

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE GANDIA

I.T. TELECOMUNICACIÓN (SONIDO E IMAGEN)



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

MÉTODO Y EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN ACÚSTICA AMBIENTAL (Caso práctico)

TRABAJO FINAL DE CARRERA

ALUMNO:

Pablo Vicente Aparici

TUTORES:

Joan Martínez Mora y Vicent Estruch Fuster

GANDÍA, 2010

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
2. INTRODUCCIÓN A LA INCERTIDUMBRE EN LA MEDIDA.....	6
2.1. Introducción.....	6
2.1.1. Contaminación acústica: El ruido.....	6
2.1.2. Fuentes sonoras principales.....	7
2.1.3. Tráfico rodado.....	8
2.2. Conceptos básicos.....	9
2.3. Sonómetro.....	10
2.4. Normativa.....	11
2.4.1. La norma GUM.....	11
2.4.2. La Organización Internacional de Normalización ISO.....	13
2.4.2.1. Normas ISO.....	13
2.4.2.2. Norma ISO 1996:1.....	14
2.4.2.3 Norma ISO 1996:2.....	21
2.4.3. Legislación.....	24
3. INCERTIDUMBRE EN LA MEDIDA.....	28
3.1. Conclusiones básicas.....	28
3.2. Fuentes de incertidumbre.....	31
4. ANÁLISIS DEL RESULTADO DE LAS MEDIDAS.....	37
4.1. Introducción.....	37
4.2. Plan de trabajo.....	37
4.3. Descripción del área de medida.....	39
4.4. Fechas del proceso de medida.....	42

4.4.1 Fechas planificación.....	42
4.4.2. Franjas horarias escogidas.....	42
4.4.3. Fechas de realización medidas y obtención de datos.....	43
4.5. Resultado de las medidas. Medidas IN SITU.....	44
4.5.1. Niveles del caudal de tráfico.....	75
4.5.2. Mapas de botones.....	86
4.6. Cálculo de incertidumbre.....	90
4.6.1. Cálculo de la incertidumbre típica.....	90
4.6.2. Pasos para el cálculo de la incertidumbre típica.....	92
4.6.3. Cálculo de la incertidumbre típica y expandida.....	99
5. CONCLUSIONES.....	100
5.1. Informe de resultados.....	100
5.2. Objetivos alcanzados.....	103
BIBLIOGRAFÍA.....	104
ANEXOS.....	105
Medidas obtenidas.....	105
Resultados cálculo incertidumbre.....	126

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

En este documento se va a explicar detalladamente el proceso de realización de un estudio y de su análisis del método de evaluación de la incertidumbre de la acústica ambiental, basándose en la norma ISO-GUM (Guía para la expresión de la incertidumbre de la medida) y en las normas UNE-ISO 1996-1 y UNE-ISO 1996-2.

Se pretende utilizar con este fin un estudio acústico en su estado preoperacional para construir unos edificios adosados en unos terrenos adyacentes a la Escuela Politécnica Superior de Gandía (EPSG) perteneciente a la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) en el campus del Grao de Gandía.

Los principales objetivos a alcanzar al plantear este proyecto son:

Realizar una recopilación bibliográfica de la incertidumbre en la medida primero y luego en el caso de la medida en general aplicada a la contaminación acústica.

Llevar a cabo de forma detallada la evaluación de la incertidumbre en un estudio de Acústica Ambiental en unos terrenos edificables, por lo que se va a proceder a obtener el nivel de presión sonora de la zona, además del caudal del tráfico y de todos los factores ambientales que nos puedan afectar en los resultados finales.

Como objetivo secundario aprender el uso de la instrumentación necesaria para realizar las medidas acústicas: sonómetro, calibrador, anemómetros, etc, así como la metodología empleada en las mismas.

Una vez realizadas todas las medidas, se procederá a calcular la incertidumbre asociada a las medidas para conocer la precisión de los niveles sonoros medidos en este ejemplo de estudio acústico en su estado preoperacional llevado a cabo para la futura construcción.

Este proyecto consta de cinco capítulos:

CAPÍTULO 1: En este primer capítulo se enuncian los objetivos planteados en este proyecto.

CAPÍTULO 2: En este punto se introducirán los conceptos teóricos de cálculo de la incertidumbre asociada a la medida en general. También se entrará en detalle y se profundizará en la relación de la Ley de Ruido, la ISO 1996-1, la ISO 1996-2 con la norma ISO-GUM.

CAPÍTULO 3: En este apartado se describe el proceso de cálculo de la incertidumbre asociada a las medidas en acústica ambiental y los factores que la provocan.

CAPÍTULO 4: Se detalla el cálculo práctico de la incertidumbre que se ha realizado en este proyecto, además de describir el instrumental utilizado y la presentación de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO 5: En este último capítulo final, se enunciarán las conclusiones obtenidas.

A continuación, se adjuntará la bibliografía consultada y los anexos donde aparecen de forma tabulada todas las medidas realizadas.

2. INTRODUCCIÓN A LA INCERTIDUMBRE EN LA MEDIDA

2.1. INTRODUCCIÓN

Con el gran incremento experimentado en el sector de la construcción que hubo hasta hace poco en España y la mayor dependencia del transporte debido, por ejemplo, a la lejana situación desde el hogar hasta los puestos de trabajo además del uso de maquinarias potentes en industrias y de equipos en empresas, el ruido se ha convertido en una molestia y en un foco de problemas para todos pues amenaza nuestra salud y nuestro bienestar sea en nuestro puesto de trabajo o en nuestra casa.

Debido a todas estas razones se ha asumido por parte de las autoridades proveer al ser humano de un ambiente acústico aceptable, controlando que cada lugar tenga un nivel de ruido compatible con las diversas actividades que se pudieran llevar a cabo en ellos.

Los lugares en los que no se tiene un control del ruido pueden convertirse en un serio problema ya que puede generar situaciones desagradables, pues pueden afectar, por ejemplo, en el rendimiento laboral provocando a su vez una disminución en la productividad o provocar accidentes laborales. Esta situación también es aplicable a otros lugares, como pueden ser centros docentes ó iglesias.

Los entornos acústicos más agresivos se producen con especial importancia en los lugares donde esa actividad es más frecuente como son los centros de trabajo y las industrias.

2.1.1. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA: EL RUIDO

El término “ruido” engloba diversas y variadas definiciones. Dos de ellas podrían ser:

- i) Sonido no deseado por el receptor
- ii) Sensación auditiva molesta

Un informe emitido en 1986 por la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) decía que, en los años 70, 130 millones de habitantes de la Unión Europea estaban expuestos a niveles de presión acústicas

superiores a los 65 dBA en el exterior de sus viviendas y 300 millones a un mínimo de 55 dBA en zonas acústicamente deficientes.

Continuaba este informe diciendo, además, que España ocupaba el segundo lugar, por detrás de Japón, en el ranking mundial de países en los que la contaminación acústica era más alta y se estimaba que un 23% de nuestros conciudadanos estaban expuestos a niveles sonoros diurnos superiores a 65 dBA.

Hasta tiempos relativamente recientes no se había prestado demasiada atención al estudio de la contaminación acústica y a sus efectos por parte de las administraciones debido al hecho de que, en términos generales, su peligrosidad no es ni grave ni inmediata ya que los niveles de presión sonora a los que están sometidos las personas en su vida cotidiana no son lo suficientemente altos para atentar gravemente contra su salud.

Algunas razones que han colaborado y contribuido a que los niveles sonoros a los que la población civil se expone sean demasiado elevados son:

- i) La escasez de espacios abiertos
- ii) La poca anchura de la mayoría de las calles
- iii) La abundancia de edificios de baja calidad
- iv) Comportamientos de ciertas personas

Hasta hace poco, sin embargo, ni la administración ni los ciudadanos prestaban demasiada atención al tema de la contaminación acústica. Actualmente, esto ha cambiado considerablemente; el ruido ambiental es ahora objeto de atención para los políticos y medios de comunicación. Además, millones de personas son plenamente conscientes de la gran cantidad de problemas que la contaminación acústica causa en sus vidas, pues les impide alcanzar estados de paz y bienestar impidiéndoles mejorar su calidad de vida.

2.1.2. FUENTES SONORAS PRINCIPALES

En un estudio realizado por el Laboratorio de Acústica de la Universidad de Valencia con el fin de analizar la molestia que las diferentes fuentes sonoras existentes causaban sobre los residentes en esta ciudad, se mencionaba que había un total de 38 de estas fuentes, las cuales se pueden clasificar en cuatro grupos diferentes:

- 1) Tráfico rodado

- 2) Tráfico aéreo
- 3) Ruido de trenes
- 4) Ruido industrial

De todas ellas la que más nos interesa es la primera, pues es un factor esencial que interviene de forma importante en la incertidumbre de las mediciones, afectando negativamente a las mismas.

2.1.3. TRÁFICO RODADO

El tráfico rodado es considerado la fuente sonora más importante en las zonas urbanas de los países desarrollados, ya que es la que produce más molestias sobre los residentes urbanos.

Los niveles de contaminación sonora producidos por el tráfico rodado alcanzan normalmente valores muy elevados en las grandes vías de circulación urbanas, las cuales soportan un denso tráfico durante toda la jornada diurna y nocturna.

Los datos existentes dan a conocer que en determinadas zonas de las ciudades existen unos niveles de presión sonora que alcanzan valores sonoros comprendidos entre los 75 y los 80 dBA. De haber zonas residenciales en sus inmediaciones, se podrían llegar a tomar medidas de control drásticas para intentar disminuir el impacto sonoro sobre las personas. Estas medidas pueden ser la limitación del caudal de tráfico o de sus velocidades, el uso de pavimentos absorbentes en las calzadas, la construcción de pantallas acústicas en lugares en los cuales esta medida puede ser debidamente aplicada ó al refuerzo de los sistemas de aislamiento acústico de las fachadas de los edificios colindantes.

La situación en España es curiosa, pues se ha pasado de la presencia casi nula de vehículos a motor en las calles hasta la que podemos ver hoy en día en las avenidas de las ciudades más importantes del país, en lo que lo extraño es no ver vehículos motorizados.

Esta situación realmente apenas sorprende, pues según datos del Instituto Nacional de Estadística en el año 2007 había 20 millones de turismos censados en España, lo que hace deducir que por cada automóvil hay dos personas. Es muy conveniente señalar que la mayoría de las ciudades no han sido construidas para soportar un número tan elevado de vehículos, lo que provoca una cantidad altísima de problemas de toda índole.

En los últimos años, el considerado período nocturno de silencio se ha ido reduciendo cada vez más, también provocado por el servicio del transporte público que se ha acabado desbordando debido a la gran demanda, viéndose afectados directamente los suburbios de las áreas metropolitanas de las grandes ciudades con motivo del intenso tráfico presente a todas las horas del día. Es el tráfico, por lo tanto, el factor que más influye en los correspondientes niveles sonoros.

Como conclusión, recordar que según estudios del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, el ruido producido por el tráfico rodado era considerado hasta no hace mucho por los ciudadanos como uno de los problemas más importantes en las zonas urbanas.

2.2. CONCEPTOS BÁSICOS

Para poder obtener unas medidas más precisas necesitamos conocer el grado de incertidumbre que puede afectar a un proceso de medición determinado. Se puede deber a diversos motivos, como pueden ser la velocidad del viento, la humedad relativa, la temperatura o la presión atmosférica.

Éste último término, la presión atmosférica, se mide en Pascales (Pa), pero nosotros la representaremos en hPa. La presión sonora es una medida de diferencial que se sitúa en torno a unos límites acotados, concretamente por encima y por debajo de la presión atmosférica normal (en ausencia de perturbación), por lo que se deduce que a mayor fluctuación, mayor intensidad en la onda sonora que se propaga.

Las variaciones de presión que se producen en el interior de una onda sonora son menores que la presión atmosférica estática pero siendo el rango muy grande. El umbral de audición humana corresponde a una variación en el nivel de presión de 20 μ Pa, siendo el umbral del dolor en el oído de 200 Pa, o sea, diez millones de veces el umbral de audición.

Otros de los agentes mencionados que intervienen en el proceso de evaluación acústica es la velocidad del viento. El viento se forma por diferencias en la temperatura del aire y, por tanto, por la densidad entre dos zonas determinadas.

Para medir de forma directa la velocidad del viento existente usaremos el anemómetro. Este aparato está constituido por unas palas rotativas que giran proporcionalmente en función de la intensidad del mismo. Como consecuencia de ello, en la pantalla se mostrará el valor de la velocidad del viento, representado en m/s.

Otro agente importante que también interviene en procesos de cálculo de incertidumbre en mediciones acústicas es la humedad ambiental.

La humedad ambiental es la cantidad de vapor de agua que se encuentra presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad. En nuestro caso, nos interesará la medida de la humedad relativa.

La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura.

En otras palabras, es la humedad que contiene una masa de aire en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. Se expresa en tanto por ciento (%). Mediremos su valor mediante el uso del anemómetro.

También nos interesará el valor de la temperatura ambiental, la cual se mide en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) y la obtendremos mediante la ayuda del anemómetro.

2.3. EL SONÓMETRO

Todos estos factores que se han desarrollado influyen de forma directa en la escala de magnitudes, la cual de expresarse en forma lineal daría resultados altísimos y, en consecuencia, trabajar con estos valores sería del todo engorroso, por lo que se utiliza una escala logarítmica conocida como decibelio o dB. A su vez esto añade una dificultad considerable cuando se quiere calcular la incertidumbre, ya que los métodos utilizados para obtenerla utilizan las magnitudes en unidades lineales.

Las medidas acústicas, se llevaran a cabo utilizando un **sonómetro**.

Un sonómetro es un aparato ó instrumento con el cual podemos medir la presión sonora existente en un determinado lugar. Estos instrumentos se encargan de captarla mediante un micrófono, convirtiéndola a su vez en señal eléctrica para posteriormente a la salida determinar ese nivel de presión sonora.

2.4. NORMATIVA

2.4.1. LA NORMA GUM

La norma GUM es la Guía para la Expresión de la incertidumbre de medida. En ella se establecen normas generales para la evaluación y la expresión de la incertidumbre de medida aplicables a la mayor parte de los campos de mediciones físicas.

La necesidad por establecer unos criterios homogéneos e internacionales para cuantificar apropiadamente la incertidumbre asociada a cualquier procedimiento metrológico ha dado como resultado la publicación de diversos documentos que sirven de base para un desarrollo específico en cada área y tipo de ensayo.

Muchas legislaciones autonómicas en materia de ruidos (ejemplo de la comunidad Valenciana o Castilla-León) están exigiendo que las empresas dedicadas a la medición de aislamiento acústico estén acreditadas ENAC, lo que supone que para los ensayos acreditados, estas deben contar con el correspondiente supuesto de incertidumbre. Además es obligatorio realizar intercomparaciones para poder acreditarse.

¿Cuándo se puede conocer, pues, el valor final de la incertidumbre?

”La expresión del resultado de una medición está completa sólo cuando contiene el valor atribuido al mensurando como la incertidumbre de medida asociada a dicho valor”.

Este fragmento ha sido extraído del documento conocido como GUM, publicado por primera vez en 1993 por la International Organization for Standardization y en España en 1998 por el Centro Español de Metrología, organismo que por aquel entonces dependía del Ministerio de Fomento.

Este documento hace uso de un modelo matemático en el cual van incluidas todas las magnitudes que puedan afectar de forma significativa a la incertidumbre que se produce como resultado del experimento. Consta de diversas componentes, que pueden estar asociadas con la distribución estadística ó con la distribución de probabilidad. Además, se ha establecido la uniformización del método en todo el mundo para que las magnitudes obtenidas en distintos países sean todas equiparables entre sí.

Cada medida requiere un conocimiento previo de las magnitudes que puedan afectar directamente de una u otra manera al resultado final del ensayo para así poderlas cuantificar matemáticamente y poderlas aplicar al cálculo de la incertidumbre.

El siguiente paso en el proceso de cálculo de la incertidumbre consiste en determinar las fuentes de incertidumbre que afectan a los modelos físico y matemático. En otras palabras, a las diversas variables que puedan hacer acto de influencia o a los parámetros dados a la entrada.

Las fuentes de incertidumbre más frecuentes son las siguientes:

- 1) Patrón utilizado en la calibración de un instrumento (sonómetro).
- 2) La incertidumbre propia a la hora de efectuar la calibración de los instrumentos a usar en los distintos ensayos.
- 3) Repetibilidad en las lecturas.
- 4) Reproducibilidad de las mediciones por cambio de observadores, instrumentos, condiciones de las pruebas,...
- 5) Características propias del instrumento, como resolución, histéresis,...
- 6) Variaciones en las condiciones ambientales.
- 7) Definición del propio mensurando y del sonido residual.
- 8) El modelo utilizado en la medición.
- 9) Variaciones en las magnitudes que puedan ejercer alguna influencia en el ensayo.

La incertidumbre en este tipo de experimentos acústicos depende también de la fuente sonora, del período de tiempo de cada medida, de las condiciones del terreno y el clima (temperatura, humedad relativa, velocidad del viento ó presión atmosférica) y la distancia a la fuente.

A cada uno de estos factores que intervienen en el resultado final de la medición se le asigna una **incertidumbre típica** dependiendo de la diferente forma de evaluación de cada componente y, principalmente, de la distancia desde la fuente al objeto y de las condiciones meteorológicas existentes en dicho momento.

Por ejemplo, al instrumental que se va a utilizar se le atribuye una incertidumbre típica que va a depender de la precisión.

El método escogido a la hora de calcular el nivel de emisor emergente respecto del ruido residual, que se obtiene mediante una resta de los decibelios obtenidos, es desgraciadamente insuficiente ya que mayor será la respectiva incertidumbre típica cuanto menor sea la diferencia entre los dos valores a estudio.

Cuando se obtienen todas las incertidumbres típicas de todos los factores que afectan al proceso de medición, se combinarán para obtener la incertidumbre típica global. El realizar la valoración de las incertidumbres por separado de

un ensayo determinado confirma una importante mejora de cara a la evaluación del ruido. Cada vez existen más y más normas que llevan adjuntadas apartados concretos para el cálculo de la incertidumbre de cada proceso de medida que llevemos a cabo.

A las condiciones de ensayo, en relación con el número de medidas realizadas en un mismo punto de los que se ha escogido, se le asigna un valor de incertidumbre típica que será menor cuanto mayor sea el número de medidas realizadas.

Un concepto muy importante en la legislación y la normativa acústica son los niveles de presión sonora, que sirven para dictar valores y límites.

2.4.2. ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO)

La ISO es la Organización Internacional de Normalización. Es una federación mundial de organismos nacionales de normalización. El trabajo de preparación de estas normas internacionales se realiza normalmente a través de los diversos comités técnicos de ISO.

Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un determinado comité técnico tiene el derecho de estar representado en dicho comité, participando también en dicho trabajo las organizaciones internacionales tanto públicas como privadas coordinadas con ISO.

Todas las normas internacionales se redactan de acuerdo con las reglas establecidas en la PARTE 2 de las Directivas ISO/IEC.

Los proyectos de normas internacionales que preparan los comités se envían a los organismos miembros para su votación, requiriendo al menos el 75% de dichos votos para poder sacar adelante su aprobación.

2.4.2.1. NORMAS ISO

La Norma ISO 1996 bajo el título general Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, consta de dos partes bien diferenciadas:

Parte 1: En ella se describen las magnitudes básicas y métodos de evaluación del ruido medioambiental.

Parte 2: Esta parte se centra en la determinación de niveles de presión acústica y su incertidumbre asociada.

Esta serie de normas ISO 1996 pretenden proporcionar a las autoridades material para la medición y la evaluación del ruido en ambientes comunitarios, pudiéndose desarrollar normas nacionales, reglamentos y los correspondientes límites de ruido aceptables.

2.4.2.2. NORMA ISO 1996-1

Esta Norma Internacional ISO 1996-1 fue preparada por el Comité Técnico ISO/TC 43 Acústica, Subcomité SC 1 Ruido.

Tanto los métodos como los procedimientos que se describen en esta norma se aplican directamente al ruido que procede de diversas fuentes, individuales o conjuntadas, las cuales contribuyen a la exposición total en un determinado lugar de medida.

En la actualidad se está adoptando la modalidad de corregir el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (conocido como “nivel de evaluación”) ya que produce muchas mejoras a la hora de proceder a la evaluación de la molestia que causa el ruido a largo plazo.

Esta norma, en términos generales, define las magnitudes básicas a utilizar para la descripción del ruido existente en ambientes de comunidad. También se encarga de describir los procesos básicos necesarios para la evaluación de la incertidumbre además de especificar los métodos de evaluación del ruido ambiental.

