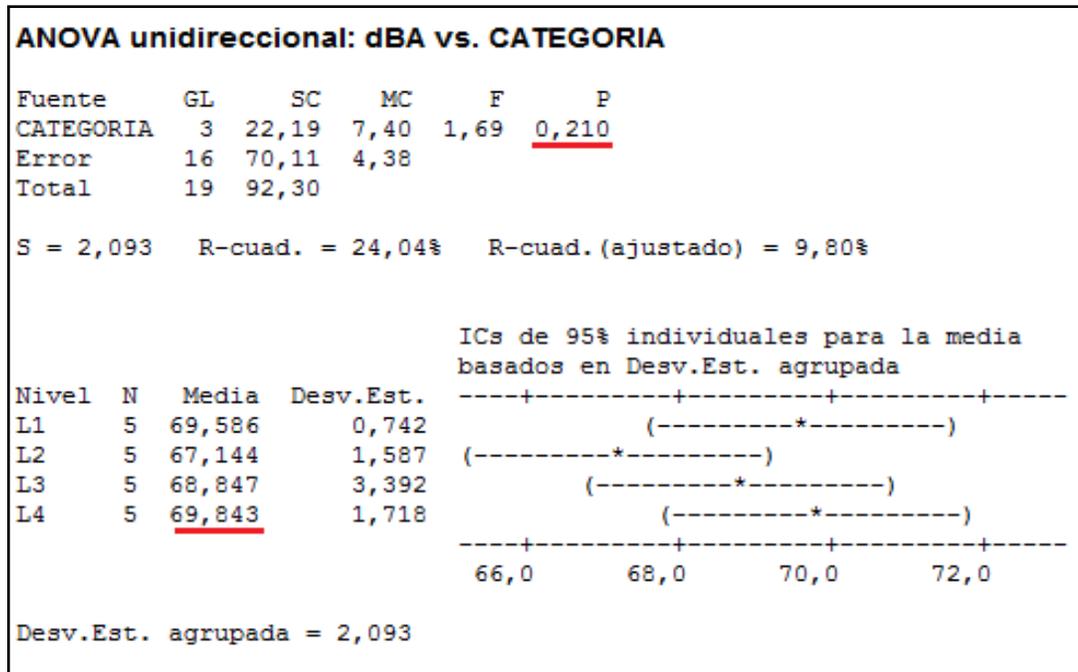


Fig. N°126. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

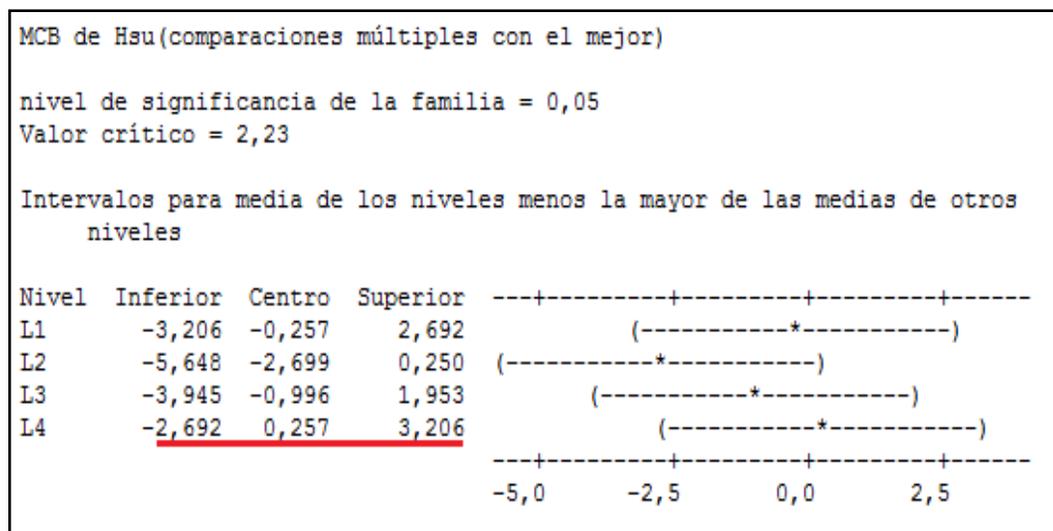


Fig. N°127. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

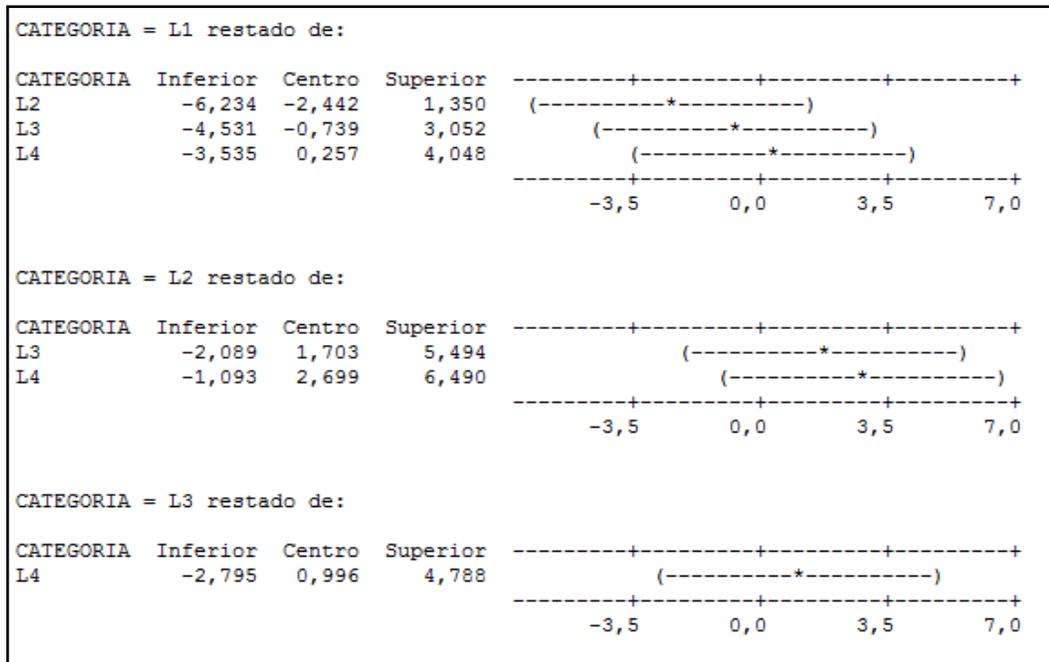


Fig. N°128. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.21.1 Interpretación de los resultados

La Fig. 123. muestra lo siguiente:

Histograma de residuos. En este caso el histograma represento con un crecimiento anormal con una cola larga que representa una distribución sesgada, pero por otro lado barras muy distanciadas unas de otras lo que se trata de valores atípicos.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa.

Residuos versus valores ajustados. Se observo una dispersión normal al encontrar valores distanciados entre sí del valor ajustado.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos, lo cual demostró normalidad a través de los picos homogéneos observados.

En conclusión la **Fig. 123.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 124 y 125, los valores de los tratamientos L1, L2, L3, L4, son similares, no muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento, sin embargo el tratamiento L4 al tener mayor presión sonora es diferente que L1, L2, L3.

8.21.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 126 el valor p (0.210) para los diferentes tratamientos muestra que no hay diferencia significativa suficiente entre las medias, cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.21.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.127, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que todos los tratamientos son similares, sin embargo podemos deducir que L4 es el más ruidoso ya que su límite superior de su intervalo de confianza es mayor que de los otros tratamientos.

8.21.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig. 128 muestra

La media del tratamiento L1, restada de las medias de los tratamientos L2, L3, L4, son estadísticamente similares. Por lo que podemos concluir que los Niveles de Presión Sonora de las intersecciones de las categorías L1, L2, L3, L4, son similares.

8.22 Análisis estadístico de la Influencia del ruido en las diferentes intersecciones de la Calle Larga:

Para el análisis estadístico de esta variable, las calles se clasificaron en 7 clases de tratamientos que nos indican las intersecciones como se muestra en la tabla N°32

Categoría	Calle
M1	Calle Larga entre Luis Cordero y Antonio Borrero
M2	Calle Larga entre Alfonso Jerves y Vargas Machuca
M3	Calle Larga entre Padre Aguirre y Benigno Malo
M4	Calle Larga entre Benigno Malo y Luis Cordero
M5	Calle Larga entre Mariano Cueva y Alfonso Jerves
M6	Calle Larga entre Hermano Miguel y Mariano Cueva
M7	Calle Larga entre Antonio Borrero y Hermano Miguel

Tabla N°32. Fuente: Autores, Categorías de calles según su intersección, 2011.

Partimos de una Hipótesis Inicial:

$$\mu_{M1} = \mu_{M2} = \mu_{M3} = \mu_{M4} = \mu_{M5} = \mu_{M6} = \mu_{M7}$$

Donde:

$\mu = \text{media.}$

$M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 = \text{Diferentes tratamientos o categorías}$

A través de un Software estadístico se realizaron los análisis de ANOVA con los métodos de comparaciones múltiples MCB y de TUKEY como se indica en las figuras 129, 130, 131, 132, 133, 134.