Sigue unas directrices cuya finalidad es la predicción de la respuesta potencial a la molestia causada en una comunidad, la cual ha sido expuesta a ella a largo plazo y que proviene de diversos ruidos medioambientales, estando la aplicación de este método limitada a zonas habitadas y al uso del suelo a largo plazo.

La norma ISO 1996-1 tiene otras muchas finalidades y características:

- a) Se encarga también de definir los términos correctores para ruidos con características determinadas, distintos siempre unos de otros.
- b) “**Nivel de evaluación**” es un término que se usa para desarrollar las mediciones acústicas a las cuales se les han añadido determinados términos correctores, que podrían ser tan sólo uno ó más, pudiéndose conocer la respuesta social a largo plazo a partir de estos niveles de evaluación.
- c) A la hora de proceder a la evaluación de los ruidos, se puede realizar este proceso de forma individual o colectiva, lo que permite tener

claras las características especiales de su impulsividad, tonalidad y contenido de baja frecuencia, así como también las distintas características y propiedades del ruido del tráfico rodado y de ruido industrial o ruido de transportes como aviones o trenes.

- d) Esta norma, además, no especifica qué límites se pueden seguir para el ruido medioambiental.
- e) En este apartado de la norma podemos expresar todas las magnitudes en dB cuando se quiere indicar el L_p , L_{Aeq} o el L_{eq} , entre otros.

TÉRMINOS Y DEFINICIONES DE LA NORMA ISO 1996-1

Para los fines de esta norma europea, se aplican los siguientes términos y definiciones:

a) Nivel de presión sonora ponderado en frecuencia y en el tiempo.

Es diez veces el logaritmo decimal del cuadrado del cociente de una presión sonora cuadrática determinada y la presión acústica de referencia, que se obtiene con una ponderación frecuencial y una ponderación temporal normalizadas. La presión acústica se expresa en Pascales y el nivel de presión sonora en dB.

b) Nivel de presión sonora máximo ponderado en frecuencia y ponderado en el tiempo.

Mayor nivel de presión sonora ponderado en la frecuencia y en el tiempo durante un intervalo determinado de tiempo. Este nivel de presión sonora se expresa también en dB.

c) Nivel percentil (V):

Nivel de presión sonora ponderado en frecuencia y ponderado en el tiempo superando en el N% del intervalo de tiempo considerado. Se usará el percentil 95 y, como en los puntos anteriores, el nivel percentil N también se medirá en dB.

d) Nivel de presión acústica de pico:

Es diez veces el logaritmo decimal del cociente del cuadrado de la presión acústica de referencia, donde la presión acústica de pico es el valor absoluto máximo de la presión acústica instantánea durante un intervalo de tiempo determinado con una ponderación frecuencial determinada o un ancho de banda determinado. El nivel de presión acústica de pico se expresa en dB.

e) Nivel de exposición sonora:

Es diez veces el logaritmo decimal del cociente de la exposición sonora, E, y la exposición sonora de referencia, E₀, siendo la exposición sonora la integral temporal del cuadrado, variable en el tiempo, de la presión sonora instantánea ponderada en frecuencia sobre un intervalo de tiempo determinado, T, o durante un suceso. La exposición sonora se expresa en Pascales al cuadrado por segundo y el nivel de exposición sonora en dB.

F) Nivel de presión sonora continuo equivalente:

También se denomina “nivel de presión sonora promediado en el tiempo”. El nivel de presión sonora continuo equivalente se expresa en dB.

INTERVALOS DE TIEMPO

Existen diferentes tipos de intervalos de tiempo:

1) INTERVALO DE REFERENCIA

Es el período de tiempo, llámese T, al que se refiere la evaluación del ruido.

2) INTERVALO A LARGO PLAZO

Es el período de tiempo especificado, llámese T, sobre el que se evalúa el ruido de una serie de intervalos de referencia.

En el caso de evaluaciones del ruido a largo plazo y para el uso del suelo, se recurrirá al uso de intervalos de tiempo a largo plazo que representen una fracción significativa de un año, como por ejemplo, 3 ó 6 meses.

EVALUACIONES DEL RUIDO

Encontramos dos términos importantes a la hora de proceder a la evaluación del ruido, como son “**término corrector**” y “**nivel de evaluación**”.

El **término corrector** es cualquier cantidad, sea positiva ó negativa y constante ó variable que se añade a un nivel acústico medido para tratar así de explicar y resumir algunas características acústicas del ruido, del período del día en el cual se ha realizado la medida ó del tipo de fuente de la cual se ha hecho uso.

Por otra parte, el **nivel de evaluación** es cualquier nivel acústico medido al cual se le ha añadido un término corrector, como puede ser:

- Mediciones del Nivel de Presión (L_p), bien en las franjas día/noche ó mañana/tarde/noche.
- Características del ruido como son la tonalidad o la intensidad.
- Para explicar las diferencias entre los tipos de fuente, de tipo aeronáutico o ferrocarril.

FUENTES DE RUIDO IMPULSIVO

- **Fuente de ruido impulsivo de alta energía:** Cualquier fuente de tipo explosivo o con grados de perturbación comparables, como pueden ser explosiones en minas y canteras ó medios de transporte, como por ejemplo aviones.

- **Fuente de ruido altamente impulsivo:** Cualquier fuente con un alto grado de perturbación, como pueden ser, por ejemplo, armas de fuego o taladradoras en obras.

- **Fuente de ruido impulsivo normal:** Cualquier fuente que no sea fuente de ruido ó altamente impulsiva. Generalmente no son tan molestos como los ruidos altamente impulsivos. Se podría poner por ejemplo el portazo de un coche o las campanas de la iglesia.

DESCRIPTORES DEL RUIDO AMBIENTAL

Entre ellos, se encuentran los **sucesos aislados** como por ejemplo el paso de un camión, un tractor ó un avión. En nuestro caso sí que hubo presencia de estos tres medios de transporte en algunas de las medidas realizadas.

Se utiliza la **ponderación frecuencial A** excepto en caso de ruidos impulsivos de alta energía o de ruidos con alto contenido de baja frecuencia para medir:

- el nivel de exposición sonora con la ponderación frecuencial especificada;
- el nivel de presión sonora máximo con la ponderación frecuencial y la ponderación temporal especificadas;

- el nivel de presión acústica de pico con la ponderación frecuencial especificada.

La duración de este tipo de sucesos se debe especificar en función de algunas características del ruido como pueden ser la cantidad de veces que se ha sobrepasado un nivel de sonido fijado previamente, por lo que podemos definir la duración como el tiempo total durante el cual el nivel de presión sonora alcanza los 10 dB de su nivel de presión sonora máximo.

Otro tipo de descriptor son los **sucesos aislados repetitivos**. Se trata de sucesos repetidos de los ruidos de un suceso aislado existente como pueden ser ruido de aviones, trenes o de circulación con poco tráfico. Se puede interpretar como el resultado de la suma del ruido producido por varios sucesos individuales, como por ejemplo el ruido de los disparos de un arma.

Se utilizan los niveles de exposición sonora de los ruidos de un suceso aislado y el número correspondiente de sucesos para determinar los niveles de evaluación de presión sonora continuos equivalentes.

Existe otro tipo de descriptor del ruido medioambiental que se conoce con el nombre de **ruido continuo**, en el que el nivel de presión sonora puede ser constante o puede variar ligeramente durante un intervalo de tiempo. Producen este tipo de ruido algunos sistemas como ventiladores, torres de refrigeración ó transmisores.

Los sucesos aislados repetitivos se describen mediante el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A durante un intervalo de tiempo especificado.

En el caso de ruidos intermitentes se puede recurrir al uso del nivel de presión sonora máximo ponderado A con una ponderación temporal determinada.

El ruido de tráfico, por otra parte, puede ser clasificado de dos formas; bien como una fuente continua ó bien como una suma de diversos ruidos de sucesos aislados repetitivos.

DESCRIPTORES PARA EL RUIDO EN LAS COMUNIDADES

Las autoridades competentes son quienes pueden decidir qué fuente, en caso de haberlas, se puede combinar y qué términos correctores se deben aplicar, en caso también de que existan.

Se usará el nivel de presión sonora equivalente en caso de que el ruido tenga ciertas características especiales. También se pueden especificar el nivel de

presión sonora máximo, el nivel de exposición sonora corregido ó el nivel de presión acústica de pico.

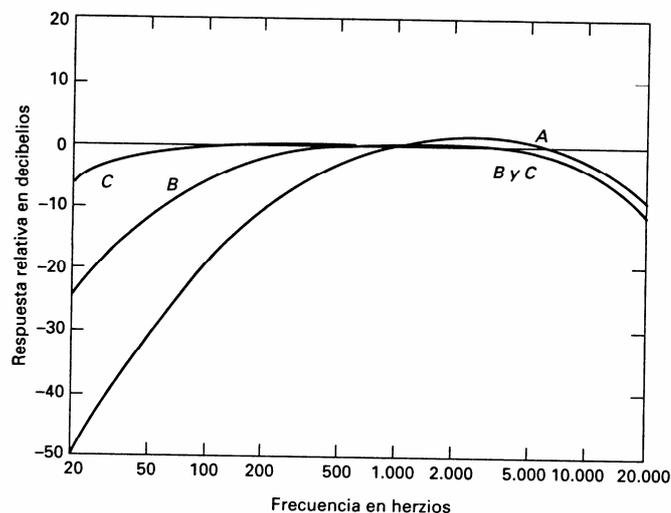
Para conocer la estimación de la respuesta de molestia a largo plazo de una comunidad frente a los ruidos con alguna de estas características especiales se añade un término corrector en decibelios al nivel de exposición sonora ponderado A o al nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A.

PONDERACIONES FRECUENCIALES

Ponderación frecuencial A: Se utiliza para evaluar todas las fuentes de ruido excepto los ruidos impulsivos de alta energía o los ruidos con un alto contenido de baja frecuencia. Nunca debe utilizarse para realizar medidas de los niveles de presión acústica de pico.

También existen las redes de ponderación frecuencial B y C, pero en este proyecto únicamente se hará uso de la ponderación A para obtener el nivel de presión sonora corregido tras aplicar la diferencia entre los valores de presión sonora y los valores de los percentiles 95 y 99.

En la siguiente gráfica se muestran los valores de presión sonora que toma cada una de las redes para una serie dada de frecuencias.



Redes de ponderación frecuenciales A, B, C y D

NIVELES DE EVALUACIÓN

- **Fuente de ruido única (para un intervalo de tiempo determinado, T_n):**

$$L_{Reqj,Tn} = 10 \log \left(\frac{1}{T_n} \sum_i 10^{L_{REij}/10} \right) dB$$

- **Fuentes de ruido combinadas:**

El intervalo de tiempo T se subdivide en intervalos de tiempo T_{nj} para cada fuente, j . Se escoge el valor de T_{nj} de manera que el término corrector en L_{reqj} , T_n sea constante. La subdivisión de este intervalo de tiempo T puede variar para las diferentes fuentes.

$$L_{ReqT} = 10 \lg \left(\frac{1}{T_n} \sum_n \sum_j T_{nj} \times 10^{L_{Reqj,T_{nj}}/10} \right) dB$$

REQUISITOS DE LOS NIVELES DE RUIDO

- Están fijados por las autoridades responsables.
- Dependen del período del día, las actividades a proteger, el tipo de fuente de ruido o la situación.
- Comprenden tanto valores límites como procedimientos. Estos últimos se pueden basar en cálculos de modelos de previsión de ruido.

Un procedimiento de evaluación debería incluir:

- a) uno ó más descriptores de ruido.
- b) un intervalo de tiempo de interés.
- c) lugares en donde los límites de ruido deben ser correctamente verificados.
- d) tipo y características de la zona donde se va a hacer uso de los límites de ruido.
- e) La fuente, el modo de funcionamiento y su entorno determinado.
- f) Condiciones de propagación, las cuales van desde la fuente al receptor.
- g) Criterios para establecer la conformidad con los límites.

A todo esto, se deben especificar:

- i) Los términos correctores.
- ii) Los intervalos de tiempo de referencia.
- iii) Fuentes de ruido y las condiciones de funcionamiento.
- iv) Las ubicaciones. En caso de tener que verificar los límites con las mediciones efectuadas cerca de edificios u otros objetos reflectantes de gran tamaño, se deberán seguir como consecuencia lo referido en la NORMA ISO 1996-2 que describiremos en el siguiente punto.
- v) Condiciones de propagación.
- vi) Las incertidumbres. Se deberá indicar el método usado, ya que es imprescindible tener en cuenta las incertidumbres relativas a la predicción o al proceso de medición realizado a la hora de establecer la conformidad con los límites. De tratarse de este último caso, se considerará necesario especificar un número mínimo de mediciones estadísticamente independientes.

2.4.2.3. NORMA ISO 1996-2. RESUMEN Y APLICACIÓN

Contiene una guía para determinar las incertidumbres de los niveles de presión sonora medidos en la ponderación frecuencial A. Describe, además, cómo determinar los niveles de presión sonora para evaluar el ruido ambiental por cálculo, por medición directa y por extrapolación de los resultados de las mediciones tras la realización de un cálculo previo. Cualquier banda de frecuencias es útil para realizar estas mediciones.

TÉRMINOS Y DEFINICIONES DE LA NORMA

Para empezar, se necesita tener la localización del receptor, que es el lugar en el cual se va a proceder a evaluar el ruido. A continuación, se dispondrá de un método de cálculo para obtener el nivel de presión sonora alcanzado en localizaciones arbitrarias de medida y para calcular datos de atenuación de sonido.

Una vez escogido el método de cálculo, se obtendrán los futuros niveles de ruido mediante los denominados métodos de predicción y, finalmente, se elegirá un tiempo de medición determinado y se decidirá el número de medidas a realizar.

PROCEDIMIENTO DE MEDIDA. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

Se medirá en las tres franjas horarias de la jornada: la mañana, la tarde y la noche y se obtendrán los siguientes datos de cada una de las medidas que vayamos a realizar:

1) Nivel de exposición sonora, L_E

Se ha medido este nivel de exposición sonora realizando varias mediciones ó eventos, concretamente 5 para cada uno de los puntos de medida.

La duración temporal de las medidas estará comprendida entre los 5 y 10 minutos a una distancia suficientemente grande como para incluir las aportaciones sonoras de las principales fuentes de ruido y suficientemente corta para simplificar y limitar al mínimo la intervención y participación de los efectos meteorológicos. En otras palabras, se debe preparar de forma que las condiciones meteorológicas influyan lo menos posible en nuestro proceso de medición.

En un evento de estas características hay que proceder a realizar las medidas del nivel de presión acústica hasta que dicho nivel se haya reducido al menos 10 dB por debajo del nivel máximo obtenido.

Una vez obtenidos L_E y L_{eqT} , se debe determinar el promedio energético de todos los valores medidos por el instrumental.

2) Nivel de percentiles, $L_{N,T}$

Hay que almacenar todos los valores de $L_{eq,t}$ durante todo el intervalo de tiempo escogido para cada una de las mediciones así como también el nivel de presión sonora con un tiempo de muestreo inferior a la constante de tiempo de la ponderación usada, que en este caso es la A. El intervalo será de un 1 dB como máximo.

3) Nivel de presión sonora ponderada en frecuencia y ponderada en tiempo, L_{Fmax} , L_{Smax}

Para cada categoría de la fuente sonora en condiciones de operación hay que determinar, de ser relevante, los siguientes valores de cada punto de medida:

el máximo, las medias aritméticas y energéticas, la media energética, la desviación estándar y la distribución estadística.

4) Nivel de presión sonora de pico, L_{pico}

5) Sonido residual

Cuando la diferencia está entre 3 y 10 dB se puede aplicar la siguiente corrección:

$$L_{corr} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{medido}}{10}} - 10^{\frac{L_{residual}}{10}} \right) \text{dB}$$

En cambio, si el nivel de presión sonora residual está 10 dB o más por debajo del nivel de presión sonora medido, no es necesario hacer correcciones.

Si esa diferencia es de 3 dB no hay que hacer tampoco correcciones porque la incertidumbre es muy grande.

CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Para realizar correctamente todo el proceso de medición, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- La superficie de la vía del tráfico deberá estar seca.
- La superficie del suelo no deberá estar cubierta de nieve o hielo y no debería estar ni congelada ni tener cantidades excesivas de agua, siempre que no sean, evidentemente, estas situaciones las que se pretenda estudiar.

Los niveles de presión sonora varían en función de las condiciones meteorológicas existentes.

Para suelos blandos:

$$\frac{h_s + h_r}{r} \geq 0,1$$

En cambio, para suelos duros se aceptan distancias mayores.

Cuando la ecuación anterior no se cumple, las condiciones meteorológicas pueden afectar seriamente al proceso de medición y, en consecuencia, a sus resultados finales.

La velocidad del viento se deberá medir a una altura comprendida entre los 3 y los 11 m sobre el nivel del suelo y situarse entre 2 y 5 m/s durante el día y 0,5 m/s durante la noche.

TRABAJO PREVIO A LA TOMA DE MEDIDAS

Previamente, antes de comenzar a medir, es importante proceder a registrar la siguiente información adjunta:

- i) Hora del día y lugar de las mediciones.
- ii) Instrumentación y su calibración.
- iii) Medidas y niveles de presión sonora corregidos (L_{eqT} , L_E , L_{max}) con ponderación A.
- iv) Percentiles.
- v) Estimación de la incertidumbre de medición.
- vi) Información sobre los valores de los niveles de presión sonora residual durante todo el proceso de medición.
- vii) Los intervalos de tiempo escogidos para todas las medidas a realizar.
- viii) Descripción detallada de todos los lugares de medida escogidos, incluyendo las características del suelo, y sus localizaciones, sin olvidarse de la altura sobre el suelo y del micrófono.
- ix) Descripción de las condiciones de funcionamiento, incluyendo el número de vehículos (sean ligeros, pesados ó motocicletas), tractores, trenes o aviones que pasen por la zona, siendo especificados y clasificados en las categorías anteriormente mencionadas.
- x) Descripción de las condiciones meteorológicas, incluyendo la velocidad del viento, la temperatura, presión barométrica y la humedad relativa.

Para los cálculos, se incluirá el proceso de cálculo de la incertidumbre.

LEGISLACIÓN EN ACÚSTICA AMBIENTAL

Se citan a continuación las leyes que afectan directamente a nuestro proyecto, tanto durante el proceso de medición como las relacionadas con la contaminación acústica y la evaluación y gestión del ruido ambiental:

LEY DEL RUIDO (LEY 37/2003). DECRETOS

- RD 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la *evaluación y gestión del ruido ambiental*.

- RD 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a *zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas*.

- RD 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Esta Ley 37/2003 de 17 de Noviembre contiene las previsiones del proyecto sobre calidad acústica, definida como el grado de adecuación de las características acústicas de un lugar a las actividades que se realizan en su ámbito. El gobierno ha de plantear y aclarar los objetivos de calidad acústica que se deben aplicar a cada tipo de área acústica, de manera que se garantice en todo el país un nivel mínimo de protección frente a los inconvenientes que conlleva y acarrea la contaminación acústica.

Esta ley también afirma que las áreas acústicas son zonas que comparten idénticos objetivos de calidad acústica.

Las comunidades autónomas tienen la potestad de decidir los tipos de áreas acústicas, las cuales han sido clasificadas en función del uso predominante del suelo.

Hay dos supuestos especiales en relación a las áreas acústicas:

- Las ***reservas de sonidos de origen natural***.

- Las ***zonas de servidumbre acústica***.

Las características que tienen en común estos dos supuestos es que no se consideran áreas acústicas, por la única razón de que en ningún momento se establecerá para ellas objetivos de calidad acústica.

En cada una de las áreas acústicas, se deberán respetar los valores máximos establecidos anteriormente por la legislación para así poderse cumplir los respectivos objetivos de calidad acústica que previamente se han fijado.

LEY 7/2002, DE PROTECCIÓN CONTRA LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

- Decreto 266/2004 de la Generalitat Valenciana, de 3 de diciembre, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios.

- Decreto 104/2006, de 14 de julio, del Consell de la Generalitat Valenciana, de planificación y gestión en materia de contaminación Acústica. Ordenanza municipal de protección contra la contaminación acústica de Valencia, junio 2008.

REAL DECRETO 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la ley 37/2003 del ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.