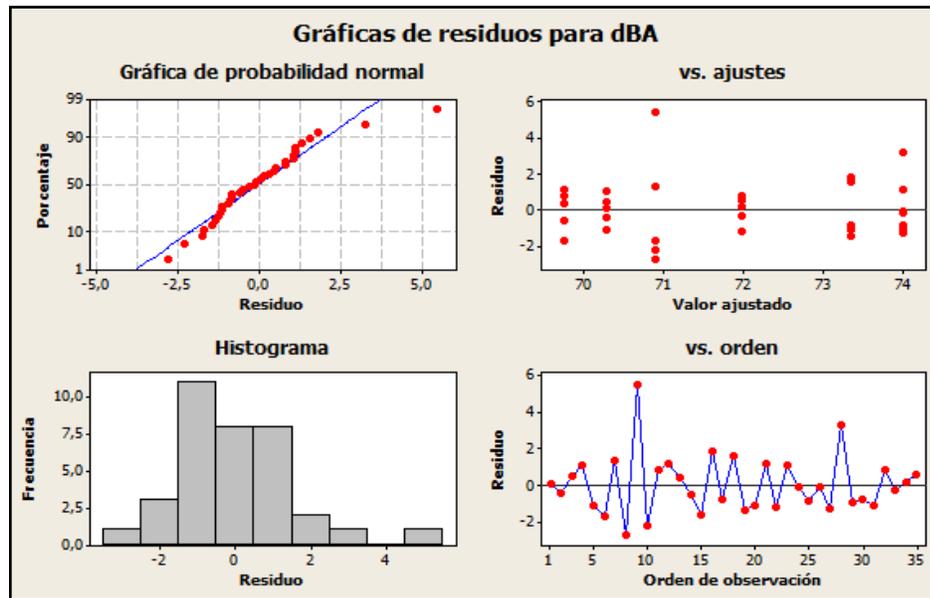


Fig. N°129. Fuente: Autores, Gráfica de residuos para dBA, 2011.

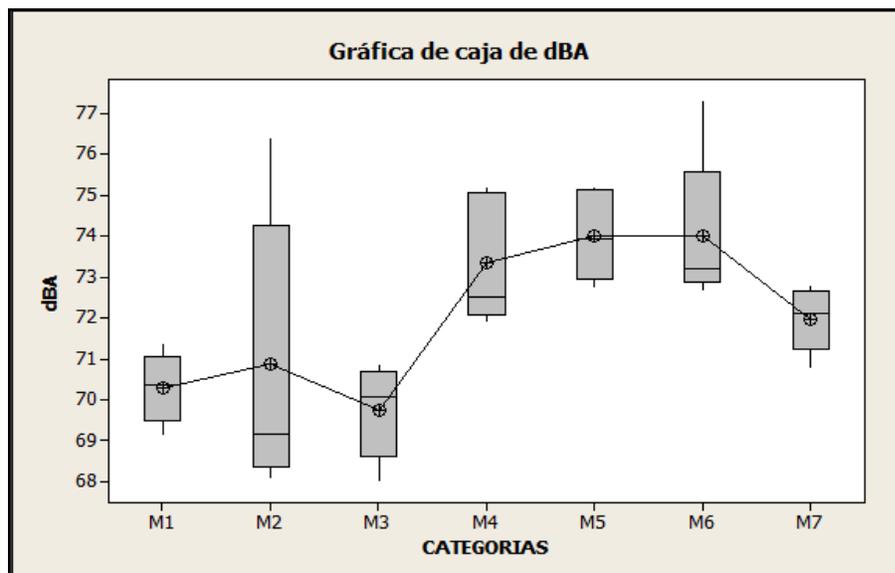


Fig. N°130. Fuente: Autores, Gráfica de caja dBA, 2011.

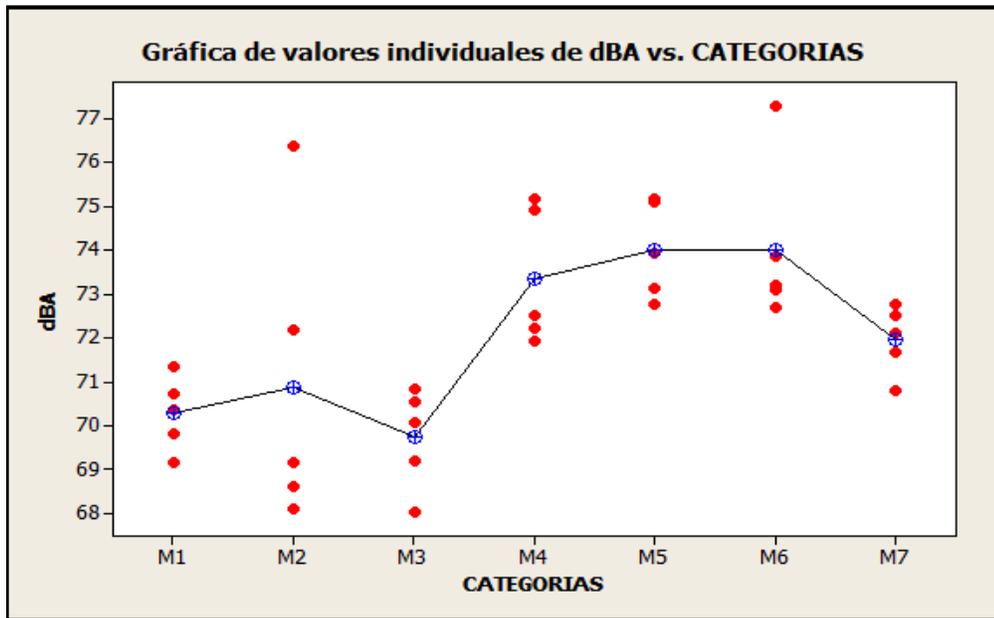


Fig. N°131. Fuente: Autores, Gráfica de valores individuales dBA vs CATEGORÍA, 2011.