En este decreto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y las consecuencias e impacto que tiene sobre la gente, junto a una serie de medidas que se describen a continuación:

- La **elaboración de mapas estratégicos de ruido** para determinar cual es el grado de exposición de los ciudadanos al ruido ambiental.
- La **adopción de soluciones para la prevención y la disminución del ruido ambiental** en casos particulares, siendo el más importante cuando los niveles de exposición sonora puedan ser altamente nocivos para la salud de las personas.
- **Informar de primera mano a la población** sobre el ruido ambiental, sus causas y efectos a posteriori por parte de las autoridades pertinentes.

REAL DECRETO 1367/2007, de 19 de octubre

El objetivo del RD 1367/2007 del 19 de octubre es el de completar el desarrollo descrito en la ley 37/2003. En este decreto se fijan:

- La definición de índices de ruido y de vibraciones.
- La delimitación de los diferentes tipos de zonas y servidumbres acústicas.
- Los objetivos de calidad acústica para cada zona ó área.
- Los valores máximos de emisión de los diferentes emisores acústicos.
- Los métodos y procedimientos de evaluación de ruidos y vibraciones.

Deberá realizarse periódicamente (como máximo, cada diez años desde la última vez que se llevó a cabo) una revisión de la delimitación de las zonas acústicas.

Las servidumbres acústicas están destinadas a lograr el funcionamiento conjunto de las infraestructuras de transporte viario, aéreo y ferroviario con los usos de instalaciones, del suelo o de actividades en las regiones afectadas por el ruido que estas mismas infraestructuras provocan.

Estas zonas de servidumbre comprenderán el territorio situado en el entorno de la misma infraestructura y que está delimitado por la curva de nivel del índice acústico que se encuentre a mayor distancia de la infraestructura, representando el nivel sonoro que ella misma produce.

Al delimitar una de estas zonas en un área urbanizada se deberá elaborar de forma simultánea un plan de acción que sea el adecuado en materia de contaminación acústica.

En el caso de que en el interior de una zona de servidumbre acústica existan edificaciones o urbanizaciones, en la declaración del impacto ambiental a formular se deberán especificar las medidas que sean económicamente proporcionadas, tomando en consecuencia las mejores técnicas de las que se pueda disponer para lograr en el interior de estas edificaciones unos niveles de inmisión que sean adecuados y proporcionales, además de compatibles, con el uso que se dé a las mismas.

LEY 7/2002, Estudio acústico, Artículo 25

Esta ley guarda relación con los instrumentos de planeamiento urbanístico, en los cuales deberán aparecer tanto la información como las propuestas adjuntas en los planes acústicos municipales.

En caso de no haberlos, a estos instrumentos de planteamiento urbanístico se les añadirá un estudio acústico mediante el uso de modelos matemáticos predictivos que faciliten la evaluación de su impacto acústico y la toma de medidas oportunas para tratar de conseguir su reducción.

LEY 7/2002, Artículo 36

Las actuaciones que van fijadas a una evaluación del impacto ambiental y los proyectos de instalación de actividades sujetas también a la aplicación de la normativa vigente en materia de actividades que se han catalogado y clasificado de ser causantes de ruidos y vibraciones, deberán incluir un **estudio acústico** que abarque todas y cada una de las fuentes sonoras además de una evaluación de las medidas correctoras a adoptar para asegurar la no transmisión de ruido al exterior o a edificios adyacentes de niveles de ruido que estén por encima de los fijados en esta ley.

En aquellos casos en que la actividad esté fijada a los dos procedimientos explicados que se terminan de explicar, únicamente hará falta que el estudio acústico vaya incluido en el proceso de evaluación del impacto ambiental en los municipios.

3. CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE EN ACÚSTICA AMBIENTAL

3.1. CONCEPTOS BÁSICOS

La **incertidumbre** en la medida se define como el parámetro que, asociado al resultado obtenido tras la realización de una medición fuere del tipo que fuere, tiene la función de caracterizar la dispersión de los valores que de una forma razonada se podrían relacionar directamente con el **mensurando**.

Pero... ¿qué es el mensurando y en qué consiste?

Un mensurando es la magnitud particular objeto de una determinada medición. Un mensurando se puede medir de diferentes maneras, bien de forma directa (por ejemplo, cuando se usa el termómetro para conocer la temperatura del cuerpo humano) o de forma indirecta a partir de otras magnitudes de entrada que se relacionan con el mensurando a través de un modelo matemático o relación funcional (pondremos por ejemplo la medición de la densidad a partir de mediciones de masa y volumen utilizando el modelo matemático $\text{densidad} = \text{masa}/\text{volumen}$).

Existe tan sólo una magnitud global de salida que depende de cierta cantidad de magnitudes que se le asignen a la entrada, obteniendo como resultado de todas ellas esa magnitud de salida.

Hay magnitudes que pueden afectar al proceso de evaluación de la incertidumbre que no se conocen exactamente. Estas magnitudes se conocen como **aleatorias** y, tal como se acaba de explicar, tanto las magnitudes de salida y de entrada también son aleatorias.

Este tipo de variables pueden escoger cualquier valor de una lista determinada de valores, asociándose como consecuencia una distribución de probabilidad.

Dependiendo del método usado para obtener el valor de una magnitud determinada y su incertidumbre las magnitudes de entrada se pueden clasificar en dos grupos:

a) Las magnitudes cuya incertidumbre se obtiene **de forma directa en el proceso de medición**. Estos valores pueden exigir la determinación de correcciones de las lecturas del instrumental y de algunas magnitudes como pueden ser la temperatura ó la humedad relativa.

b) Las magnitudes cuyo valor se incorporan a la medición **desde fuentes externas como pueden ser datos obtenidos de determinados manuales.**

Los valores que se introducen a la entrada se suponen correctos, pues se han corregido previamente todos los efectos significativos que pudieran tener. De lo contrario, se hubieran modificado mediante la introducción de correcciones necesarias como magnitudes de entradas distintas.

En casos de mediciones acústicas la incertidumbre es considerada muy importante, sobretodo en niveles de presión sonora, leyes de ruido en ayuntamientos, leyes sobre emisión de ruidos ó normas sobre aislamiento en edificios.

El resultado final de una medida es tan sólo una estima del valor del mensurando y su significado será pleno cuando se disponga de una indicación de la incertidumbre de esta estima. Esta incertidumbre del resultado final da una idea de la ignorancia que se tiene del verdadero y exacto valor del mensurando. Los efectos sistemáticos causan ciertos efectos aleatorios y una corrección imperfecta del resultado final de la medida da pie a lo que se ha definido como incertidumbre.

Un eficiente y eficaz sistema que garantice la gestión de las mediciones asegura que el instrumental del cual se va a hacer uso y los métodos y procesos de medición escogidos van a ser los más adecuados para la realización de un proyecto. Es, además, muy importante para alcanzar la calidad máxima del producto y gestionar correctamente el riesgo de alcanzar resultados de medidas erróneos.

El resultado de una medición incluye la mejor estimación del valor del mensurando y una estimación de la incertidumbre sobre ese valor, ya que la imperfección natural producida en la realización de mediciones hace imposible conocer con certeza absoluta el valor verdadero de una magnitud.

MODELOS DE MEDICIÓN

1) MODELO FÍSICO

Este modelo estudia el proceso de medición de manera exacta y completa. Se necesita, además, simplificar el fenómeno sin variar las características claves y más importantes para el propósito que se desea conseguir, mediante la construcción de un modelo para la medición.

El modelo físico de la medición consiste en una serie de suposiciones iniciales sobre el mensurando y en las variables, sean físicas o químicas, que se consideran relevantes para el proceso de medición.

2) MODELO MATEMÁTICO

El modelo físico se representa por un modelo que hace uso de un lenguaje matemático, conocido como **modelo matemático**, que es al que hemos utilizado durante este proyecto.

Este modelo supone aproximaciones originadas por la limitada representación de las relaciones que guardan las variables envueltas en el proceso.

Con todo esto, la estimación del mensurando Y (estimación de salida expresada por y) se puede obtener con las estimaciones de entrada x_i como valores de las magnitudes de entrada X_i . Matemáticamente, se expresaría de la siguiente manera:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n);$$

TIPOS DE INCERTIDUMBRES

La incertidumbre de medida que va asociada a las estimaciones de entrada se evalúa mediante dos métodos:

- **Evaluación Tipo A de la incertidumbre típica** es el método de evaluar la incertidumbre mediante el *análisis estadístico de una serie de observaciones*.

El término definido en el párrafo anterior, la incertidumbre típica, es la *desviación típica experimental* de la media derivada de un determinado procedimiento promediado.

- **Evaluación Tipo B de la incertidumbre típica** es el método de evaluar la incertidumbre mediante un procedimiento distinto al análisis estadístico de una serie de observaciones. La estimación de la incertidumbre típica se basa en:

- Certificados de calibración.
- Especificaciones y manuales del instrumento de medición.
- Valores de mediciones anteriores.
- Conocimiento sobre las características del sistema de medición.

3.2. FUENTES DE INCERTIDUMBRE

La incertidumbre en la medida se expresa como una incertidumbre expandida basada en una combinación de incertidumbres estándar multiplicada por un factor de cobertura de 2, proporcionando una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Tabla 1 – Resumen de la incertidumbre de medición para L_{Aeq}

Incertidumbre típica				Incertidumbre típica combinada	Incertidumbre de medición expandida
Debido a la instrumentación ^a	Debido a las condiciones de funcionamiento ^b	Debido a las condiciones meteorológicas y del terreno ^c	Debido al sonido residual ^d		
1,0	X	Y	Z	σ_t	$\pm 2,0 \sigma_t$
dB	dB	dB	dB	$\sqrt{1,0^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$	dB

Tal cómo se aprecia en el resumen anterior, la incertidumbre depende de varios factores, entre los cuales se encuentran:

A) Incertidumbre debida a la instrumentación

Representa la influencia que ejercen los distintos operadores y equipos en el mismo lugar bajo unas condiciones cortantes.

Si la instrumentación es de clase 1 la incertidumbre será de 1 dB, pero si se usa otra instrumentación diferente ésta será todavía mucho mayor.

La incertidumbre debida a la instrumentación se puede obtener realizando la siguiente suma:

$$\delta_i(L) = \delta_{PFE} + \delta_{PFA} + \delta_{LS} + \delta_{RMS} + \delta_{PT} + \delta_{CA} + \delta_{CC} + \delta_{ES} + \delta_{TS} + \delta_{PS} + \delta_{CS}$$

donde:

δ_{PFE} : corrección de calibración eléctrica del nivel de presión sonora con ponderación A

δ_{PFA} : representa la corrección de calibración acústica del nivel de presión sonora con ponderación A.

δ_{LS} : representa la corrección asociada con la linealidad del sonómetro en su rango de referencia.

δ_{RMS} : representa la corrección asociada con detector RMS del sonómetro evaluada eléctricamente.

δ_{PT} : representa la corrección asociada con la función de ponderación temporal.

δ_{CA} : representa la corrección asociada con el ajuste inicial del sonómetro utilizando un calibrador acústico.

δ_{CC} : representa la corrección de utilización del calibrador acústico sobre su valor certificado.

δ_{ES} : representa la corrección asociada a la resolución finita del valor de la indicación del sonómetro.

δ_{TS} : representa la corrección asociada con la influencia de las variaciones de temperatura.

δ_{PS} : representa la corrección asociada con la influencia de las variaciones de la presión atmosférica.

δ_{CS} : representa la corrección asociada con la influencia de la carcasa del sonómetro

Estas correcciones se pueden dividir en dos grupos bien diferenciados:

1) Contribuciones a la incertidumbre debida al grupo 1

δ_{PFE} =corrección de calibración eléctrica del nivel de presión sonora con ponderación A.

$$u(\delta_{PFE}) = \frac{U_E}{K_n} = \pm \frac{0,15}{2} = \pm 0,075 \text{ dB}$$

donde U_E es la incertidumbre expandida certificada.

δ_{PFA} : representa la corrección de calibración acústica del nivel de presión sonora con ponderación A.

$$u(\delta_{PFA}) = \frac{U_A}{K_n} = \pm \frac{0,15}{2} = \pm 0,075 \text{ dB}$$

donde U_E es la incertidumbre expandida certificada.

δ_{LS} : representa la corrección asociada con la linealidad del sonómetro en su rango de referencia.

$$u(\delta_{LS}) = \sigma_L = 0,011 \text{ dB}$$

δ_{RMS} : representa la corrección asociada con detector RMS del sonómetro evaluada eléctricamente.

$$u(\delta_{RMS}) = \sigma_R = 0,055 \text{ dB}$$

Se calcula a partir de la desviación típica de las desviaciones en dB de la precisión del detector RMS.

δ_{PT} : representa la corrección asociada con la función de ponderación temporal

$$u(\delta_{PT})_{fast \text{ o } slow} = \frac{\Delta_{PT}}{\sqrt{3}} = \frac{0,1}{\sqrt{3}} \geq 0,0577 \text{ dB}$$

$\Delta_{PT}=0,1$ Máxima de las desviaciones de las constantes temporales. En nuestro caso la Slow es la más restrictiva

δ_{CA} : representa la corrección asociada con el ajuste inicial del sonómetro utilizando un calibrador acústico.

La corrección δ_{CA} tendrá un valor nulo pero su incertidumbre será debida a la propia resolución del sonómetro:

$$u(\delta_{CA}) = \frac{E_S}{2\sqrt{3}} = \frac{0,01}{2\sqrt{3}} \geq 0,00288 \text{ dB}$$

Siendo E_S el dígito en pantalla menos significativo (resolución del sonómetro).

δ_{CC} : representa la corrección de utilización del calibrador acústico sobre su valor certificado.

El valor del nivel de presión sonora generado por el calibrador no es el que tenemos certificado porque las condiciones ambientales en que lo estamos utilizando pueden ser distintas a las de calibración y además su valor deriva con el tiempo; por lo tanto la corrección δ_{CC} modela este hecho y su incertidumbre asociada será la incertidumbre de uso del calibrador, luego:

$$u(\delta_{PFE}) = \frac{U_c}{K_n} = \pm \frac{0,11}{2} = \pm 0,055 \text{ dB}$$

Donde U_c es la incertidumbre expandida de uso del calibrador.

δ_{ES} : representa la corrección asociada a la resolución finita del valor de la indicación del sonómetro.

Dado que la indicación del sonómetro es de tipo digital la componente de incertidumbre asociada será

$$u(\delta_{ES}) = \frac{E_S}{2\sqrt{3}} = \frac{0.01}{2\sqrt{3}} \geq 0.00288 \text{ dB}$$

Siendo E_S la resolución del sonómetro o lo que es lo mismo el dígito menos significativo, cuando volcamos los datos.

2) Contribuciones a la incertidumbre debida al grupo 2

δ_{TS} : representa la corrección asociada con la influencia de las variaciones de temperatura.

$$\delta_{TS} = \alpha_m \cdot (23^\circ \text{C} - T_M)$$

A partir del coeficiente de temperatura α_M , se valorará la componente de incertidumbre asociada a δ_{TS} , suponiendo una distribución rectangular sobre el intervalo de variación de la temperatura, $T_M \pm \Delta T$, siendo:

$$u(\delta_{TS}) = (\alpha_M \cdot \Delta T) / \sqrt{3}$$

δ_{PS} : representa la corrección asociada con la influencia de las variaciones de la presión atmosférica.

Siendo P_M la presión atmosférica de medida y γ_M el coeficiente de variación de la presión ponderado en frecuencia, la corrección será:

$$\delta_{PS} = \gamma_M \cdot (1013 \text{ hPa} - P_M)$$

y suponiendo una distribución rectangular sobre el intervalo de variación de la presión atmosférica, $P_M \pm \Delta P$, la componente de incertidumbre será:

$$\delta_{PS} = (\gamma_M \cdot \Delta P) / \sqrt{3}$$

δ_{CS} : representa la corrección asociada con la influencia de la carcasa del sonómetro

$$u(\delta_{PS}) = \frac{\Delta_{CS}}{\sqrt{3}}$$

B) Incertidumbre debida a las condiciones de operación

Cuanto más a largo plazo sean las medidas, más mediciones necesitaremos hacer para determinar la repetibilidad de la desviación estándar.

Se deben realizar un mínimo de 3 medidas, aunque es mejor si se realizan 5, pero usando siempre el mismo procedimiento de medida, mismos equipos e instrumental y midiendo siempre en el mismo lugar. Las medidas hay que

realizarlas en una posición donde las variaciones meteorológicas influyan lo mínimo posible.

La incertidumbre estándar X para tráfico rodado es:

$$X = \frac{10}{\sqrt{n}} dB$$

Siendo n el número total de vehículos.

C) Incertidumbre debidas al clima y al suelo

Depende de la distancia de medición y de las condiciones meteorológicas. Para mediciones a corto plazo, las variaciones en las condiciones del suelo son pequeñas. En caso de querer realizar medidas a largo plazo, se procederá de forma diferente: habrá que tener en cuenta los diferentes climas por separado, para después combinarlos.

Las variaciones en las condiciones del suelo pues, para el caso de medidas a largo plazo, pueden aumentar considerablemente la incertidumbre en la medida. Para superficie del terreno dura entre la fuente y la posición de medición sea dura $\sigma_m=0,5$ dB hasta 25 m en situación baja y hasta 50 m en situación alta.

D) Incertidumbre debida al sonido residual

La incertidumbre varía dependiendo de la diferencia entre los valores totales medidos y el sonido residual, así como también del parámetro que se ha medido (incluyendo la auto-generación de ruido en la instrumentación).

Antes de comenzar a hallar el valor de la incertidumbre asociada se debe comprobar primero si la diferencia entre el nivel de presión sonora residual y nivel de presión sonora medido está 10 dB ó más por debajo y si, en caso de estarlo, también lo está por debajo de 3 dB (en esta situación no se haría corrección porque la incertidumbre resultante tendría un valor demasiado alto).

Pero cuando la diferencia oscila entre 3 y 10 dB, tal como se explicó ya en el capítulo anterior, se aplicará la siguiente corrección:

$$L_{corr} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{medido}}{10}} - 10^{\frac{L_{residual}}{10}} \right) dB$$

A continuación, se calcula la incertidumbre del nivel sonoro residual Z :

$$Z = \sqrt{\sigma_s^2 - \sigma_o^2}$$

σ_s = incertidumbre del nivel sonoro específico

σ_o = incertidumbre del nivel sonoro total medido actual

Se define como el valor de incertidumbre del nivel sonoro residual como la combinación del nivel total y el sonido residual.

$$Z \cdot C$$

Donde Z es el sonido residual y C la sensibilidad residual que viene dada por

$$C_{resid} = \frac{-10^{L_{resid}/10}}{10^{L_{total}/10} - 10^{L_{resid}/10}}$$

Obtenidas todas las incertidumbres ya se puede calcular la combinada, tal como aparece indicado en el siguiente resumen adjunto:

Tabla 1 – Resumen de la incertidumbre de medición para L_{Aeq}

Incertidumbre típica				Incertidumbre típica combinada	Incertidumbre de medición expandida
Debido a la instrumentación ^a	Debido a las condiciones de funcionamiento ^b	Debido a las condiciones meteorológicas y del terreno ^c	Debido al sonido residual ^d		
1,0	X	Y	Z	σ_t	$\pm 2,0 \sigma_t$
dB	dB	dB	dB	$\sqrt{1,0^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$	dB

Una vez se tiene el valor de la incertidumbre combinada, ya sólo falta hallar la expandida, que se obtiene multiplicando su valor por 2.

4. MEDIDAS ACÚSTICAS Y SU ANALISIS

4.1. MEDIOS E INSTRUMENTAL UTILIZADO

Este estudio requiere la realización de un ensayo según las normas UNE-EN ISO 1996:1 y UNE-EN ISO 1996:2. En consecuencia, el instrumental utilizado para el mismo es el siguiente:

- a) Sonómetro Brüel & Kjaer modelo 2250. El modelo del micrófono es el 4189.
- b) Calibrador.
- c) Ordenador personal para volcar los datos almacenados en el sonómetro, tras tomar las medidas, mediante el uso del software del sonómetro.

Se han realizado los mapas de botones con la ayuda de Google Earth y el proceso de cálculo de la incertidumbre mediante Excel.

4.2. PLAN DE TRABAJO

Ya se desarrollaron en capítulos anteriores los objetivos fijados que se pretenden alcanzar: Se desea obtener un método de cálculo de incertidumbre en el ruido ambiental.

Como se podrá apreciar a lo largo del desarrollo de este capítulo, se han elegido siete puntos para realizar dichas medidas. De estas siete zonas, sólo tres están situadas en la carretera, por lo que habrá una importante presencia de tráfico de vehículos.

Las otras cuatro son medidas interiores. Dos de ellas están situadas en el terreno donde se pretenden construir los apartamentos residenciales, cada una en un extremo del mismo, y las otras dos se extienden a lo largo del estrecho camino adyacente situado junto a la acequia.