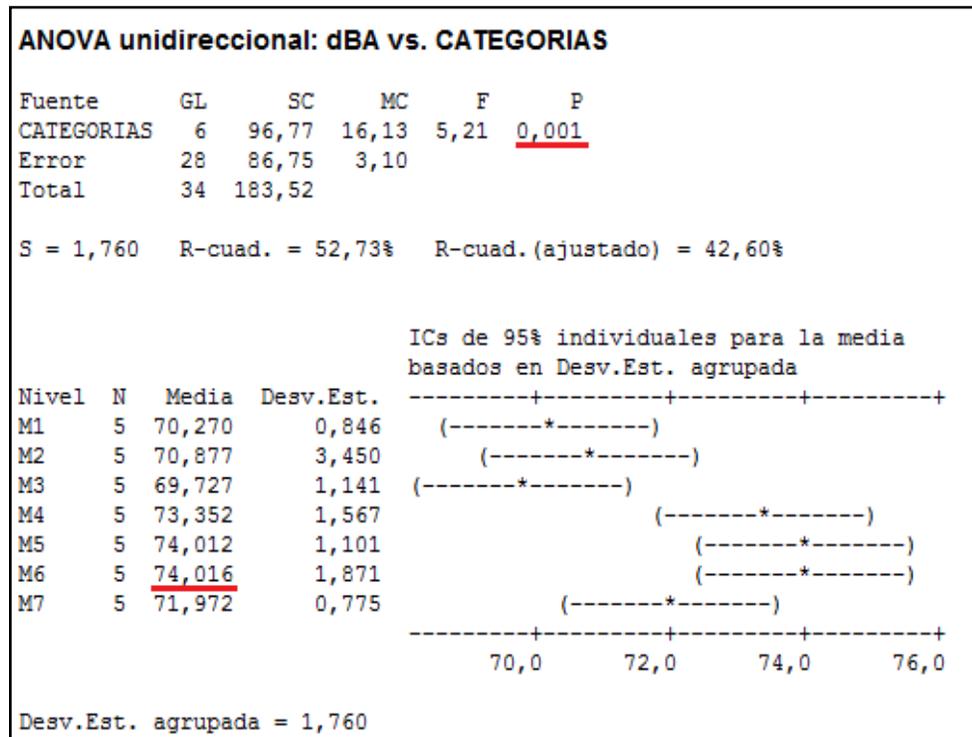


Fig. N°132. Fuente: Autores, ANOVA unidireccional dBA vs CATEGORÍA, 2011.

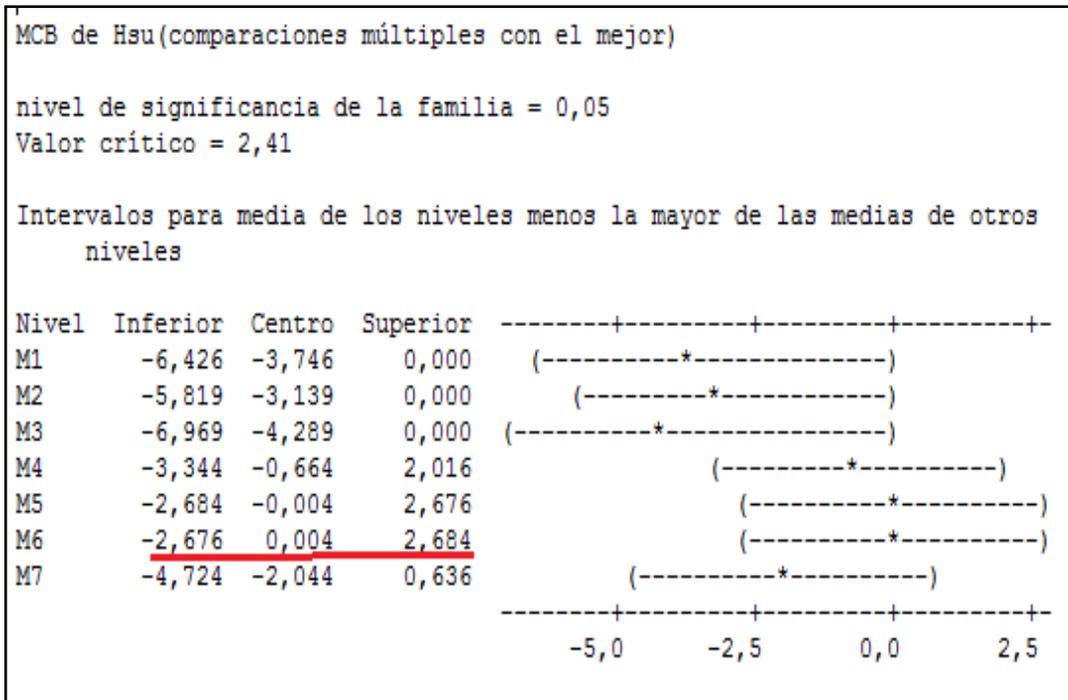
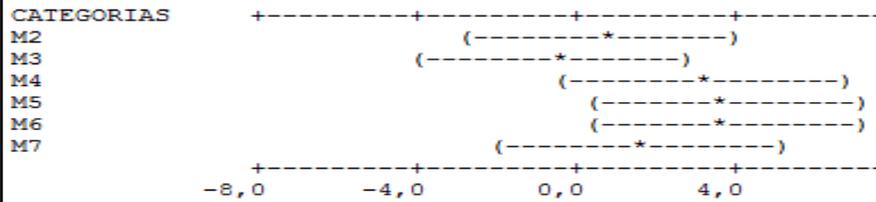