Una vez fijada la ubicación de estos siete puntos de medida, se ha decidido realizar este estudio del cálculo de la incertidumbre durante el transcurso de dos jornadas, a las que nos referiremos como **JORNADA 1** y **JORNADA 2**. Ello nos servirá para hacernos una idea más clara y precisa de todo el proceso de cálculo de la incertidumbre para así conocer de primera mano y concretar lo máximo posible el valor de las medidas acústicas.

Dentro de cada una de estas dos jornadas, se definieron tres franjas horarias y, teniendo en cuenta la fluidez del tráfico (sobre todo en las tres zonas

situadas en los lindes de la carretera), se determinó la duración de cada medida, que fue finalmente de 10 minutos.

Una vez conocida la duración de cada medición, se decidió realizar cinco pruebas en cada uno de los puntos durante las tres franjas de la jornada: **MAÑANA, TARDE Y NOCHE.**

Esto hizo un total de 35 medidas por franja y, por lo tanto, 105 mediciones por jornada en todos los puntos escogidos. Con todo, sumando el número de medidas total por jornada de ambas jornadas, se resolvió que el número total de mediciones del proyecto iba a ser de 210.

A continuación, antes de empezar a medir, se procedió a realizar la previa calibración del sonómetro.

Se anotó en una libreta los valores de algunos de los factores ó fuentes de incertidumbre que podían afectar a la precisión de los resultados de las medidas. Se anotó los valores de la velocidad del viento, expresada en m/s, de la humedad relativa (%) y de la temperatura (°C) existentes en cada uno de los puntos de medida. Además, también se registraron los valores mínimos y máximos de presión atmosférica de cada zona de medida en cada momento de la jornada.

Se realizó como paso final el promedio de estos dos valores de la presión atmosférica, obteniendo un único valor equivalente.

También se determinó durante el proceso de medida realizar un recuento del caudal del tráfico existente en cada punto, pues es este otro factor que proporciona cierta incertidumbre en las medidas. Se anotaron el número de motocicletas, el de vehículos ligeros (automóviles con una masa inferior a 3.500 kg) y el de vehículos pesados (automóviles con una masa superior a 3.500 kg). Además, se añadió otra columna en la que se anotaban el número, en caso de haberlos, de aviones, avionetas o tractores que pasaran por las inmediaciones de la fuente y que pudieran afectar también al proceso de medición.

A continuación, a modo de ilustración, se tomaron varias instantáneas de los puntos de medida.

Se volcaron los datos obtenidos en el software del sonómetro y, finalmente, se procedió a realizar unos mapas de botones de cada franja horaria de cada jornada con sus respectivos valores del nivel de presión sonora global, haciendo un total de 6 mapas.

4.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MEDIDA

Varios de los puntos escogidos están en la Playa/Grao de Gandía en unos terrenos situados detrás del campus de la Universidad Politécnica de Gandía (EPSG). Los puntos restantes se encuentran en la misma CV-605.

He aquí un mapa de la zona con cada uno de los puntos de medida indicados:



También se muestran a continuación las fotografías de los puntos de medida donde se realizaron las pruebas acústicas.

PUNTO 1 (CARRETERA)



PUNTO 2 (CAMINO)



PUNTO 3 (CAMINO)



PUNTO 4 (TERRENO)





Los dos puntos de medida interiores que no están situados en el camino, se hallan ubicados en un terreno destinado al uso agrícola. El extremo opuesto de dicha superficie de tierra está ocupado por matorros, hierbas y demás arbustos. Le rodean varios campos de naranjos, el camino y la acequia Nova.

Los tres puntos de medida de la CV-605, con un carril para cada sentido, están rodeados por: algunos terrenos de labranza, la biblioteca de la universidad, la gasolinera y algunos edificios de viviendas.

La afluencia de tráfico por la CV-605, que es considerablemente elevada sobretodo durante el momento diurno de la jornada, las zonas residenciales y la gasolinera contribuyen a que en esta zona del Grao de Gandía haya una importante presencia de nivel de ruido.

Se muestra a continuación una fotografía de la zona donde se realizaron las pruebas acústicas.



4.4. FECHAS DEL PROCESO DE MEDICIÓN

4.4.1 FECHA DE PLANIFICACIÓN

Durante el periodo comprendido entre el 26 y el 27 de abril de 2010, se estuvo decidiendo en qué puntos se iban a realizar las medidas, su duración y el número de veces que se iban a repetir. Se visitó la zona y se decidió escoger tres puntos de carretera que iban a proporcionar una incertidumbre por ruido de tráfico. A continuación, también se realizó otra visita al terreno de labranza donde se decidió tomar dos puntos más. Apenas iba a haber presencia de ruido de tráfico (como se verá más adelante en tablas adjuntas, en cada una de las medidas de 10 minutos se contabilizaron unos 4 ó 5 vehículos, ya fuesen motocicletas o turismos), pero nos interesaba tener un conocimiento de los niveles de presión sonora y de ruido de fondo de esa zona. Finalmente, tras hacer un reconocimiento del camino adyacente a la acequia, se decidió tomar los dos puntos de medida restantes.

4.4.2. FRANJAS HORARIAS ESCOGIDAS

Divididas en dos JORNADAS diferentes para tener una mejor referencia y unos datos de medida más precisos, se decidió tomar tres franjas horarias diferentes:

FRANJA 1. MAÑANA: Comprende el periodo de tiempo entre las 7.00 y las 19.00 horas. Durante esta franja horaria, la fuente de incertidumbre más notable fue sin duda el caudal del tráfico, siendo los límites inferior y superior las horas punta de cada día.

FRANJA 2. TARDE: Comprende el período de tiempo entre las 19.00 y las 23.00. Durante esta franja, el caudal del tráfico también fue la fuente de incertidumbre más notable, sobretodo a partir de su límite inferior, pero a medida que llegaba a su final, el caudal de tráfico fue disminuyendo considerablemente.

FRANJA 3. NOCHE: Comprende el período de tiempo entre las 23.00 y las 7.00. Durante esta franja, el caudal del tráfico es escaso a partir del límite inferior hasta una hora más tarde, pero a partir de ahí se hace prácticamente inexistente.

4.4.3 FECHA DE REALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS Y OBTENCIÓN DE LOS DATOS

Fue entrando en el mes de mayo de 2010 cuando se procedió a comenzar con el proceso de medición y toma de datos, llegando a su fin a principios del mes de junio.

Se estuvo tomando medidas en las tres franjas horarias de cada jornada durante todo el mes de mayo de 2010 dos ó tres días por semana. Todo el proceso comenzó la semana del 3 al 9 de mayo, pero concretamente el primer periodo de medición fue del 4 al 6 del mismo mes.

Se procedió a realizar como primer paso la toma de medidas de la franja de **MAÑANA** de la **JORNADA 1**, seguido de la de **NOCHE** y concluyendo con la de **TARDE**. Se siguieron los mismos pasos fijados durante este proceso para la **JORNADA 2**.

Este proceso nos llevó cinco semanas, dándose por concluido a principios del mes de junio, concretamente el día 3.

Durante todos esos días de medición, se anotó el caudal de tráfico en todos los puntos de medida, además de los valores correspondientes a las fuentes de incertidumbre (humedad relativa, temperatura, presión atmosférica y velocidad del viento).

A partir de la segunda semana del 7 al 13 de junio, se volcaron todos los datos desde el sonómetro al ordenador personal. En esa misma semana, también se capturaron las fotografías de los puntos de medida, dándose por

concluida esta fase del proyecto a falta del análisis de los datos, el cálculo de la incertidumbre y de la redacción de la memoria.

4.5. RESULTADOS DE LAS MEDIDAS. MEDICIONES IN SITU

Se realizaron las medidas en los 7 puntos escogidos, tomando 5 muestras de cada punto y para cada franja horaria. Cada medida tenía una duración de 10 minutos, contabilizándose un total de 50 minutos de medida para cada punto, por lo que se invirtió 350 minutos en cada una de las franjas horarias de la jornada.

Con todo ello, se pretendía hacer un promedio de todas las medidas con el fin de mejorar el resultado de la incertidumbre y de obtener unos niveles de presión sonora más aproximados en cada una de las franjas. El ruido de fondo empleado estará representado por el L_{N99} en los puntos interiores y por el L_{N95} en los puntos de carretera.

A continuación se adjuntan las tablas con los resultados de las medidas en cada uno de los puntos divididos por jornadas y subdivididos por franjas horarias así como también otras tablas con los valores de las fuentes de incertidumbre, como son el caudal de tráfico (vehículos ligeros, vehículos pesados y motocicletas), velocidad del viento, humedad relativa, temperatura y presión atmosférica.

JORNADA 1 (MAÑANA)

VALORES DE LAS MEDIDAS. PUNTOS INTERIORES

PUNTO 2 (Camino)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	55,1	50,2	79,9	53,4
2	53,5	49,7	77,6	51,2
3	54,5	48,7	74,4	53,1
4	55,3	46,5	70	54,6
5	51,9	46,5	71,6	50,5
PROMEDIO	54,2	48,6	76,2	52,8

PUNTO 3 (Camino)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	56	46,9	79,9	55,5
2	54,2	46,2	82,6	53,4
3	52,8	46,4	78,4	51,7
4	51,3	45,3	69,4	50
5	53,5	45,6	72,5	52,7
PROMEDIO	53,8	46,1	78,8	53

PUNTO 4 (Terreno)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	48,8	42,6	65,1	47,7
2	48,6	41,5	67,6	47,6
3	50,7	45,1	69,8	49,3
4	48,9	42,7	70	47,6
5	48,8	43,2	73,9	47,4
PROMEDIO	49,2	43,2	70,2	48

PUNTO 5 (Terreno)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	74,7	56,3	80,1	74,7
2	75,4	56,8	81,1	75,4
3	75,7	60,1	80,9	75,7
4	75,9	54,9	81,1	75,9
5	75,6	58,8	80,8	75,6
PROMEDIO	75,5	57,8	80,8	75,5

VALORES DE LAS MEDIDAS. PUNTOS CARRETERA

PUNTO 1 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	70,3	54,7	77,5	70,3
2	71,6	54,7	81,2	71,6
3	70,3	54,8	81,3	70,3
4	70,6	57,9	78,1	70,6
5	70,3	59	77,4	70,3
PROMEDIO	70,6	56,6	79,5	70,6

PUNTO 6 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	74,7	56,3	80,1	74,7
2	75,4	56,8	81,1	75,4
3	75,7	60,1	80,9	75,7
4	75,9	54,9	81,1	75,9
5	75,6	58,8	80,8	75,6
PROMEDIO	75,5	57,8	80,8	75,5

PUNTO 7 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	74,2	53,7	78,7	74,2
2	74,2	55,5	78,5	74,2
3	75,6	58,7	79,2	75,6
4	73,8	55,1	78,8	73,8
5	73,9	56,1	79	73,9
PROMEDIO	74,4	56,2	79	74,4

FUENTES DE INCERTIDUMBRE. CAUDAL DE TRÁFICO

MEDIDAS	VEHÍCULOS PESADOS	VEHÍCULOS LIGEROS	MOTOS
P1 (A)	7	176	7
P1 (B)	2	166	11
P1 (C)	3	138	5
P1 (D)	1	187	14
P1 (E)	1	203	13
P2 (A)	0	0	4
P2 (B)	0	0	0
P2 (C)	0	3	0
P2 (D)	0	3	1
P2 (E)	0	2	0
P3 (A)	0	0	1
P3 (B)	0	3	0
P3 (C)	0	2	0
P3 (D)	0	0	0
P3 (E)	0	1	0
P4 (A)	0	0	0
P4 (B)	0	0	0
P4 (C)	0	2	0
P4 (D)	0	2	2
P4 (E)	0	4	1
P5 (A)	0	0	1
P5 (B)	0	0	0
P5 (C)	0	0	0
P5 (D)	0	2	2
P5 (E)	0	1	1
P6 (A)	2	178	11
P6 (B)	3	240	9
P6 (C)	3	224	19
P6 (D)	3	188	15
P6 (E)	1	191	16
P7 (A)	0	183	13
P7 (B)	0	183	7
P7 (C)	2	161	13
P7 (D)	4	167	10
P7 (E)	1	178	12

FACTORES AMBIENTALES

MEDIDAS	Presión atmosférica (hPa)		H. rel (%)	T ^a (°C)	VELOCIDAD VIENTO(m/s)		
	MIN	MAX			PRIN	DUR	FIN
P1 (A)	1006	1010	40.8	23.9	0.4	0.5	0.6
P1 (B)	1006	1010	44.3	25.8	1.8	1.4	1.3
P1 (C)	1006	1010	38.6	26.3	2.2	1.6	1.5
P1 (D)	1006	1010	41.4	27.6	1.4	0.4	1
P1 (E)	1006	1010	39	2839	0.8	0.5	0.4
P2 (A)	1020	1024	42.3	23.9	1.8	1.9	0.5
P2 (B)	1020	1024	38.5	23.2	0.6	1.8	0.7
P2 (C)	1020	1024	38.8	22.9	0.4	2	2.9
P2 (D)	1020	1024	48.7	24.1	2	1.6	0.7
P2 (E)	1020	1024	47.1	23.5	1	1.9	2
P3 (A)	1009	1010	36.2	25.2	2.8	2.1	2.3
P3 (B)	1009	1010	38.1	22	2.1	3	2
P3 (C)	1009	1010	37.9	22.9	0.4	2.8	1.1
P3 (D)	1009	1010	38.8	27.3	2	1.5	0.6
P3 (E)	1009	1010	37.5	27.7	0.7	2.5	1.4
P4 (A)	1009	1010	36.3	26.8	0.9	1.4	0.5
P4 (B)	1009	1010	32.1	24.6	0.4	0.7	1.1
P4 (C)	1009	1010	33.6	24.5	1.3	0.8	1.2
P4 (D)	1009	1010	35.3	29.7	0.6	1.4	2.2
P4 (E)	1009	1010	34.9	29.1	0.4	1.4	1.2
P5 (A)	1018	1023	35	23.9	0.9	0.5	0.4
P5 (B)	1018	1023	33.1	24.1	0.5	1.4	1.8
P5 (C)	1018	1023	35.9	23.6	2.9	1.8	2.1
P5 (D)	1018	1023	38.1	32.9	1.4	0.7	1.6
P5 (E)	1018	1023	36.5	30.1	1.9	1.1	0.9
P6 (A)	1020	1024	39.5	30	2.3	0.9	0.7

P6 (B)	1020	1024	40.4	29.9	1.1	0.9	0.7
P6 (C)	1020	1024	45.4	28.8	1.6	1.4	1.8
P6 (D)	1020	1024	44.2	28	0.7	1.5	0.4
P6 (E)	1020	1024	47.8	26.5	2	0.8	1.3
P7 (A)	1009	1010	36.5	32.4	1.3	1.1	0.5
P7 (B)	1009	1010	34.4	32.3	0.7	0.7	1.7
P7 (C)	1009	1010	42.2	31.8	0.4	2.7	0.6
P7 (D)	1009	1010	37.5	30	0.5	2.3	0.9
P7 (E)	1009	1010	44.1	28.3	3.2	2.8	0.8

A continuación se muestran la presión atmosférica y la temperatura total media obtenida durante las mediciones en esta **JORNADA 1** en la franja **MAÑANA**.

PRESIÓN TOTAL PROMEDIO (hPa)	Tª TOTAL PROMEDIO (°C)
1014,4	26,9

JORNADA 1 (TARDE)

VALORES DE LAS MEDIDAS. PUNTOS INTERIORES

PUNTO 2 (Camino)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	53,5	47,4	70,3	52,3
2	51,5	46,2	68,5	50
3	51,4	46,2	68,5	49,9
4	54,4	46,8	67,4	53,5
5	51	47	67,5	48,8
PROMEDIO	52,6	46,7	68,6	51,3

PUNTO 3 (Camino)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	48,8	41,8	65,3	47,8
2	49,4	42,7	63,4	48,3
3	49,8	42,7	65,6	48,9
4	45,5	40,7	64,5	43,7
5	47,5	38,7	63,7	46,8
PROMEDIO	48,4	41,5	64,6	47,5

PUNTO 4 (Terreno)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	49,9	46	64,8	47,6
2	49,8	44,4	64,4	48,4
3	49,9	45,2	64,7	48,1
4	49,9	45,7	63,9	47,9
5	50,2	46,1	65,9	48,1
PROMEDIO	50	45,5	64,8	48

PUNTO 5 (Terreno)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	49,7	43,5	64,4	48,5
2	51	45,6	65,8	49,6
3	50,3	46	63,7	48,2
4	50	44,5	64,1	48,6
5	49,3	42,6	63,2	48,2
PROMEDIO	50,1	44,6	64,3	48,7

VALORES DE LAS MEDIDAS. PUNTOS CARRETERA

PUNTO 1 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	69,7	54,8	75,4	69,7
2	71,2	58,7	76,9	71,2
3	69,8	53,9	75,7	69,8
4	69,8	53,3	75,5	69,8
5	71,3	52,5	77,6	71,3
PROMEDIO	70,4	55,3	76,3	70,4

PUNTO 6 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	73,4	58,4	77,2	73,3
2	73,7	59,3	78,5	73,7
3	73,2	58,2	76,9	73,2
4	73,7	58,1	77,7	73,7
5	73,5	58,5	76,9	73,5
PROMEDIO	73,5	58,5	77,5	73,5

PUNTO 7 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	72,9	56,5	79,1	72,9
2	73,6	52,4	80,2	73,6
3	73,8	57,4	80,8	73,8
4	72,7	55,4	79,3	72,7
5	73,9	59,6	79,2	73,9
PROMEDIO	73,4	56,0	79,8	73,4

FUENTES DE INCERTIDUMBRE. CAUDAL DE TRÁFICO

MEDIDAS	VEHÍCULOS PESADOS	VEHÍCULOS LIGEROS	MOTOS
P1 (A)	2	140	8
P1 (B)	0	190	19
P1 (C)	1	116	5
P1 (D)	1	120	19
P1 (E)	0	118	11
P2 (A)	0	5	0
P2 (B)	0	3	0
P2 (C)	0	2	0
P2 (D)	0	0	0
P2 (E)	0	1	0
P3 (A)	0	1	0
P3 (B)	0	0	0
P3 (C)	0	0	0
P3 (D)	0	0	0
P3 (E)	0	0	0
P4 (A)	0	2	0
P4 (B)	0	1	1
P4 (C)	0	1	1
P4 (D)	0	1	2
P4 (E)	0	2	0
P5 (A)	0	3	0
P5 (B)	0	2	0
P5 (C)	0	4	0
P5 (D)	0	4	0
P5 (E)	0	1	0
P6 (A)	0	168	5
P6 (B)	7	166	12
P6 (C)	1	180	12
P6 (D)	1	170	5
P6 (E)	1	174	6
P7 (A)	1	139	8
P7 (B)	8	155	13
P7 (C)	3	179	12
P7 (D)	2	147	11
P7 (E)	1	194	12

FACTORES AMBIENTALES

MEDIDAS	Presión atmosférica (hPa)		H. rel (%)	Tª (°C)	VELOCIDAD VIENTO(m/s)		
	MIN	MAX			PRIN	DUR	FIN
P1 (A)	1011	1013	49	28.9	0.1	0.1	0.8
P1 (B)	1011	1013	48.1	28.6	0.1	0.4	0.3
P1 (C)	1011	1013	48.3	29.4	0.1	0.4	0.4
P1 (D)	1011	1013	47.4	28.6	0.3	0.2	1.3
P1 (E)	1011	1013	52.4	25.8	0.6	1	0.5
P2 (A)	1007	1012	57.4	26.1	1.1	1.2	0.8
P2 (B)	1007	1012	51.2	28	0.8	1	0.4
P2 (C)	1007	1012	58.4	27.5	0.4	0.9	0.5
P2 (D)	1007	1012	59.9	24.9	0.7	1.1	0.6
P2 (E)	1007	1012	55.3	26.5	0.6	0.7	0.4
P3 (A)	1011	1013	82.1	22.7	2.5	1.7	1.3
P3 (B)	1011	1013	77.6	23.6	0.5	0.4	1.4
P3 (C)	1011	1013	76.5	23.7	1.2	0.6	0.9
P3 (D)	1011	1013	74.1	23.7	1.2	0.4	2.1
P3 (E)	1011	1013	75.6	24.6	1.3	0.8	0.7
P4 (A)	1011	1013	56	26.4	0.9	0.5	0.6
P4 (B)	1011	1013	62.5	25.7	0.9	1.9	0.8
P4 (C)	1011	1013	63	25.6	1	1.2	0.4
P4 (D)	1011	1013	67	25.3	0.5	0.6	0.8
P4 (E)	1011	1013	69.2	24.1	1.2	1.5	0.9
P5 (A)	1007	1012	66.9	24.5	0.5	1.2	0.5
P5 (B)	1007	1012	73.8	23.8	0.9	0.6	1.3
P5 (C)	1007	1012	75.1	23.8	0.6	0.7	1.4
P5 (D)	1007	1012	74.7	23.7	1.4	0.6	2.1
P5 (E)	1007	1012	77.8	23.2	1.2	1.5	0.9

P6 (A)	1011	1013	46.8	26.2	1.5	1.6	2
P6 (B)	1011	1013	48.3	26.4	2.1	0.5	0.4
P6 (C)	1011	1013	47.8	26.6	0.5	0.5	1.3
P6 (D)	1011	1013	49.3	26.5	1.3	1	0.4
P6 (E)	1011	1013	46.5	26.5	0.5	0.5	0.7
P7 (A)	1007	1012	40.9	29.5	1.4	0.6	2.6
P7 (B)	1007	1012	43.7	28.4	1.7	1.4	2.1
P7 (C)	1007	1012	44.3	27.7	2.7	2.9	3.2
P7 (D)	1007	1012	43.3	27.5	1.9	1.1	2.3
P7 (E)	1007	1012	47.5	26.6	1.4	2.4	2.3

A continuación se muestran la presión atmosférica y la temperatura total media obtenida durante las mediciones en esta **JORNADA 1** en la franja **TARDE**.

PRESIÓN TOTAL PROMEDIO (hPa)	Tª TOTAL PROMEDIO (°C)
1010,9	26

JORNADA 1 (NOCHE)

VALORES DE LAS MEDIDAS. PUNTOS INTERIORES

PUNTO 2 (Camino)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	35,7	21,9	57,6	35,7
2	28,6	18,9	64,6	28,1
3	34,2	18,9	63,9	34,2
4	34,5	18,6	65	34,5
5	36,3	19,3	67,5	36,3
PROMEDIO	34,5	19,7	64,7	34,5

PUNTO 3 (Camino)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	41,3	19,4	71,4	41,3
2	36,8	19,2	64,3	36,7
3	34	19	65,8	33,9
4	41,1	18,7	72	41
5	43,8	18,3	73,6	43,8
PROMEDIO	40,6	18,9	70,7	40,6

PUNTO 4 (Terreno)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	43,7	18,2	72,2	43,7
2	48,9	19,1	78,2	48,9
3	37,4	20,3	65,4	37,4
4	45,2	18,9	73,8	45,2
5	37,9	20,1	69,8	37,9
PROMEDIO	44,6	19,4	73,8	44,6

PUNTO 5 (Terreno)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	38,7	18,8	69,2	38,7
2	44,5	19,9	72,9	44,5
3	37,4	19	63,1	37,4
4	45,2	19,4	74,8	45,2
5	43,9	19,4	73,4	43,9
PROMEDIO	43	19,	72,1	43

VALORES DE LAS MEDIDAS. PUNTOS CARRETERA

PUNTO 1 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	66,9	44	70,9	66,9
2	64,7	42,9	68,8	64,7
3	65,6	41,6	71	65,6
4	66,9	43,2	72,4	66,9
5	67,4	43,4	71,7	67,4
PROMEDIO	66,4	43,1	71,1	66,4

PUNTO 6 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	66,2	37,5	68,4	66,2
2	65,7	38,1	68,8	65,7
3	62,3	36,2	66,2	62,3
4	62,5	35,8	64,6	62,5
5	60,8	34,2	63,7	60,8
PROMEDIO	64	36,6	66,8	64

PUNTO 7 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	66,3	33,8	68,3	66,3
2	61,2	34,8	64	61,2
3	61,8	34,6	63,9	61,8
4	62,7	33,9	64,3	62,7
5	58,8	32,9	61	58,8
PROMEDIO	62,9	34	65	62,9

FUENTES DE INCERTIDUMBRE. CAUDAL DE TRÁFICO

MEDIDAS	VEHÍCULOS PESADOS	VEHÍCULOS LIGEROS	MOTOS
P1 (A)	0	39	7
P1 (B)	0	39	4
P1 (C)	1	43	1
P1 (D)	3	37	2
P1 (E)	0	39	4
P2 (A)	0	2	0
P2 (B)	0	2	1
P2 (C)	0	2	1
P2 (D)	0	1	0
P2 (E)	0	2	0
P3 (A)	0	0	1
P3 (B)	0	0	0
P3 (C)	0	0	0
P3 (D)	0	0	2
P3 (E)	0	0	1
P4 (A)	0	2	1
P4 (B)	0	4	0
P4 (C)	0	1	1
P4 (D)	0	0	1
P4 (E)	0	0	3
P5 (A)	0	2	2
P5 (B)	0	0	3
P5 (C)	0	1	1
P5 (D)	0	0	1
P5 (E)	0	2	1
P6 (A)	0	23	0
P6 (B)	0	22	1
P6 (C)	0	9	0
P6 (D)	0	12	0
P6 (E)	0	9	0
P7 (A)	0	18	0
P7 (B)	0	12	0
P7 (C)	0	5	0
P7 (D)	0	9	0
P7 (E)	0	7	1

FACTORES AMBIENTALES

MEDIDAS	Presión atmosférica (HPa)		H. rel (%)	T ^a (°C)	VELOCIDAD VIENTO(m/s)		
	MIN	MAX			PRIN	DUR	FIN
P1 (A)	1008	1013	69.4	24.5	0.5	0.7	0.4
P1 (B)	1008	1013	71.5	24.6	0.4	0.6	0.4
P1 (C)	1008	1013	73.8	23	0.4	0.4	0.4
P1 (D)	1008	1013	74.6	22.4	0.1	0.6	0.4
P1 (E)	1008	1013	51.6	24.4	0.4	0	0
P2 (A)	1008	1013	71.6	24.3	0.4	0.6	0.8
P2 (B)	1008	1013	68.4	24.2	0.4	0.1	0.6
P2 (C)	1008	1013	70.3	22.3	0.4	0.8	0.7
P2 (D)	1008	1013	63.1	24.5	1.3	0.9	0.4
P2 (E)	1008	1013	62.3	24.5	0.3	0.3	0.4
P3 (A)	1008	1013	73.1	24	0.3	0.1	0
P3 (B)	1008	1013	73.6	24.4	0.2	0.1	0
P3 (C)	1008	1013	72.4	23.3	0.6	0.3	0.1
P3 (D)	1008	1013	76.1	23.3	0.1	0.4	0.4
P3 (E)	1008	1013	74.2	23	0.2	0.4	0.4
P4 (A)	1008	1013	66.1	23.4	0	0.2	0.1
P4 (B)	1008	1013	67.2	21.7	0.6	0.7	0.8
P4 (C)	1008	1013	64.1	22.5	0.8	0.1	0.4
P4 (D)	1008	1013	64.9	20.2	0.3	0.2	0.1
P4 (E)	1008	1013	70.1	20.8	0.4	0.9	1.1
P5 (A)	1008	1013	56.3	21.4	0	0.1	0.4
P5 (B)	1008	1013	57.1	21.2	0.8	0	0.1
P5 (C)	1008	1013	58.2	23.1	0	0.3	0.2
P5 (D)	1008	1013	57.1	20.8	0.1	0	0
P5 (E)	1008	1013	56.8	21.6	0.4	0	0.4
P6 (A)	1007	1012	49	27.2	0	0.1	0
P6 (B)	1007	1012	49.5	27.4	0.1	0.4	0.4
P6 (C)	1007	1012	50.9	26.5	0.6	0	0
P6 (D)	1007	1012	64.5	25.5	0	0.4	0.4
P6 (E)	1007	1012	56.3	24.8	0	0	0.4
P7 (A)	1008	1013	60.5	23.9	0.4	0.4	0
P7 (B)	1008	1013	69.1	21.7	0	0	0.1
P7 (C)	1008	1013	80.7	21	0.4	0	0.5
P7 (D)	1008	1013	66.5	22.7	0.4	0.5	0
P7 (E)	1008	1013	73.7	22.7	0.9	0.5	0.5

A continuación se muestran la presión atmosférica y la temperatura total media obtenida durante las mediciones en esta **JORNADA 1** en la franja **NOCHE**.

PRESIÓN TOTAL PROMEDIO (hPa)	Tª TOTAL PROMEDIO (°C)
1010,4	23,3

JORNADA 2 (MAÑANA)

VALORES DE LAS MEDIDAS. PUNTOS INTERIORES

PUNTO 2 (Camino)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	56,6	47,2	73,3	56,1
2	51,6	46,2	69,2	50,1
3	52,4	43,9	70,3	51,8
4	53,1	47,4	71,5	51,8
5	51,2	46,9	70,1	49,2
PROMEDIO	53,5	46,5	71,1	52,5

PUNTO 3 (Camino)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	54,9	39,3	69,3	54,9
2	50,6	41,5	69,5	50
3	53,1	40,7	65,2	53,1
4	52,7	44,5	72,1	52
5	54,6	44,4	67,7	54,6
PROMEDIO	53,4	42,6	69,3	53,3

PUNTO 4 (Terreno)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	47,9	41,2	72,7	46,9
2	50,1	41,4	71	49,5
3	49,4	42,9	72,2	48,3
4	49,	41,1	68,	48,3
5	49,7	42	68,2	48,9
PROMEDIO	49,3	41,8	70,9	48,5

PUNTO 5 (Terreno)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	50,1	43,2	66,4	49,1
2	50,2	40,7	66,2	49,7
3	50,6	43,5	69	49,7
4	50,9	44,9	68,3	49,7
5	51,1	44,8	69,7	50
PROMEDIO	50,6	43,7	68,1	49,6

VALORES DE LAS MEDIDAS. PUNTOS CARRETERA

PUNTO 1 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	70,4	57,7	78,1	70,4
2	69,4	56,3	74,7	69,4
3	69,4	60	78,4	68,9
4	69,7	51,1	75,3	69,7
5	69,4	58,4	76,7	69,4
PROMEDIO	69,7	57,5	76,9	69,6

PUNTO 6 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	73,8	53,8	78,2	73,8
2	73	50,5	79	73
3	73,6	52,6	78,1	73,6
4	73,8	51,9	78,7	73,8
5	74,4	56,1	79,3	74,4
PROMEDIO	73,7	53,4	78,7	73,7

PUNTO 7 (Carretera 3)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	73,7	53,4	80,7	73,7
2	75,6	53,4	78,6	75,6
3	72,9	52,8	77	72,9
4	72,5	54,3	77,6	72,5
5	73,1	51,8	78	73,1
PROMEDIO	73,7	53,2	78,6	73,7

FUENTES DE INCERTIDUMBRE. CAUDAL DE TRÁFICO

MEDIDAS	VEHÍCULOS PESADOS	VEHÍCULOS LIGEROS	MOTOS
P1 (A)	4	130	5
P1 (B)	3	156	11
P1 (C)	4	132	5
P1 (D)	3	140	13
P1 (E)	2	163	12
P2 (A)	0	2	0
P2 (B)	0	1	0
P2 (C)	0	2	0
P2 (D)	0	2	0
P2 (E)	0	1	0
P3 (A)	0	2	2
P3 (B)	0	1	0
P3 (C)	0	1	1
P3 (D)	0	1	1
P3 (E)	0	2	0
P4 (A)	0	0	0
P4 (B)	0	0	0
P4 (C)	0	3	0
P4 (D)	0	1	1
P4 (E)	0	3	0
P5 (A)	0	2	0
P5 (B)	0	1	0
P5 (C)	0	2	0
P5 (D)	0	0	2
P5 (E)	0	1	0
P6 (A)	1	144	8
P6 (B)	6	140	9
P6 (C)	1	161	13
P6 (D)	6	160	13
P6 (E)	3	156	13
P7 (A)	4	167	12
P7 (B)	2	170	8
P7 (C)	2	165	11
P7 (D)	4	148	4
P7 (E)	4	160	7

FACTORES AMBIENTALES

MEDIDAS	Presión atmosférica (hPa)		H. rel (%)	T (°C)	VELOCIDAD VIENTO(m/s)		
	MIN	MAX			PRIN	DUR	FIN
P1 (A)	1009	1010	36.2	23.7	3.2	3.1	1.9
P1 (B)	1009	1010	38.1	26	1.9	1.7	0.8
P1 (C)	1009	1010	40.9	27.8	1.3	1.1	0.6
P1 (D)	1020	1024	41	28	0.5	0.4	1.3
P1 (E)	1020	1024	33.5	29.9	0.5	0.8	1.7
P2 (A)	1009	1010	47.2	25.9	2	0.8	1.6
P2 (B)	1009	1010	46.9	29.1	1.6	2.5	2.5
P2 (C)	1009	1010	50.3	36.3	0.9	0.5	1.4
P2 (D)	1018	1023	47.8	24.9	0.7	1.4	2.1
P2 (E)	1018	1023	45.8	24.4	1.8	1	1.7
P3 (A)	1020	1024	31.6	26.2	0.9	0.5	0.4
P3 (B)	1020	1024	33.8	27.4	0.5	1.4	1.8
P3 (C)	1020	1024	38.6	24.8	2.9	1.8	2.1
P3 (D)	1020	1024	37.3	27.1	0.5	1.5	2
P3 (E)	1020	1024	33	30.6	1.5	2.3	2.2
P4 (A)	1009	1010	36.2	24.9	1.7	1.3	1.6
P4 (B)	1009	1010	33.5	34	1.1	1.9	0.6
P4 (C)	1009	1010	34.2	32.6	0.8	1.1	0.4
P4 (D)	1020	1024	39.6	30.7	0.9	0.8	0.7
P4 (E)	1020	1024	40.2	31.3	1.4	0.5	0.5
P5 (A)	1007	1012	40.1	29.2	0.5	0.6	0.6
P5 (B)	1007	1012	37.6	26.9	0.5	0.7	1.2
P5 (C)	1007	1012	38.1	26.9	0.5	0.6	0.5
P5 (D)	1007	1012	39.7	25.6	0.7	1.3	0.8
P5 (E)	1007	1012	39.9	25.5	1	0.4	1
P6 (A)	1020	1024	50.5	26.2	0.5	0.6	1.8
P6 (B)	1020	1024	43.5	29.7	0.4	0.5	0.6
P6 (C)	1020	1024	40.9	29.9	0.4	0.6	1
P6 (D)	1020	1024	39.3	29.7	1.1	1.1	0.4
P6 (E)	1020	1024	39.9	29.1	1.3	0.4	0.8
P7 (A)	1020	1024	38.9	30.1	1.3	1.3	0.6
P7 (B)	1020	1024	41.5	28.5	0.5	1.2	2.9

P7 (C)	1007	1012	42.2	29.3	1.1	1.1	1.2
P7 (D)	1007	1012	40.4	29.6	1.4	1.7	1
P7 (E)	1007	1012	39.8	30.1	1.7	1	2

A continuación se muestran la presión atmosférica y la temperatura total media obtenida durante las mediciones en esta **JORNADA 2** en la franja **MAÑANA**.

PRESIÓN TOTAL PROMEDIO (hPa)	T^a TOTAL PROMEDIO (°C)
1015,8	28,3

JORNADA 2 (TARDE)

VALORES DE LAS MEDIDAS. PUNTOS INTERIORES

PUNTO 2 (Camino)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	53,6	48	71	52,2
2	57,6	49	72,9	57,1
3	55,9	49,9	74	54,7
4	53,8	49,2	75,4	52
5	52,5	47,7	76,3	50,7
PROMEDIO	55,1	48,8	74,3	53,9

PUNTO 3 (Camino)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	49,3	42,9	66,5	48,1
2	48,5	43	62,7	47
3	51	42,4	66,2	50,4
4	46,8	42,6	66,2	44,7
5	53,2	43,6	72	52,7
PROMEDIO	50,3	42,9	67,8	49,5

PUNTO 4 (Terreno)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	48,6	43,6	64,9	46,9
2	48,2	42,9	66,7	46,8
3	47,8	42,9	63,2	46
4	48,2	41,5	71,5	47,1
5	47,5	42,2	66,4	46
PROMEDIO	48,1	42,7	67,5	46,6

PUNTO 5 (Terreno)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	46,9	41,3	64,3	45,6
2	48,1	41,2	60,4	47,2
3	50,5	37	58,5	50,5
4	43,6	31,2	56,9	43,6
5	46	34,4	59,2	46
PROMEDIO	47,6	38,5	60,7	47,2

VALORES DE LAS MEDIDAS. PUNTOS CARRETERA

PUNTO 1 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	71	54,8	78,4	71
2	71,1	59,2	79	71,1
3	70,4	57,8	79,4	70,4
4	71,3	56,1	80,5	71,3
5	71,2	58	81,7	71,2
PROMEDIO	71	57,5	80	71

PUNTO 6 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	75,7	64,3	83,3	75,7
2	75,5	62,9	83,7	75,5
3	74,2	61,2	81,8	74,2
4	73,8	59	81,4	73,8
5	74,6	58,6	79,4	74,6
PROMEDIO	74,8	61,8	82,2	74,8

PUNTO 7 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	73,7	57,4	78,8	73,7
2	73,3	50,4	77,8	73,3
3	73,6	51,4	77,2	73,6
4	73	53,9	77,6	73
5	72,6	51,8	76,4	72,6
PROMEDIO	73,3	53,8	77,6	73,3

FUENTES DE INCERTIDUMBRE. CAUDAL DE TRÁFICO

MEDIDAS	VEHÍCULOS PESADOS	VEHÍCULOS LIGEROS	MOTOS
P1 (A)	3	240	14
P1 (B)	0	218	16
P1 (C)	2	231	10
P1 (D)	0	253	15
P1 (E)	1	209	15
P2 (A)	0	5	0
P2 (B)	0	4	2
P2 (C)	0	3	0
P2 (D)	0	2	0
P2 (E)	0	1	0
P3 (A)	0	3	0
P3 (B)	0	0	0
P3 (C)	0	2	1
P3 (D)	0	0	0
P3 (E)	0	4	0
P4 (A)	0	1	0
P4 (B)	0	1	1
P4 (C)	0	0	0
P4 (D)	0	0	0
P4 (E)	0	2	0
P5 (A)	0	0	0
P5 (B)	0	0	0
P5 (C)	0	2	1
P5 (D)	0	3	1
P5 (E)	0	1	2
P6 (A)	1	228	30
P6 (B)	4	205	18
P6 (C)	0	198	20
P6 (D)	0	190	7
P6 (E)	0	178	13
P7 (A)	0	177	8
P7 (B)	0	166	2
P7 (C)	0	173	6
P7 (D)	2 67	133	9
P7 (E)	1	107	11

FACTORES AMBIENTALES

MEDIDAS	Presión atmosférica (hPa)		H. rel (%)	Tª (º)	VELOCIDAD VIENTO(m/s)		
	MIN	MAX			PRIN	DUR	FIN
P1 (A)	1008	1012	48.5	30.1	0.5	0.8	0.9
P1 (B)	1008	1012	52.5	31.4	1.2	1.1	1.2
P1 (C)	1008	1012	50.5	30.3	2	0.4	0.8
P1 (D)	1008	1012	54.1	30.4	1.2	1.4	2.9
P1 (E)	1008	1012	55.1	29.7	0.8	0.6	2.9
P2 (A)	1010	1015	62.1	27.3	1.3	0.9	62.1
P2 (B)	1010	1015	75.2	26.7	0.5	0.7	75.2
P2 (C)	1010	1015	67.2	25.2	1.5	0.7	67.2
P2 (D)	1010	1015	75.6	24.9	0.9	2.8	75.6
P2 (E)	1010	1015	74.8	24.5	1.9	1.1	74.8
P3 (A)	1008	1012	69.5	26.1	0.4	0.9	2.4
P3 (B)	1008	1012	67.1	26.2	1.3	1.5	0.4
P3 (C)	1008	1012	69.6	26.1	0.6	0.5	0.4
P3 (D)	1008	1012	71.5	25.6	1	0.4	0.8
P3 (E)	1008	1012	68.7	25.4	0.4	0.7	0.9
P4 (A)	1008	1012	72.9	25.2	0.7	0.4	0.4
P4 (B)	1008	1012	79.4	24.6	0.5	1.5	1
P4 (C)	1008	1012	81.8	23.7	0.4	1	0.4
P4 (D)	1008	1012	89.2	22.9	0.4	1.4	1.6
P4 (E)	1008	1012	80.7	23.4	2.2	3.2	0.8
P5 (A)	1010	1015	86.5	23.1	0.6	0.6	0.4
P5 (B)	1010	1015	85.8	22.6	0.4	0	0.4
P5 (C)	1010	1015	86.1	23.2	0	0.4	0.5
P5 (D)	1010	1015	87.1	23.2	0.6	0	0.4
P5 (E)	1010	1015	85.9	22.5	0.5	0	0.4

P6 (A)	1008	1012	56.7	28.2	2.7	2.1	3.8
P6 (B)	1008	1012	61.2	27.7	2.5	1.8	1.3
P6 (C)	1008	1012	66.5	26.7	1.1	1.4	1.5
P6 (D)	1008	1012	61.9	26.4	2.8	1.2	1.6
P6 (E)	1008	1012	62.3	26.5	1.3	1.5	1.6
P7 (A)	1010	1015	60	26.1	1.7	1.4	3.3
P7 (B)	1010	1015	60.8	26.6	0.7	2.3	1.1
P7 (C)	1010	1015	63.3	26.6	1.6	1.5	1.8
P7 (D)	1010	1015	60.1	25.9	1	0.7	1
P7 (E)	1010	1015	57.3	27	1	0.5	0.8

A continuación se muestran la presión atmosférica y la temperatura total media obtenida durante las mediciones en esta **JORNADA 2** en la franja **TARDE**.