Fig. N°133. Fuente: Autores, Análisis MCB, 2011.

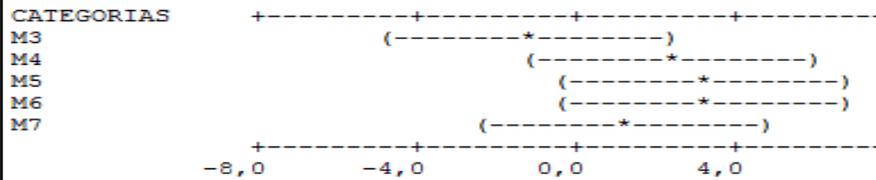
CATEGORIAS = M1 restado de:

CATEGORIAS	Inferior	Centro	Superior
M2	-2,927	0,607	4,142
M3	-4,078	-0,543	2,991
M4	-0,452	3,082	6,616
M5	0,208	3,742	7,276
M6	0,212	3,746	7,280
M7	-1,832	1,702	5,236



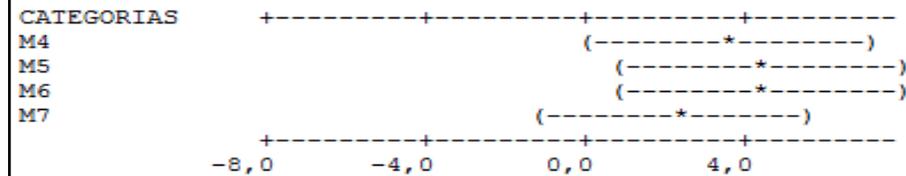
CATEGORIAS = M2 restado de:

CATEGORIAS	Inferior	Centro	Superior
M3	-4,685	-1,151	2,384
M4	-1,060	2,475	6,009
M5	-0,400	3,135	6,669
M6	-0,396	3,139	6,673
M7	-2,440	1,095	4,629



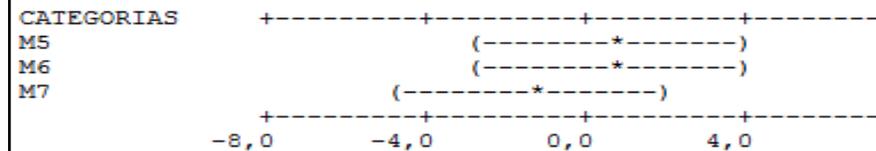
CATEGORIAS = M3 restado de:

CATEGORIAS	Inferior	Centro	Superior
M4	0,091	3,625	7,160
M5	0,751	4,285	7,820
M6	0,755	4,289	7,824
M7	-1,289	2,245	5,780



CATEGORIAS = M4 restado de:

CATEGORIAS	Inferior	Centro	Superior
M5	-2,874	0,660	4,194
M6	-2,870	0,664	4,198
M7	-4,914	-1,380	2,154