PRESIÓN TOTAL PROMEDIO (hPa)	Tª TOTAL PROMEDIO (°C)
1011,1	26,1

JORNADA 2 (NOCHE)

VALORES DE LAS MEDIDAS. PUNTOS INTERIORES

PUNTO 2 (Camino)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	35,9	19,6	64,8	35,9
2	45,5	19,6	73,3	45,5
3	35,2	17,9	69,8	35,2
4	29,9	18	60,1	29,9
5	33,9	17,8	64,4	33,9
PROMEDIO	39,6	18,7	68,8	39,6

PUNTO 3 (Camino)

MEDIDAS	LAeq dBA)	LAN99	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	37,3	18,3	67,2	37,3
2	27,1	17,6	52,3	26,5
3	37,7	17,4	69,5	37,7
4	25,9	17,6	53,9	25,3
5	26	17,5	50,7	25,4
PROMEDIO	34	17,7	64,7	34

PUNTO 4 (Terreno)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	24,4	17,3	48,8	23,5
2	20	17,2	49,6	16,8
3	19,9	16,9	50,6	17
4	20,4	17,3	51,2	17,5
5	26,4	17,4	52,5	25,9
PROMEDIO	23,1	17,2	50,7	21,8

PUNTO 5 (Terreno)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	32,7	19,6	65,3	32,7
2	36,8	19,7	68,6	36,8
3	25,5	19,6	60,2	24,2
4	27,3	19,5	59,4	26,5
5	25,9	19,4	59,8	24,7
PROMEDIO	32	19,6	64,3	31,9

VALORES DE LAS MEDIDAS. PUNTOS CARRETERA

PUNTO 1 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	68,4	49,8	73,6	68,4
2	68,3	48	72,7	68,3
3	67,1	44	71,5	67,1
4	65,2	43,2	70	65,2
5	63,5	39,2	70,1	63,5
PROMEDIO	66,9	46,3	71,8	66,9

PUNTO 6 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	68,9	45,2	71,9	68,9
2	70,2	45,9	72,7	70,2
3	68,7	42,4	72,3	68,7
4	69,7	46,1	73,2	69,7
5	70	45,8	73,1	70
PROMEDIO	69,6	45,3	72,7	69,6

PUNTO 7 (Carretera)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	68,2	40,5	71,3	68,2
2	67,8	38	70,6	67,8
3	65,3	33,4	89,1	65,3
4	68,6	37,4	76,4	68,6
5	68,2	43,5	71,2	68,2
PROMEDIO	67,8	39,8	82,5	67,8

FUENTES DE INCERTIDUMBRE. CAUDAL DE TRÁFICO

MEDIDAS	VEHÍCULOS PESADOS	VEHÍCULOS LIGEROS	MOTOS
P1 (A)	0	93	3
P1 (B)	0	90	5
P1 (C)	0	53	7
P1 (D)	0	45	1
P1 (E)	0	37	1
P2 (A)	0	2	0
P2 (B)	0	1	0
P2 (C)	0	1	1
P2 (D)	0	0	2
P2 (E)	0	0	1
P3 (A)	0	2	1
P3 (B)	0	1	0
P3 (C)	0	0	2
P3 (D)	0	0	0
P3 (E)	0	1	1
P4 (A)	0	1	0
P4 (B)	0	0	1
P4 (C)	0	0	2
P4 (D)	0	1	0
P4 (E)	0	0	0
P5 (A)	0	1	0
P5 (B)	0	1	1
P5 (C)	0	0	0
P5 (D)	0	0	0
P5 (E)	0	0	1
P6 (A)	0	63	4
P6 (B)	0	81	2
P6 (C)	1	59	3
P6 (D)	1	80	1
P6 (E)	0	84	4
P7 (A)	0	43	5
P7 (B)	0	35	1
P7 (C)	0	29	2
P7 (D)	0	23	2
P7 (E)	0	63	3

FACTORES AMBIENTALES

MEDIDAS	Presión atmosférica (hPa)		H. rel (%)	Tª (°)	VELOCIDAD VIENTO(m/s)		
	MIN	MAX			PRIN	DUR	FIN
P1 (A)	1008	1013	88.1	22.6	0.4	0.5	0
P1 (B)	1008	1013	88.9	23.2	0	0	0.5
P1 (C)	1008	1013	79.6	22.9	0.4	0.6	0
P1 (D)	1012	1019	80.2	21.1	0.6	0	0.4
P1 (E)	1012	1019	79.9	21.7	0.5	0.4	0.5
P2 (A)	1008	1012	66.3	20.9	0.8	1.5	1.4
P2 (B)	1008	1012	71.4	20.8	1.4	1.2	0.6
P2 (C)	1008	1012	74.1	20.3	1.6	1.1	0.8
P2 (D)	1008	1012	73.1	20.7	0.8	0.4	1.6
P2 (E)	1008	1012	79.9	22.2	1.1	0.9	0.8
P3 (A)	1012	1019	71.6	21	0.7	1.1	1.1
P3 (B)	1012	1019	74.1	21.1	1.4	0.9	0.8
P3 (C)	1012	1019	69.6	18	1.3	1.4	1.7
P3 (D)	1012	1019	72.8	20.8	1.1	0.3	0.4
P3 (E)	1012	1019	78.9	21.5	0.9	0.7	0.5
P4 (A)	1012	1019	73.1	19.4	0.5	0.9	1.1
P4 (B)	1012	1019	68.1	20	0.8	1	2.3
P4 (C)	1012	1019	67.2	20.7	0.6	1.6	0.9
P4 (D)	1012	1019	69.3	19.3	1.8	1.9	1.8
P4 (E)	1012	1019	70.1	21	1.1	1.4	1.9
P5 (A)	1008	1012	69.8	18.5	0.6	1.3	1.8
P5 (B)	1008	1012	68.3	20	2	1	1.4
P5 (C)	1008	1012	79.1	20.5	0.9	1.2	1.1
P5 (D)	1008	1012	76.3	21	0.8	0.7	1.2
P5 (E)	1008	1012	77.9	21.8	1.8	1.4	1.3
P6 (A)	1012	1019	69.4	23.7	0.5	0.4	0.3
P6 (B)	1012	1019	77.9	24.2	0.6	0.4	0.5
P6 (C)	1012	1019	79.8	22.4	0.4	0.5	0.4
P6 (D)	1012	1019	76.4	21.9	0.7	0.5	0.6
P6 (E)	1012	1019	64.6	23.1	0.8	0.4	0.4
P7 (A)	1010	1015	63.1	22.6	0.5	0.4	0.4
P7 (B)	1010	1015	56.2	23.2	0	0.4	0.7
P7 (C)	1011	1013	58.3	22.9	0	0.5	0.4

P7 (D)	1011	1013	59.9	21.1	0.5	0.7	0.5
P7 (E)	1008	1012	92.1	21.7	0	0.4	0.4

A continuación se muestran la presión atmosférica y la temperatura total media obtenida durante las mediciones en esta **JORNADA 2** en la franja **NOCHE**.

PRESIÓN TOTAL PROMEDIO (hPa)	Tª TOTAL PROMEDIO (°C)
1013	21,4

En resumen, los valores promedio de la presión atmosférica y de la temperatura de cada jornada son:

JORNADA 1

PRESIÓN TOTAL PROMEDIO (hPa)	Tª TOTAL PROMEDIO (°C)
1011,9	25,4

JORNADA 2

PRESIÓN TOTAL PROMEDIO (hPa)	Tª TOTAL PROMEDIO (°C)
1013,3	25,3

Se ha obtenido la velocidad media en km/h de los vehículos en cada uno de los puntos:

PUNTOS MEDIDA	MAÑANA	TARDE	NOCHE
PTO 1 CARRET.	65	60	75
PTO 1 CAMINO	25	20	15
PTO 2. CAMINO	25	20	15
PTO 1 DESCAMP.	25	20	15
PTO 2 DESCAMP.	25	20	15
PTO 2 CARRET.	65	60	75
PTO 3 CARRET.	65	60	75

4.5.1 NIVELES DEL CAUDAL DE TRÁFICO

JORNADA 1. MAÑANA

MAÑANA CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 1			MAÑANA CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 2		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS	LIGEROS	PESADOS	MOTOS
1056	42	42	996	12	66
0	0	24	0	0	0
0	0	6	18	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	6	0	0	0
1068	12	66	1440	18	54
1098	0	78	1098	0	42

MAÑANA CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 3			MAÑANA CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 4		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS	LIGEROS	PESADOS	MOTOS
828	18	30	1122	6	84
18	0	0	18	0	6
18	0	6	12	0	0
12	0	0	12	0	12
0	0	0	12	0	12
1344	18	114	1128	18	90
966	12	78	1002	24	60

MAÑANA CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 5		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS
1218	6	78
12	0	0
6	0	0
6	0	0
6	0	6
1146	6	96
1068	6	72

PROMEDIO DE VEHÍCULOS EN FRANJA MAÑANA

LIGEROS	PESADOS	MOTOS	TOTAL TRÁFICO
1044	17	60	1121
10	0	6	16
11	0	3	14
6	0	3	9
4	0	5	9
1226	15	84	1325
1047	9	66	1122

JORNADA 1.TARDE

TARDE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 1			TARDE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 2		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS	LIGEROS	PESADOS	MOTOS
840	12	48	1140	0	114
30	0	0	18	0	0
12	0	6	18	0	0
12	0	0	6	0	6
18	0	0	12	0	0
1008	0	30	996	42	72
834	6	48	930	48	78

TARDE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 3			TARDE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 4		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS	LIGEROS	PESADOS	MOTOS
696	6	30	720	6	114
12	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
6	0	6	6	0	12
24	0	0	24	0	0
1080	6	72	1020	6	30
1074	18	72	882	12	66

TARDE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 5		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS
708	0	66
6	0	0
0	0	0
12	0	0
6	0	0
1044	6	36
1164	6	72

PROMEDIO DE VEHÍCULOS EN FRANJA TARDE

LIGEROS	PESADOS	MOTOS	TOTAL TRÁFICO
821	5	75	901
14	0	0	14
6	0	2	8
9	0	5	14
17	0	0	17
1030	12	48	1090
977	18	68	1063

JORNADA 1.NOCHE

NOCHE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 1			NOCHE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 2		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS	LIGEROS	PESADOS	MOTOS
234	0	42	234	0	24
12	0	0	12	0	6
6	0	6	6	0	0
12	0	6	24	0	0
12	0	12	0	0	18
138	0	0	132	0	6
108	0	0	72	0	0

NOCHE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 3			NOCHE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 4		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS	LIGEROS	PESADOS	MOTOS
258	6	6	222	18	12
12	0	6	6	0	0
12	0	6	12	0	12
6	0	6	0	0	6
6	0	6	0	0	6
54	0	0	72	0	0
30	0	0	54	0	0

NOCHE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 5		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS
234	0	24
12	0	0
12	0	6
0	0	18
12	0	6
54	0	0
42	0	6

PROMEDIO DE VEHÍCULOS EN FRANJA NOCHE

LIGEROS	PESADOS	MOTOS	TOTAL TRÁFICO
237	5	22	264
11	0	3	14
10	0	5	15
9	0	8	17
6	0	10	16
90	0	2	92
62	0	2	64

JORNADA 2. MAÑANA

MAÑANA CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 1			MAÑANA CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 2		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS	LIGEROS	PESADOS	MOTOS
780	24	30	936	18	66
12	0	0	6	0	0
12	0	12	6	0	0
0	0	0	0	0	0
12	0	0	6	0	0
864	6	48	840	36	54
1002	24	72	1020	12	48

MAÑANA CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 3			MAÑANA CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 4		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS	LIGEROS	PESADOS	MOTOS
792	24	30	840	18	78
12	0	0	12	0	0
6	0	6	6	0	6
18	0	0	6	0	6
12	0	0	0	0	12
966	6	78	960	36	78
990	12	66	888	24	24

MAÑANA CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 5		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS
978	12	72
6	0	0
12	0	0
18	0	0
6	0	0
936	18	78
960	24	42

PROMEDIO DE VEHÍCULOS EN FRANJA MAÑANA

LIGEROS	PESADOS	MOTOS	TOTAL TRÁFICO
866	20	56	942
10	0	0	10
9	0	5	14
9	0	2	11
8	0	3	11
914	21	68	1003
972	20	51	1043

JORNADA 2.TARDE

TARDE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 1			TARDE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 2		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS	LIGEROS	PESADOS	MOTOS
1440	18	84	1308	0	96
30	0	0	24	0	12
18	0	0	0	0	0
6	0	0	6	0	6
0	0	0	0	0	0
1368	6	180	1230	24	108
1062	0	48	996	0	12

TARDE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 3			TARDE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 4		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS	LIGEROS	PESADOS	MOTOS
1386	12	60	1518	0	90
18	0	0	12	0	0
12	0	6	0	0	0
0	0	0	0	0	0
12	0	6	18	0	6
1188	0	120	1140	0	42
1038	0	36	798	12	54

TARDE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 5		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS
1254	6	90
6	0	0
24	0	0
12	0	0
6	0	12
1068	0	78
642	6	66

PROMEDIO DE VEHÍCULOS EN FRANJA TARDE

LIGEROS	PESADOS	MOTOS	TOTAL TRÁFICO
1382	8	84	1474
18	0	3	21
11	0	2	13
5	0	2	7
8	0	5	13
1199	6	106	1311
908	4	44	956

JORNADA 2.NOCHE

NOCHE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 1			NOCHE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 2		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS	LIGEROS	PESADOS	MOTOS
558	0	18	540	0	30
12	0	0	6	0	0
12	0	6	6	0	0
6	0	0	0	0	6
6	0	0	6	0	6
378	0	24	486	0	12
258	0	30	210	0	6

NOCHE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 3			NOCHE CAUDAL(veh/1H) MEDIDA 4		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS	LIGEROS	PESADOS	MOTOS
318	0	42	270	0	6
6	0	6	0	0	12
0	0	12	0	0	0
0	0	12	6	0	0
0	0	0	0	0	0
354	6	18	480	6	6
174	0	12	138	0	12

NOCHE CAUDAL (veh/1H) MEDIDA 5		
LIGEROS	PESADOS	MOTOS
222	0	6
0	0	6
6	0	6
0	0	0
0	0	6
504	0	24
378	0	18

PROMEDIO DE VEHÍCULOS EN FRANJA NOCHE

LIGEROS	PESADOS	MOTOS	TOTAL TRÁFICO
382	0	21	403
5	0	5	10
5	0	5	10
3	0	4	7
3	0	3	6
441	3	17	461
232	0	16	248

4.5.2. MAPAS DE BOTONES

El nivel de presión sonora en los puntos 1,6 y 7 procede de la carretera CV-605.

Los puntos 2, 3, 4 y 5 están situados en los caminos interiores. Sus niveles de presión sonora proceden del escaso caudal de tráfico que hay en dichas zonas, la presencia de ciclistas y de animales que habitan en las villas cercanas.

Por otra parte, en la franja de **NOCHE**, las mayores subidas de los niveles de presión sonora las producen la escasa presencia de vehículos en los puntos de carretera y, en los puntos interiores, los ladridos de los perros y los sonidos emitidos por animales nocturnos (grillos).

Leyenda

	< 35 dBA
	35 - 40 dBA
	40 - 45 dBA
	45 - 50 dBA
	50 - 55 dBA
	55 - 60 dBA
	60 - 65 dBA
	65 -70 dBA
	70 -75 dBA
	75 - 80 dBA
	> 80 dBA

A continuación se ha adjuntado el mapa de botones por jornadas de la zona con los puntos claramente delimitados e indicados con su nivel de presión sonora promedio en dBA. Se han clasificado estos datos divididos por franjas horarias.

JORNADA 1 (MAÑANA)



JORNADA 1 (TARDE)



JORNADA 1 (NOCHE)



JORNADA 2 (MAÑANA)



JORNADA 2 (TARDE)



JORNADA 2 (NOCHE)



4.6. CÁLCULO INCERTIDUMBRE

La tabla adjuntada a continuación muestra todo el proceso a seguir para obtener el valor de **las incertidumbres típica, típica combinada y de medición expandida**.

Tabla 1 – Resumen de la incertidumbre de medición para L_{Aeq}

Incertidumbre típica				Incertidumbre típica combinada	Incertidumbre de medición expandida
Debido a la instrumentación ^a	Debido a las condiciones de funcionamiento ^b	Debido a las condiciones meteorológicas y del terreno ^c	Debido al sonido residual ^d		
1,0	X	Y	Z	σ_c	$\pm 2,0 \sigma_c$
dB	dB	dB	dB	$\sqrt{1,0^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$	dB

4.6.1 CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE TÍPICA

(Ejemplo práctico)

Escogeremos unos datos de entre todos los obtenidos para explicar paso por paso de forma práctica como se obtiene la incertidumbre típica en la medida. Se ha optado por escoger los datos almacenados de la **JORNADA 1** en la franja horaria **MAÑANA**, que se muestran en las dos páginas siguientes.

MEDIDAS JORNADA 1 (MAÑANA)

PUNTO 1 (Carretera)				
MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	70,3	54,7	77,5	70,3
2	71,6	54,7	81,2	71,6
3	70,3	54,8	81,3	70,3
4	70,6	57,9	78,1	70,6
5	70,3	59	77,4	70,3
PROMEDIO	70,6	56,6	79,5	70,6
PUNTO 2 (Camino)				
MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	55,1	50,2	79,9	53,4
2	53,5	49,7	77,6	51,2
3	54,5	48,7	74,4	53,1
4	55,3	46,5	70	54,6
5	51,9	46,5	71,6	50,5
PROMEDIO	54,2	48,6	76,2	52,8
PUNTO 3 (Camino)				
MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	56	46,9	79,9	55,5
2	54,2	46,2	82,6	53,4
3	52,8	46,4	78,4	51,7
4	51,3	45,3	69,4	50
5	53,5	45,6	72,5	52,7
PROMEDIO	53,85	46,13	78,76	53,04
PUNTO 4 (Terreno)				
MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	48,	42,6	65,1	47,7
2	48,6	41,5	67,6	47,6
3	50,7	45,1	69,8	49,3
4	48,9	42,7	70	47,6
5	48,8	43,2	73,7	47,4
PROMEDIO	49,2	43,2	70,2	48

PUNTO 5 (Terreno)				
MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	51	44,4	66,9	49,9
2	50,3	41,7	66,5	50
3	51,3	48	69,7	48,5
4	50,7	45,8	68,4	49
5	49,2	46,7	69	45,6
PROMEDIO	50,6	45,8	68,3	48,8
PUNTO 6 (Carretera)				
MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	74,7	56,3	80,1	74,7
2	75,4	56,8	81,1	75,4
3	75,7	60,1	80,9	75,7
4	75,9	54,9	81,1	75,9
5	75,6	58,8	80,8	75,6
PROMEDIO	75,5	57,8	80,8	75,5
PUNTO 7 (Carretera)				
MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	74,2	53,7	78,7	74,2
2	74,2	55,5	78,5	74,2
3	75,6	58,7	79,2	75,6
4	73,8	55,1	78,8	73,8
5	73,9	56,1	79	73,9
PROMEDIO	74,4	56,2	78,9	74,4

4.6.2. PASOS PARA EL CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE TÍPICA

Las ecuaciones que nos permitirán obtener cada una de las incertidumbres ya han sido tratadas previamente en el capítulo 3.

A) INCERTIDUMBRE PROVOCADA POR CONDICIONES AMBIENTALES

Al ser la superficie del terreno existente entre la fuente sonora y la posición de medida considerada “dura”, esta incertidumbre puede despreciarse siempre y cuando no haya sombra acústica, siendo el valor de esta incertidumbre de 0,5 dB hasta 25 m en “situación baja” y hasta 50 m en “situación alta”.

En nuestro caso, consideraremos “situación baja” (inferior a 25 m), por lo que la incertidumbre provocada por condiciones ambientales será de:

$$Ca = 0,5 \text{ dB}$$

B) INCERTIDUMBRE PROVOCADA POR EL TRÁFICO RODADO

El caudal del tráfico es otra fuente de incertidumbre ya que produce un notable incremento en los niveles de presión acústica, por lo que necesitaremos calcular su valor de incertidumbre.

Lo obtendremos mediante la siguiente ecuación:

$$X = \frac{10}{\sqrt{n}} dB$$

siendo n el número de vehículos.

A continuación está adjuntada la tabla de resultados obtenida, en la que se ha calculado el promedio total de vehículos (vehículos ligeros, pesados y motocicletas) en una hora en cada uno de los puntos de medida durante el número de mediciones total, finalmente 5.

PUNTOS	TRÁFICO TOTAL PROMEDIO
Pto1 (Carretera)	1121
Pto 1 (Camino)	16
Pto 2 (Camino)	14
Pto 1 (Terreno)	9
Pto 2 (Terreno)	9
Pto 2 (Carretera)	1325
Pto 3 (Carretera)	1122

Aplicando a la ecuación anterior los valores del tráfico total promedio en cada uno de las zonas de medida se tiene:

Punto de medida	TRAFICO RODADO (dB)
P1	0,30
P2	2,50
P3	2,67
P4	3,33
P5	3,33
P6	0,27
P7	0,30

Calculando la media de entre únicamente los puntos P1, P6 y P7 ya que ofrecen una incertidumbre más bien baja (se descartan los valores más altos de los puntos P2, P3, P4 y P5), se tiene que el valor de la incertidumbre provocada por el tráfico rodado es de:

$$Tr = 0,29 \text{ dB}$$

C) INCERTIDUMBRE PRODUCIDA RUIDO DE FONDO (RESIDUAL)

Se calculará dicha incertidumbre como el promedio de las incertidumbres particulares de cada uno de los puntos de medida. Pongamos por ejemplo la primera zona de medición de la franja **MAÑANA, el punto 1 del camino**.

En la siguiente tabla se muestran los datos almacenados por el sonómetro, concretamente el nivel de presión sonora, expresado en dBA, y el nivel de ruido de fondo, que en este punto se escogió el percentil 99, también en dBA.

L_{Aeq} (dBA)	L_{AN99} (dBA)
55,1	50,2
53,5	49,7
54,5	48,7
55,3	46,5
51,9	46,5
54,2	48,6

Antes de comenzar a hallar el valor de la incertidumbre asociada, hay que comprobar primero si la diferencia entre el nivel de presión sonora residual y nivel de presión sonora medido está 10 dB ó más por debajo y si, en caso de estarlo, también lo está por debajo de 3 dB (en esta situación no se haría corrección porque la incertidumbre resultante tendría un valor demasiado alto).

Se obtendrá aplicando una diferencia entre el nivel medido y el ruido de fondo, ambos en dBA:

L_{Aeq} (dBA)	L_{AN99} (dBA)	Diferencia(dBA)
55,1	50,2	4,9
53,5	49,7	3,8
54,5	48,7	5,8
55,3	46,5	8,7
51,9	46,5	5,4

En la columna “Diferencia” se puede comprobar como todas las diferencias obtenidas están comprendidas entre los 3 y los 10 dB, por lo que es necesario realizar una corrección para cada medida. Por lo tanto, aplicaremos la siguiente ecuación:

$$L_{corr} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{medido}}{10}} - 10^{\frac{L_{residual}}{10}} \right) dB$$

Por lo tanto, tras aplicar las correcciones pertinentes, los niveles de presión sonora corregidos quedarían de la siguiente manera:

L_{Aeq} (dBA)	L_{AN99} (dBA)	L_{corr} (dBA)
55,13	50,23	53,43
53,52	49,71	51,18
54,46	48,68	53,13
55,26	46,55	54,63
51,95	46,53	50,48
54,2	48,6	52,8

Una vez obtenidos estos datos, hay que aplicar la desviación estadística a los niveles de presión sonora corregidos (conocida como **desviación específica**) obteniendo la incertidumbre del nivel sonoro específico (representada como σ_s) y otra desviación estadística a los niveles de presión sonora medidos inicialmente (conocida como **desviación actual**) obteniendo la incertidumbre del nivel sonoro total medido (representada como σ_o) con las ecuaciones planteadas en el capítulo anterior.

Los valores de cada incertidumbre, en este caso del **punto 1 del camino**, son los siguientes:

Desv.espf	Desv.Actual
1,7023	1,3683

Una vez que disponemos de estos valores calculamos, pues, la incertidumbre del nivel sonoro residual Z mediante la siguiente ecuación:

$$Z = \sqrt{\sigma_s^2 - \sigma_o^2}$$

σ_s = incertidumbre del nivel sonoro específico

σ_o = incertidumbre del nivel sonoro total medido actual

Obteniendo como resultado:

Z(dB)
0,51

Una vez ya conocido el valor de la incertidumbre del nivel sonoro residual Z, obtendremos la sensibilidad residual de cada uno de los puntos de medida mediante la siguiente fórmula:

$$C_{resid} = \frac{-10^{L_{resid}/10}}{10^{L_{total}/10} - 10^{L_{resid}/10}}$$

Obteniendo los siguientes resultados:

C.resid
0,48
0,71
0,36
0,15
0,4

Entonces, ya podemos calcular la incertidumbre producida por el sonido residual, que se obtiene calculando el promedio de la sensibilidad residual de los valores de la tabla anterior:

C.resid Pr
0,42

Sólo quedaría multiplicar este valor promedio de la sensibilidad residual por el valor Z en dB, quedando el siguiente valor de incertidumbre:

$$S_r = 0,21$$

D) INCERTIDUMBRE PRODUCIDA POR EL SONÓMETRO

El aparato que nos ha permitido conocer los valores de los niveles de presión sonora, el sonómetro, es otro de los factores que pueden influir en la precisión de los resultados obtenidos, por lo que se considerará otra fuente de incertidumbre.

El valor de esta incertidumbre producida por el instrumental se puede obtener con la siguiente ecuación:

$$\delta_i(L) = \delta_{PFE} + \delta_{PFA} + \delta_{LS} + \delta_{RMS} + \delta_{PT} + \delta_{CA} + \delta_{CC} + \delta_{ES} + \delta_{TS} + \delta_{PS} + \delta_{CS}$$

Que vienen a ser cada una de las incógnitas ya fue previamente explicado en el capítulo anterior, por lo que se procederá directamente a realizar su cálculo final.

El sonómetro empleado en las mediciones fue el Brüel & Kjaer modelo 2250, por lo que los valores de cada una de las correcciones con respecto a este modelo del sonómetro están especificadas en el manual del mismo.

δ_{PFE}) Corrección de calibración eléctrica del nivel de presión sonora con ponderación A.

$$u(\delta_{PFE}) = \frac{U_E}{K_n} = \pm \frac{0,15}{2} = \pm 0,075 dB$$

δ_{PFA}) Representa la corrección de calibración acústica del nivel de presión sonora con ponderación A.

$$u(\delta_{PFA}) = \frac{U_A}{K_n} = \pm \frac{0,15}{2} = \pm 0,075 dB$$

δ_{LS}) Representa la corrección asociada con la linealidad del sonómetro en su rango de referencia. Tomará el siguiente valor:

$$u(\delta_{LS}) = \sigma_L = 0,01 dB$$

δ_{RMS}) Representa la corrección asociada con detector RMS del sonómetro evaluada eléctricamente.

$$u(\delta_{RMS}) = \sigma_R = 0,055 dB$$

δ_{PT}) Representa la corrección asociada con la función de ponderación.

$$u(\delta_{PT})_{fast\ o\ slow} = \frac{\Delta_{PT}}{\sqrt{3}} = \frac{0,1}{\sqrt{3}} \geq 0,0577 dB$$

$\Delta_{PT} = 0,1 \rightarrow$ Máxima de las desviaciones de las constantes temporales. En este caso la Slow es la más restrictiva.

δ_{CA}) Representa la corrección asociada con el ajuste inicial del sonómetro utilizando un calibrador acústico.

$$u(\delta_{CA}) = \frac{E_s}{2\sqrt{3}} = \frac{0,01}{2\sqrt{3}} \geq 0,00288 dB$$

δ_{CC}) Representa la corrección de utilización del calibrador acústico sobre su valor certificado.

$$u(\delta_{PFE}) = \frac{U_c}{K_n} = \pm \frac{0,11}{2} = \pm 0,055 dB$$

δ_{ES}) Representa la corrección asociada a la resolución finita del valor de la indicación del sonómetro.

$$u(\delta_{ES}) = \frac{E_s}{2\sqrt{3}} = \frac{0.01}{2\sqrt{3}} \geq 0.00288 \text{ dB}$$

δ_{TS}) Representa la corrección asociada con la influencia de las variaciones de temperatura.

$$\delta_{TS} = \alpha_m \cdot (23^\circ C - T_M)$$

En este punto de medida del **punto 1 del camino**, la temperatura tiene un valor de 26,5 °, por lo que, sustituyendo valores en la fórmula, nos queda:

σ_{ts}
0,05629165

δ_{PS}) Representa la corrección asociada con la influencia de las variaciones de la presión atmosférica.

$$\delta_{PS} = \gamma_M \cdot (1013hPa - P_M)$$

La presión atmosférica medida en este punto de medida del **punto 1 del camino** tiene un valor 1008 hPa.

Con todo ello y suponiendo una distribución rectangular sobre el intervalo de variación de la presión atmosférica, $P_M \pm \Delta P$, el valor de la incertidumbre será:

σ_{ps}
0,05484828

$$\delta_i(L) = \delta_{PFE} + \delta_{PFA} + \delta_{LS} + \delta_{RMS} + \delta_{PT} + \delta_{CA} + \delta_{CC} + \delta_{ES} + \delta_{TS} + \delta_{PS} + \delta_{CS} =$$

$$= 0,5005 \text{ dB}$$

$$\delta_i(L) = \pm 0,5 \text{ dB}$$

4.6.3 CÁLCULO DE LAS INCERTIDUMBRES COMBINADA Y EXPANDIDA

Una vez obtenida la incertidumbre típica, ya podemos proceder a hallar la incertidumbre combinada calculando la raíz de la suma de todas las incertidumbres al cuadrado que se muestra a continuación:

$$SUMA = 0.21^2 + 0.5^2 + 0,29^2 + 0,5^2 = 0,64$$

Ahora a esta suma se le aplica la raíz cuadrada y obtenemos la incertidumbre combinada:

$$\sigma_t = 0,8$$

Y a esta incertidumbre combinada se le multiplica por 2 y ya se tiene el valor de la incertidumbre expandida, que es la que deseábamos obtener:

$$\sigma_t = \pm 0.8^2 = \pm 1,6$$

5. CONCLUSIONES

5.1. INFORME DE RESULTADOS

Se ofrece a continuación de forma tabulada los resultados promedios de los niveles equivalentes con su incertidumbre asociada para las dos jornadas de medida.

Los clasificaremos por zonas de medida, un total de tres: **CARRETERA, CAMINO Y TERRENO.**

CARRETERA

JORNADA 1

PUNTO	L _{Aeq} MAÑANA	L _{Aeq} TARDE	L _{Aeq} NOCHE
P1	70,6 ± 1,6	70,4 ± 1,5	66,4 ± 2,4
P6	75,5 ± 1,6	73,5 ± 1,5	64 ± 2,4
P7	74,4 ± 1,6	73,4 ± 1,5	64,9 ± 2,4

JORNADA 2

PUNTO	L _{Aeq} MAÑANA	L _{Aeq} TARDE	L _{Aeq} NOCHE
P1	69,6 ± 1,6	71 ± 1,5	71,8 ± 2
P6	73,7 ± 1,6	74,8 ± 1,5	69,6 ± 2
P7	73,7 ± 1,6	73,3 ± 1,5	67,8 ± 2

Se concluye a la vista de los resultados de las tablas anteriores que los niveles sonoros obtenidos son elevados, como consecuencia del tráfico fluido de la carretera, además de otros factores como la gasolinera y su túnel de lavado, el parking de la universidad, el paso de tractores y ambulancias que hicieron acto de presencia por la zona y de un par de aviones que sobrevolaron el cielo durante parte del proceso de medición (concretamente en la segunda medida de 10 minutos del punto 3 de la carretera) que, en

menor grado, afectó al valor global y disparó los máximos de presión durante las franjas de “MAÑANA” y “TARDE”.

A destacar también la diferencia de aproximadamente 5 dBA entre el valor más bajo y más alto de los niveles de presión sonora en las franjas “MAÑANA” y “TARDE” de ambas jornadas, comprendidos entre los 70 y 75 dBA.

Se produce un decremento de aproximadamente 6 dBA de la franja de “NOCHE” respecto con las otras dos en ambas jornadas debido a la menor existencia de tráfico.

Las incertidumbres obtenidas en estos puntos de medida están comprendidas entre los 1,5 y los 2,4 dB, produciéndose apenas variaciones durante las franjas de “MAÑANA” y de “TARDE” siendo en la de “NOCHE” cuando se produce la variación más brusca, siendo la incertidumbre de 2,4 dB en la primera jornada mientras que en la segunda la incertidumbre llega a alcanzar los 2 dB.

CAMINO

JORNADA 1

PUNTO	LAeq MAÑANA	LAeq TARDE	LAeq NOCHE
P2	52,8 ± 1,6	51,3 ± 1,5	34,5 ± 2,4
P3	53 ± 1,6	47,5 ± 1,5	40,6 ± 2,4

JORNADA 2

PUNTO	LAeq MAÑANA	LAeq TARDE	LAeq NOCHE
P2	52,8 ± 1,6	51,3 ± 1,5	39,6 ± 2
P3	53 ± 1,6	47,5 ± 1,5	34 ± 2

Se puede apreciar que los valores son mucho más bajos que los obtenidos en los puntos de carretera. En las franjas de “MAÑANA” y “TARDE” los valores oscilan entre los 47 y los 53 dBA, siendo la diferencia entre ellos de 6 dBA por lo que apenas hay variaciones. En estos puntos el ruido de tráfico apenas interviene, pues el camino es estrecho y angosto y dificulta la circulación, pero sí se llegó a contabilizar algún que otro vehículo y motocicleta. Tampoco

importunaron el resto de fuentes sonoras que en los puntos de carretera pudieron afectar a las mediciones, como era el caso de la gasolinera y del túnel de lavado.

A destacar que más fuentes de ruido pudieron aumentar los niveles de presión y los máximos, como son por ejemplo los constantes ladridos de los perros de las viviendas colindantes durante el periodo diurno de las jornadas, pasando a ser los ruidos de los animales nocturnos otro factor del incremento de los valores durante la franja de “NOCHE”.

Los valores de las incertidumbres son exactamente iguales que los alcanzados en los puntos anteriores, considerándose normales, tanto en la jornada 1 como en la jornada 2 durante las dos primeras franjas de la jornada, aumentando ligeramente en la franja de “NOCHE” siendo de 2.4 dB en la primera jornada y de 2 dB en la segunda.

TERRENO

JORNADA 1

PUNTO	LAeq MAÑANA	LAeq TARDE	LAeq NOCHE
P4	48 ± 1,6	48 ± 1,5	44,6 ± 2,4
P5	48,8 ± 1,6	48,7 ± 1,5	43 ± 2,4

JORNADA 2

PUNTO	LAeq MAÑANA	LAeq TARDE	LAeq NOCHE
P4	48,5 ± 1,6	46,6 ± 1,5	21,8 ± 2
P5	49,6 ± 1,6	47,2 ± 1,5	31,9 ± 2

No existe apenas diferencia entre los valores diurnos y nocturnos de los niveles de presión de la jornada 1 en ambos puntos del “TERRENO”, ya que los factores que intervienen aquí son los mencionados anteriormente en los puntos de “CAMINO”, oscilando entre los 43 y los casi 49 dBA.

Similitud en los resultados de la jornada 2, pero tan sólo entre las franjas “MAÑANA” y “TARDE”. Disminución considerable de nivel en la franja “NOCHE” en comparación con las otras dos y con las de la jornada 1. No afectan tampoco en estos puntos ni el caudal del tráfico ni el ruido producido por la gasolinera, el túnel de lavado o el parking de la biblioteca.

Sobre las incertidumbres, indicar que los resultados finales son similares a los obtenidos en los anteriores puntos de medida, siendo constantes y sin apenas variaciones durante las franjas diurnas de la jornada situándose entre los 1,5 y 1,6 dB, aumentando ligeramente, tal como se ha dicho, en la franja nocturna.

5.2 OBJETIVOS ALCANZADOS

Con la realización de este proyecto nos hemos hecho una idea global de todo el proceso de cálculo de la incertidumbre en ensayos acústicos. Hemos aprendido a realizar dicho procedimiento y a entender qué aspectos influyen de forma directa en la obtención de la incertidumbre.

Hemos adquirido unos conocimientos más avanzados del empleo del sonómetro y de sus capacidades y funciones. Nos hemos familiarizado con su uso y ya conocemos en profundidad sus aplicaciones y funcionamiento.

BIBLIOGRAFIA

- [1] AENOR, Norma Española: UNE-ISO 1996-1 Y UNE-ISO 1996-2
- [2] John R. Taylor, Introduzione all'analisi degli errori. Lo studio delle incertezze nelle misure fisiche, seconda edizione. Editorial Zanichelli.
- [3] Metrología: Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida.
- [4] Escuder E. et al.. Incertidumbre de medida en ruido ambiental, según la ISO 1996-2:2007. Aplicación a un estudio acústico.
- [5] ECA: Guía para el cálculo de la incertidumbre
- [6] Universidad de Vigo. Escola Técnica Superior de enxeñeiros de Telecomunicación. Trabajo Fin de Carrera.
- Evaluación de la incertidumbre de medida en un supuesto de aislamiento in situ a ruido aéreo. Autor: Javier Castillo Cid*
- [7] J. Angel Moreno, Centro Nacional de Metrología. Laboratorio de Impedancia (México):
- Encuentro nacional de metrología eléctrica: Metodología para el cálculo de la incertidumbre.*
- [8] Estadística. Editorial UPV
- [9] Sociedad Española de Acústica. Acústica Ambiental: Análisis, legislación y soluciones.

ANEXOS

MEDIDAS OBTENIDAS

Se proporcionan seguidamente de forma tabulada todas las medidas obtenidas, divididas y clasificadas por jornadas y por franjas horarias, así como el posterior cálculo de la incertidumbre en cada una de las zonas de medición.