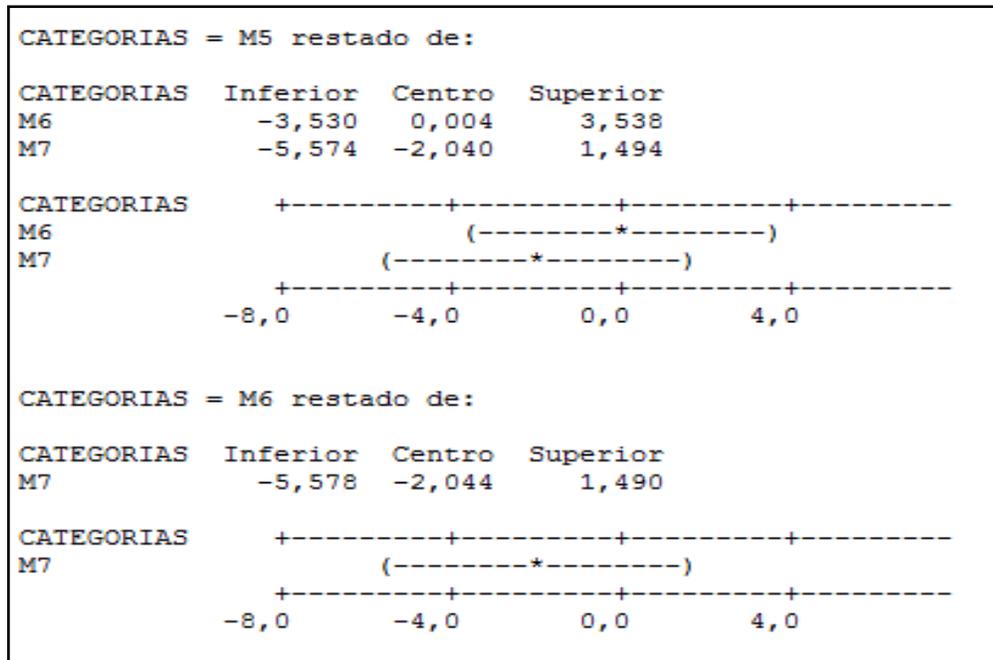


Fig. N°134. Fuente: Autores, Análisis de TUKEY, 2011.

8.22.1 Interpretación de los resultados

La Fig. 129. muestra lo siguiente:

Histograma de residuos. En este caso el histograma represento con un crecimiento normal con una cola larga que representa una distribución sesgada.

Gráfica de probabilidad normal de residuos. Los puntos de esta gráfica formaron una línea recta lo que demuestra que los residuos están normalmente distribuidos como se observa.

Residuos versus valores ajustados. Se observo una dispersión normal al encontrar valores distanciados entre sí del valor ajustado.

Residuos versus orden de datos. Esta es una gráfica de todos los residuos en el orden en el que se colectaron los datos, lo cual demostró normalidad a través de los picos homogéneos observados.

En conclusión la **Fig. 129.** nos indica que nuestro modelo se ajusta correctamente.

En las figuras 130 y 131, los valores de los tratamientos M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 son similares, no muestran una tendencia creciente según se cambia de tratamiento, sin embargo el tratamiento M6 al tener mayor presión sonora es diferente que M1, M2, M3, M4, M5, M7.

8.22.1.1 ANOVA

En la tabla de ANOVA de la Fig. 132 el valor p (0.001) para los diferentes tratamientos muestra que hay diferencia significativa suficiente entre las medias, indicando de esta forma que M6 es diferente de los demás tratamientos cuando alfa se establece en 0.05. Por lo que podemos concluir que nuestra hipótesis inicial es válida. Para explorar las diferencias entre las medias, examinamos los resultados de las comparaciones múltiples.

8.22.1.2 Comparaciones MCB de Hsu

En la tabla MCB de Hsu (Comparaciones múltiples con el Mejor) de la Fig.133, comparamos cada media con la más ruidosa de las otras medias. Podemos observar que todos los tratamientos son similares, sin embargo podemos deducir que M6 es el más ruidoso ya que el límite superior de su intervalo de confianza es mayor que de los otros tratamientos.

8.22.1.3 Comparaciones de Tukey

Según la Fig. 134 muestra

La media del tratamiento M1, restada de las medias de los tratamientos M2, M3, M4, M5, M6, M7: Las medias de los tratamientos M5, M6, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento M1, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento M2, restada de las medias de los tratamientos M3, M4, M5, M6, M7: Las medias de los tratamientos M2 M3, M4, M5, M6, M7, no son estadísticamente diferentes, porque los intervalos de confianza para estas combinaciones de medias no excluyen a cero.

La media del tratamiento M3, restada de las medias de los tratamientos M4, M5, M6, M7: Las medias de los tratamientos M4, M5, M6, son estadísticamente diferentes de la media del tratamiento M3, porque el intervalo de confianza para estas combinaciones de medias excluyen a cero.

La media del tratamiento M4, restada de las medias de los tratamientos M5, M6, M7: Las medias de los tratamientos M4, M5, M6, M7, no son estadísticamente diferentes, porque los intervalos de confianza para estas combinaciones de medias no excluyen a cero.

La media del tratamiento M5, restada de las medias de los tratamientos M6, M7: Las medias de los tratamientos M5, M6, M7, no son estadísticamente diferentes, porque los intervalos de confianza para estas combinaciones de medias no excluyen a cero.

La media del tratamiento M6, restada de la media del tratamiento M7: Las medias de los tratamientos M6, M7, no son estadísticamente diferentes, porque los intervalos de confianza para estas combinaciones de medias no excluyen a cero.

8.23 RECOMENDACIONES Y ESTRATEGIAS PARA LA DISMINUCION DE LOS NPS.

8.23.1 Para el Tráfico Vehicular

- Implementación de Buses Tipo con especificaciones Técnicas vigentes que consideren la mejor insonorización en las carrocerías, motores, sistemas de escape. Así mismo estos deben usar combustibles con tecnologías amigables para el medio ambiente que a su vez disminuyen el ruido, como son las tecnologías, híbridas, eléctricas, etc.
- Uso de mecanismos alternativos de transporte dentro de la ciudad, como son el uso de las bicicletas y caminata. Para la implementación de estos mecanismos las autoridades competentes deberían realizar un estudio completo en el que se considere la adecuada implementación e infraestructura para usar este tipo de sistemas de movilidad.
- Realizar un estudio de movilidad básico de las personas en nuestra ciudad con el fin de establecer rutas para buses, paradas de buses, parqueos, semaforización inteligente, lugares para peatones, lugares para ciclo vías, etc.
- Implementar otros sistemas de transporte masivo. La implementación de un sistemas tipo tranvía, o trolebús puede ser una opción muy óptima al menos dentro del centro histórico al ser este parte primordial de la ciudad como Patrimonio Cultural de la Humanidad
- Hacer efectivo el cumplimiento de la normas de tránsito en lo que respecta al el uso del claxon y velocidad de los vehículos primordialmente. Para ello se debe educar y sensibilizar a la población, además la autoridad debe hacer cumplir dichas normativas

- Se debe evitar la movilidad excesiva de vehículos por vías estrechas y con edificaciones altas a sus costados.
- Mayor control del mantenimiento de los vehículos en lo que respecta a escapes, estados de las carrocerías, pitos de aire, frenos, etc. en las Revisiones Técnicas Vehiculares que realiza CUENCAIRE.

8.23.2 Para las vías:

- Se debe cambiar el tipo de calzada en calles donde los adoquines son demasiados viejos y se encuentran en mal estado, motivo por el que se incrementa el ruido con el paso de los vehículos.
- La eliminación de parqueos en calles donde el tráfico vehicular es elevado con la finalidad de disminuir la saturación vehicular.

8.23.3 Para los Lugares con Afluencia de Personas:

- Los establecimientos nocturnos (bares, discotecas, karaokes) deben implementar sistemas de insonorización.
- Prohibir el uso inadecuado de aparatos amplificadores de sonidos (parlantes, televisores) en locales comerciales como: lugares de venta de electrodomésticos, lugares de venta de música, películas, y comercios en general.

BIBLIOGRAFÍA

BERGLUND, Birgitta, Otros, *Guías para el ruido urbano*, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1999.

Departamento de Física Aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia, *Impacto Acústico de la Nacional 332 a su paso por la ciudad de Oliva*, Congreso de la Sociedad Acústica Española, Valencia-España, 2001.

FERNÁNDEZ, Rodrigo y VALENZUELA, Eduardo, *Gestión Ambiental de tránsito: cómo la ingeniería de transporte puede contribuir a la mejoría del ambiente urbano*, Chile, 2008.

GUTIÉRREZ, Pulido Humberto y VARA, Salazar, *Análisis y diseño de experimentos*, Segunda edición Mc Graw Hill, México, 2008.

HARRIS, Cyril, *Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido*, Tercera edición, Volumen I, Mc Graw Hill, Madrid-España, 1995, p. 2.19

KOGAN, Pablo, *Análisis de la Eficiencia de la ponderación "A" para evaluar efectos del Ruido en el Ser Humano*, Valdivia – Ch, Universidad Austral de Chile, 2004.

LEDESMA, Marco, *Efectos de la Contaminación Acústica en el personal que labora dentro del Aeropuerto Mariscal Lamar en la ciudad de Cuenca*, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca 2006.

MARTÍNEZ, Pedro y MORENO, Antonio, *Análisis espacio temporal con SIG del ruido ambiental urbano en Madrid y sus distritos*, GeoFocus, Madrid, 2005.

MORALES, Xavier, *Estudio de la Influencia de determinadas variables en el ruido urbano producido por el tráfico de vehículos*, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2009.

PERUGACHI, Nelly, *Plan de Manejo Ambiental de ruido en aserraderos y carpinterías en la ciudad de Riobamba*, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, 2009.

SÁNCHEZ, Luis, *Ruido y Sobrepresión Atmosférica*, Escuela Politécnica de la Universidad de Sao Paulo, Montevideo, 2002.

s/a, Tipos de Contaminación, Junio 2007,
<http://ecoloxia.wordpress.com/2007/06/08/tipos-de-contaminacion/>

Texto Unificado de Legislación Ambiental, Libro VI, Anexo 5, *Límites Permisibles De Niveles De Ruido Ambiente Para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles, y para Vibraciones*, Quito, 2003.

UÑA, Ángel, Otros, “*Protocolos de Vigilancia Sanitaria Especifica para Trabajadores expuestos al Ruido*”, Ministerio de Sanidad y Consumo, Madrid, 2000.

WHITE, Glen, *Introducción al análisis de vibraciones*, Azima Dli, USA, 2010.

ANEXOS

ANEXO 1

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA Y DE SALUD A LAS PERSONAS QUE VIVEN O TRABAJAN EN LA ZONA DE REGENERACIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE CUENCA

NOMBRE.....FECHA.....

EDAD:.....18-25().....26-35().....36-45().....46>().....

La presente encuesta tiene por objetivo hacer un estudio de la influencia de las actividades humanas cotidianas en la contaminación acústica, lo que nos permitirá tener una idea más clara de la realidad actual.

1.- **¿Considera Ud. que existe ruido excesivo en la zona?**

Sí Llenar Bloque 1 No Llenar Bloque 2

BLOQUE 1											
2. ¿Interrumpe o causa algún tipo de molestia en sus actividades cotidianas el ruido de la zona?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>										
3. ¿Cuándo le molesta más el ruido?	Mañana <input type="checkbox"/> Tarde <input type="checkbox"/> Noche <input type="checkbox"/>										
4. ¿Conoce Ud. Las consecuencias que produce la exposición al ruido excesivo?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>										
5. ¿Cree que el ruido ha provocado alguna de las siguientes afecciones en Ud.:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">• Dificultad en la comunicación.....</td> <td style="text-align: center; width: 20px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">• Presenta malestar en el oído.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">• Sufre Ud. de insomnio.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">• Sufre de enfermedades infecciosas o tumorales.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">• Sufre de problemas respiratorios.....</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	• Dificultad en la comunicación.....	<input type="checkbox"/>	• Presenta malestar en el oído.....	<input type="checkbox"/>	• Sufre Ud. de insomnio.....	<input type="checkbox"/>	• Sufre de enfermedades infecciosas o tumorales.....	<input type="checkbox"/>	• Sufre de problemas respiratorios.....	<input type="checkbox"/>
• Dificultad en la comunicación.....	<input type="checkbox"/>										
• Presenta malestar en el oído.....	<input type="checkbox"/>										
• Sufre Ud. de insomnio.....	<input type="checkbox"/>										
• Sufre de enfermedades infecciosas o tumorales.....	<input type="checkbox"/>										
• Sufre de problemas respiratorios.....	<input type="checkbox"/>										

BLOQUE 2	
6. ¿Está Ud. acostumbrado al ruido de la zona?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
7. ¿Conoce Ud. Las consecuencias que produce la exposición al ruido excesivo?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

8.- **¿Cree Ud. que la presencia de ruido excesivo ha afectado el valor comercial de su vivienda/negocio?**

Sí No

9.- **¿Está Ud. de acuerdo o en desacuerdo con las actividades económicas que generan ruido en el sector?**

Muy de Acuerdo De Acuerdo Desacuerdo Muy Desacuerdo

10.- Si Ud. reside en esta zona: ¿Cree que el ruido ha afectado a algún familiar menor de edad en su hogar, en alguna de las formas mencionadas en la pregunta 5 del bloque 1?

Si

No

11.- ¿Cree Ud. que las vibraciones causadas por el ruido excesivo han provocado daños estructurales (ventanas, puertas, pisos) en su vivienda/negocio?

ANEXO 2
FOTOGRAFIAS DE LAS MEDICIONES



ANEXO 3

FICHA DE MEDICIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA							
Lugar:	Benigno Malo entre Calle Larga y Juan Jaramillo al lado Izquierdo						
Coordenadas	X :		Y :				
Fecha:	Miércoles 25 de agosto del 2010			Hora:	08h00 a 09h00		
Responsable:	Mauricio Peña Durán						
Condiciones Meteorológicas:	Normal:	x	Lluvia:				
Sonómetro Utilizado:	Sonómetro 1:	x	Sonómetro 2:				
Altura Promedio de las Edificaciones:	8,1m	Ancho de la Vía:	10,3m				
Calle con ruta de Buses:	Si:		No:	x			
NPS _{eq} :	66,46 dB						
NPS _{max} :							
NPS _{min} :							
GRÁFICA DE REGISTRO DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA							
Observaciones:							

FICHA DE MEDICIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA					
Lugar:	Presidente Córdova entre Hermano Miguel y Antonio Borrero al lado Izquierdo.				
Coordenadas	X :		Y :		
Fecha:	Miércoles 25 de Agosto del 2010		Hora:	8h00 a 9h00	
Responsable:	Saúl Napoleón Durazno Moscoso				
Condiciones Meteorológicas:	Normal:	x	Lluvia:		
Sonómetro Utilizado:	Sonómetro 1:		Sonómetro 2:	x	
Altura Promedio de las Edificaciones:	8,75 m	Ancho de la Vía:	11,2m		
Calle con ruta de Buses:	Si:	x	No:		
NPSeq:	69,8dB				
NPSmax:					
NPSmin:					
GRÁFICA DE REGISTRO DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA					
<p>dB</p>					
Observaciones:					

ANEXO 4

MAPA DE RUIDO DE LA ZONA DE REGENERACION URBANA DE CUENCA