JORNADA 1. MAÑANA

PUNTO 1 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	Lcorr(dBA)	LZeq (dB)
1	70,3	54,7	70,3	77,5
2	71,6	54,7	71,6	81,2
3	70,3	54,8	70,3	81,3
4	70,6	57,9	70,6	78,1
5	70,3	59	70,3	77,4
PROMEDIO	70,6	56,6	70,6	79,5

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert. Total
0,5832	0,5832	0,0000	0,0283	0,0432	0,0000
			0,0208		
			0,0290		
			0,0574		
			0,0803		

PUNTO 2 (CAMINO)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	55,1	50,2	79,9	53,4
2	53,5	49,7	77,6	51,2
3	54,5	48,7	74,4	53,1
4	55,3	46,5	70	54,6
5	51,9	46,5	71,6	50,5
PROMEDIO	54,2	48,6	76,2	52,8

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert. Total
1,7023	1,3683	0,5129	0,4784	0,4216	0,2162
			0,7121		
			0,3591		
			0,1555		
			0,4027		

PUNTO 3 (CAMINO)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	56	46,9	79,9	55,5
2	54,2	46,2	82,6	53,4
3	52,8	46,4	78,4	51,7
4	51,3	45,3	69,4	50
5	53,5	45,6	72,5	52,7
PROMEDIO	53,8	46,1	78,8	53

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert. Total
2,0311	0,6390	1,8585	0,1407	0,2322	0,4316
			0,1889		
			0,2954		
			0,3428		
			0,1936		

PUNTO 4 (TERRENO)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	48,8	42,6	65,1	47,7
2	48,6	41,5	67,6	47,6
3	50,7	45,1	69,8	49,3
4	48,9	42,7	70	47,6
5	48,8	43,2	73,7	47,4
PROMEDIO	49,2	43,2	70,2	48

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert. Total
0,8394	1,0689	0,2190	0,3118	0,2537	0,0556
			0,2450		
			0,3875		
			0,3243		
			0,3813		

PUNTO 5 (TERRENO)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	51	44,4	66,9	49,9
2	50,3	41,7	66,5	49,7
3	51,3	48	69,7	48,5
4	50,7	45,8	68,4	49
5	49,2	46,7	69	45,6
PROMEDIO	50,6	45,8	68,3	48,8

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid Pr	Incert.Total
1,7298	0,8070	1,1704	0,2817	0,6188	0,7242
			0,1593		
			0,8864		
			0,4817		
			1,2849		

PUNTO 6 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	74,7	56,3	80,1	74,7
2	75,4	56,8	81,1	75,4
3	75,7	60,1	80,9	75,7
4	75,9	54,9	81,	75,9
5	75,6	58,8	80,8	75,6
PROMEDIO	75,5	57,8	80,8	75,5

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid Pr	Incert.Total
0,4526	2,0470	1,9926	0,0147	0,0173	0,0345
			0,0141		
			0,0279		
			0,0081		
			0,0216		

PUNTO 7 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	74,2	53,7	78,7	74,2
2	74,2	55,5	78,5	74,2
3	75,6	58,7	79,2	75,6
4	73,8	55,1	78,8	73,8
5	73,9	56,1	79	73,9
PROMEDIO	74,4	56,2	78,9	74,4

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid Pr	Incert.Total
0,7275	1,8325	1,4143	0,0089	0,0148	0,0209
			0,0138		
			0,0207		
			0,0137		
			0,0168		

JORNADA 1. TARDE

PUNTO 1 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN95(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	69,7	54,8	75,4	69,7
2	71,2	58,7	76,9	71,2
3	69,8	53,9	75,7	69,8
4	69,8	53,3	75,5	69,8
5	71,3	52,5	77,6	71,2
PROMEDIO	70,4	55,3	76,3	70,4

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid Pr	Incert.Total
0,8052	0,8052	0,0000	0,0333	0,0311	0,0000
			0,0597		
			0,0263		
			0,0230		
			0,0134		

PUNTO 2 (CAMINO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	53,5	47,4	70,3	52,3
2	51,5	46,2	68,5	50
3	51,4	46,2	68,7	49,9
4	54,4	46,8	67,4	53,5
5	51	47	67,5	48,8
PROMEDIO	52,6	46,7	68,6	51,3

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid Pr
1,9456	1,4855	0,7893	0,3224	0,4068
			0,4119	
			0,4242	
			0,2139	
			0,6614	

PUNTO 3 (TERRENO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99(dBA)	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	49,9	46	64,8	47,6
2	49,8	44,4	64,4	48,4
3	49,9	45,2	64,7	48,1
4	49,9	45,7	63,9	47,9
5	50,2	46,1	65,9	48,1
PROMEDIO	50	45,5	64,8	48

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid Pr
0,3090	0,1334	0,0388	0,7037	0,5699
			0,3962	
			0,5107	
			0,6066	
			0,6320	

PUNTO 5 (TERRENO)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	49,7	43,5	64,4	48,5
2	51	45,6	65,8	49,6
3	50,3	46	63,7	48,2
4	50	44,5	64,1	48,6
5	49,3	42,6	63,2	48,2
PROMEDIO	50,1	44,6	64,3	48,7

Desv.espf	Desv.Actual	Z(Db)	C.resid	C.resid Pr	Incert. Total
0,5432	0,6594	0,0699	0,3194	0,3978	0,0278
			0,4066		
			0,6021		
			0,3887		
			0,2719		

PUNTO 6 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	73,3	58,4	77,2	73,3
2	73,7	59,3	78,5	73,7
3	73,2	58,2	76,9	73,2
4	73,7	58,1	77,7	73,7
5	73,5	58,5	76,9	73,5
PROMEDIO	73,5	58,5	77,5	73,5

Desv.espf	Desv.Actual	Z(Db)	C.resid	C.resid Pr	Incert.Total
0,2326	0,2326	0,0000	0,0331	0,0329	0,0000
			0,0378		
			0,0333		
			0,0284		
			0,0320		

PUNTO 7 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	72,9	56,5	79,1	72,9
2	73,6	52,4	80,2	73,6
3	73,8	57,4	80,8	73,8
4	72,7	55,4	79,3	72,7
5	73,9	59,6	79,2	73,9
PROMEDIO	73,4	56,9	79,8	73,4

Desv.espf	Desv.Actual	Z(Db)	C.resid	C.resid Pr	Incert.Total
0,5523	0,5523	0,0000	0,0236	0,0224	0,0000
			0,0076		
			0,0231		
			0,0192		
			0,0387		

JORNADA 1. NOCHE

PUNTO 1 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	66,9	44	70,9	66,9
2	64,7	42,9	68,8	64,7
3	65,6	41,6	71	65,6
4	66,9	43,2	72,4	66,9
5	67,4	43,4	71,7	67,4
PROMEDIO	66,4	43,1	71,1	66,4

Desv.espf	Desv.Actual	Z(Db)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
1,1274	1,1274	0,0000	0,0051	0,0048	0,0000
			0,0067		
			0,0040		
			0,0043		
			0,0040		

PUNTO 2 (CAMINO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	35,7	21,9	57,6	35,7
2	28,6	18,9	64,6	28,1
3	34,2	18,9	63,9	34,2
4	34,5	18,6	65	34,5
5	36,3	19,3	67,5	36,3
PROMEDIO	34,5	19,7	64,7	34,5

Desv.espf	Desv.Actual	Z(Db)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
3,2689	3,0583	0,6664	0,0433	0,0480	0,0320
			0,1197		
			0,0304		
			0,0268		
			0,0201		

PUNTO 3 (CAMINO)

EDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	41,3	19,4	71,4	41,3
2	36,8	19,2	64,3	36,7
3	34	19	65,8	33,9
4	41,1	18,7	72	41
5	43,8	18,3	73,6	43,8
PROMEDIO	40,6	18,9	70,7	40,6

Desv.espf	Desv.Actual	Z(Db)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
3,9808	3,9306	0,1987	0,0065	0,0130	0,0026
			0,0176		
			0,0322		
			0,0058		
			0,0028		

PUNTO 4 (TERRENO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	43,7	18,2	72,2	43,7
2	48,9	19,1	78,2	48,9
3	37,4	20,3	65,4	37,4
4	45,2	18,9	73,8	45,2
5	37,9	20,1	69,9	37,9
PROMEDIO	44,6	19,4	73,8	44,6

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
4,8971	4,8971	0,0000	0,0028	0,0085	0,0000
			0,0011		
			0,0196		
			0,0023		
			0,0167		

PUNTO 5 (TERRENO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	38,7	18,8	69,2	38,7
2	44,5	19,9	72,9	44,5
3	37,4	19	63,1	37,4
4	45,2	19,4	74,8	45,2
5	43,9	19,4	73,4	43,9
PROMEDIO	43	19,3	72,1	43,0

Desv.espf	Desv.Actual	Z(Db)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
3,60387014	3,603870142	0,0000	0,0104	0,0069	0,0000000
			0,0034		
			0,0146		
			0,0026		
			0,0035		

PUNTO 6 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	66,2	37,5	68,4	66,2
2	65,7	38,1	68,8	65,7
3	62,3	36,2	66,2	62,3
4	62,5	35,8	64,6	62,5
5	60,8	34,2	63,7	60,8
PROMEDIO	64	36,6	66,8	64

Desv.espf	Desv.Actual	Z(Db)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
2,32749221	2,327492213	0,0000	0,0014	0,0020	0,0000000
			0,0017		
			0,0024		
			0,0021		
			0,0022		

PUNTO 7 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	66,3	33,8	68,3	66,3
2	61,2	34,8	64	61,2
3	61,8	34,6	63,9	61,8
4	62,7	33,9	64,3	62,7
5	58,8	32,9	61	58,8
PROMEDIO	62,9	34	65	62,9

Desv.espf	Desv.Actual	Z(Db)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
2,73224816	2,732248159	0,0000	0,0006	0,0017	0,0000000
			0,0023		
			0,0019		
			0,0013		
			0,0026		

JORNADA 2. MAÑANA

PUNTO 1 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	70,4	57,7	78,1	70,4
2	69,4	56,3	74,7	69,4
3	69,4	60	78,4	68,9
4	69,7	51,1	75,3	69,7
5	69,4	58,4	76,7	69,4
PROMEDIO	69,7	57,5	76,9	69,6

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
0,5688	0,4487	0,0611	0,0568	0,0672	0,0041
			0,0514		
			0,1280		
			0,0138		
			0,0863		

PUNTO 2 (CAMINO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	56,6	47,2	73,3	56,1
2	51,6	46,2	69,2	50,1
3	52,4	43,8	70,3	51,8
4	53,1	47,4	71,5	51,8
5	51,2	46,9	70,1	49,2
PROMEDIO	53,5	46,5	71,1	52,5

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
2,6306	2,1439	1,1619	0,1297	0,3310	0,3846
			0,4040		
			0,1632		
			0,3671		
			0,5912		

PUNTO 3 (CAMINO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	54,9	39,3	69,3	54,9
2	50,6	41,5	69,5	50
3	53,1	40,7	65,2	53,1
4	52,7	44,5	72,1	52
5	54,6	44,4	67,7	54,6
PROMEDIO	53,4	42,6	69,3	53,3

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
2,0084	1,7324	0,5162	0,0287	0,1025	0,0529
			0,1418		
			0,0612		
			0,1750		
			0,1056		

PUNTO 4 (TERRENO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	47,9	41,2	72,7	46,9
2	50,1	41,4	71	49,5
3	49,4	42,9	72,2	48,3
4	49,1	41,1	68,6	48,3
5	49,7	42	68,2	48,9
PROMEDIO	49,3	41,8	70,9	48,5

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
0,9739	0,8384	0,1228	0,2711	0,2209	0,0271
			0,1563		
			0,2850		
			0,1873		
			0,2046		

PUNTO 5 (TERRENO)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	50,1	43,2	66,4	49,1
2	50,2	40,7	66,2	49,7
3	50,6	43,5	69	49,7
4	50,9	44,9	68,3	49,7
5	51,1	44,8	69,7	50
PROMEDIO	50,6	43,7	68,1	49,6

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
0,3160	0,4542	0,0532	0,2536	0,2519	0,0134
			0,1284		
			0,2422		
			0,3365		
			0,2989		

PUNTO 6 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	73,8	53,8	78,2	73,8
2	73	50,5	79	73
3	73,6	52,6	78,1	73,6
4	73,8	51,9	78,7	73,7
5	74,4	56,1	79,3	74,4
PROMEDIO	73,7	53,4	78,7	73,7

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
0,5099	0,5099	0,0000	0,0101	0,0091	0,0000
			0,0056		
			0,0079		
			0,0066		
			0,0150		

PUNTO 7 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	73,7	53,4	80,7	73,7
2	75,6	53,4	78,6	75,6
3	72,9	52,8	77	72,9
4	72,5	54,3	77,6	72,5
5	73,1	51,8	78	73,1
PROMEDIO	73,7	53,2	78,6	73,7

Desv.esp	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
1,1943	1,1943	0,0000	0,0094	0,0096	0,0000
			0,0061		
			0,0097		
			0,0153		
			0,0074		

JORNADA 2. TARDE

PUNTO 1 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	71	54,8	78,4	71
2	71,1	59,2	79	71,1
3	70,4	57,8	79,4	70,4
4	71,3	56,1	80,5	71,3
5	71,2	58	81,7	71,2
PROMEDIO	71	57,5	80	71

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert. Total
0,3510	0,3510	0,0000	0,0243	0,0470	0,0000
			0,0700		
			0,0584		
			0,0312		
			0,0508		

PUNTO 2 (CAMINO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	53,6	48	71	52,2
2	57,7	49	72,9	57,1
3	55,9	49,9	74	54,7
4	53,8	49,2	75,4	52
5	52,5	47,7	76,3	50,7
PROMEDIO	55,1	48,8	74,3	53,9

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert. Total
2,5298	2,0825	1,0316	0,3813	0,3805	0,3925
			0,1563		
			0,3354		
			0,5308		
			0,4985		

PUNTO 3 (CAMINO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	49,3	42,9	66,5	48,1
2	48,5	43	62,7	47
3	51	42,4	66,2	50,4
4	46,8	42,6	66,2	44,7
5	53,2	43,6	72	52,7
PROMEDIO	50,3	42,9	67,8	49,5

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert. Total
3,1026	2,4765	1,7465	0,3016	0,3212	0,5610
			0,4001		
			0,1589		
			0,6226		
			0,1228		

PUNTO 4 (TERRENO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	48,6	43,6	64,9	46,9
2	48,2	42,9	66,7	46,7
3	47,8	42,9	63,2	46,1
4	48,2	41,5	71,5	47,1
5	47,5	42,2	66,4	46
PROMEDIO	48,1	42,7	67,5	46,6

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert. Total
0,4899	0,4032	0,0387	0,4703	0,4109	0,0159
			0,4228		
			0,4784		
			0,2711		
			0,4119		

PUNTO 5 (TERRENO)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN99	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	46,9	41,3	64,3	45,6
2	48,1	41,2	60,4	47,2
3	50,5	37	58,5	50,5
4	43,6	31,2	56,9	43,6
5	46	34,4	59,2	46
PROMEDIO	47,6	38,5	60,7	47,2

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
2,5538	2,5583	0,0114	0,3730	0,1617	0,0019
			0,2536		
			0,0462		
			0,0609		
			0,0751		

PUNTO 6 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	75,7	64,3	83,3	75,7
2	75,5	62,9	83,7	75,5
3	74,2	61,2	81,8	74,2
4	73,8	59	81,4	73,8
5	74,6	58,6	79,4	74,6
PROMEDIO	74,8	61,8	82,12	74,8

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
0,8185	0,8185	0,0000	0,0781	0,0500	0,0000
			0,0584		
			0,0533		
			0,0343		
			0,0257		

PUNTO 7 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq (dBA)	LAN95	LZeq (dB)	Lcorr(dBA)
1	73,7	57,4	78,8	73,7
2	73,3	50,4	77,8	73,3
3	73,64	51,4	77,3	73,6
4	73	53,9	77,6	73
5	72,6	51,8	76,4	72,6
PROMEDIO	73,3	53,8	77,6	73,3

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
0,4624	0,4624	0,0000	0,0238	0,0112	0,0000
			0,0052		
			0,0060		
			0,0126		
			0,0085		

JORNADA 2. NOCHE

PUNTO 1 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	68,4	49,8	73,6	68,4
2	68,3	48	72,7	68,3
3	67,1	44	71,5	67,1
4	65,2	43,2	70	65,2
5	63,5	39,2	70,1	63,5
PROMEDIO	66,9	46,3	71,8	66,9

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
2,0952	2,0952	0,0000	0,0140	0,0077	0,0000
			0,0094		
			0,0049		
			0,0064		
			0,0037		

PUNTO 2 (CAMINO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	35,9	19,6	64,8	35,9
2	45,5	19,6	73,3	45,5
3	35,2	17,9	69,8	35,2
4	29,9	17,9	60,1	29,9
5	33,9	17,8	64,4	33,9
PROMEDIO	39,6	18,7	68,8	39,6

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
5,7397	5,7397	0,0000	0,0244	0,0279	0,0000
			0,0026		
			0,0192		
			0,0678		
			0,0254		

PUNTO 3 (CAMINO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	37,3	18,3	67,2	37,3
2	27,1	17,6	52,3	26,5
3	37,7	17,4	69,	37,7
4	25,9	17,6	53,9	25,3
5	26	17,5	50,7	25,4
PROMEDIO	34	17,7	64,7	34

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
6,4796	6,1360	2,1674	0,0127	0,0967	0,2095
			0,1274		
			0,0092		
			0,1727		
			0,1614		

PUNTO 4 (TERRENO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	24,4	17,3	48,8	23,5
2	20	17,2	49,6	16,8
3	19,9	16,9	50,6	17
4	20,4	17,3	51,2	17,5
5	26,4	17,4	52,5	25,9
PROMEDIO	23,1	17,2	50,7	21,8

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
4,2507	2,9996	4,5355	0,2443	0,6871	3,1163
			1,1152		
			0,9910		
			0,9428		
			0,1421		

PUNTO 5 (TERRENO)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN99	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	32,7	19,6	65,3	32,7
2	36,8	19,7	68,6	36,8
3	25,5	19,6	60,2	24,2
4	27,3	19,5	59,4	26,5
5	25,9	19,4	59,8	24,7
PROMEDIO	32	19,6	64,3	31,9

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
5,5380	4,9569	3,0494	0,0514	0,1825	0,5564
			0,0199		
			0,3460		
			0,2023		
			0,2928		

PUNTO 6 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	68,9	45,2	71,9	68,9
2	70,2	45,9	72,7	70,2
3	68,7	42,4	72,3	68,7
4	69,7	46,1	73,2	69,7
5	70	45,8	73,1	70
PROMEDIO	69,6	45,3	72,7	69,6

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
0,6748	0,6748	0,0000	0,0042	0,0037	0,0000
			0,0037		
			0,0024		
			0,0044		
			0,0038		

PUNTO 7 (CARRETERA)

MEDIDAS	LAeq(dBA)	LAN95(dBA)	LZeq(dB)	Lcorr(dBA)
1	68,2	40,5	71,3	68,2
2	67,8	38	70,6	67,8
3	65,3	33,4	89,1	65,3
4	68,6	37,4	76,4	68,6
5	68,2	43,5	71,2	68,2
PROMEDIO	67,8	39,8	82,5	67,8

Desv.espf	Desv.Actual	Z(dB)	C.resid	C.resid.Pr	Incert.Total
1,3363	1,3363	0,0000	0,0017	0,0015	0,0000
			0,0011		
			0,0007		
			0,0008		
			0,0034		

RESULTADOS CÁLCULO INCERTIDUMBRE

JORNADA 1. MAÑANA

RUIDO RES. (FONDO)	CONDICIONES AMBIENTALES	TRAFICO RODADO (dB)	SONÓMETRO
P1 → 0,22	Suelo duro menos de 25 m	0,30	0,50
P2 → 0,00	se toma como valor incert. →	2,50	0,52
P3 → 0,06		2,67	0,47
P4 → 0,43		3,33	0,49
P5 → 0,03		3,33	0,53
P6 → 0,72		0,27	0,56
P7 → 0,02		0,30	0,50
PROM → 0,21	PROM → 0,50	PROM → 0,29	PROM → 0,51
Ruido res. al cuadrado	Inc. Cond amb. al cuadrado	Inc. Tráfico rod. al cuadrado	Cuadrado Son.
P1 → 0,0467	0,25	0,0892	0,2505
P2 → 0,0000	0,25	Se han descartado los	0,2687
P3 → 0,0031	0,25	valores de los puntos 2,3,4 y 5	0,2219
P4 → 0,1863	0,25	al ofrecer una incertidumbre	0,2376
P5 → 0,0012	0,25	demasiado alta	0,2823
P6 → 0,5245	0,25	0,0755	0,3164
P7 → 0,0004	0,25	0,0891	0,2452
PROM → 0,0449	PROM → 0,25	PROM → 0,084	PROM → 0,26

INC. TÍPICA COMBINADA (dB)	INC. MED. EXPANDIDA	TRÁFICO TOTAL
0,7978		1121
0,7202		16
0,6892		14
0,8209		9
0,7304		9
1,0800		1325
0,7647		1122
PROM → 0,8005		
SUMA INCERT. → 0,6389		
0,80	1,60	

Pres. MEDIA (hPa)	Tª MEDIA (°C)
1008	26,5
1022	23,5
1009,5	25
1009,5	26,9
1020,5	26,9
1022	28,6
1012	30,96

INCERTIDUMBRE ASOCIADA AL SONÓMETRO

σ_{pfe}	σ_{pfa}	σ_{Is}	σ_{Irms}	σ_{pt}
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503

σ_{ca}	σ_{cc}	σ_{es}	σ_{ts}	σ_{ps}
0,00288675	0,11	0,00288675	0,05629165	0,05484828
0,00288675	0,11	0,00288675	0,03031089	0,0987269
0,00288675	0,11	0,00288675	0,04330127	0,03839379
0,00288675	0,11	0,00288675	0,05975575	0,03839379
0,00288675	0,11	0,00288675	0,05975575	0,08227241
0,00288675	0,11	0,00288675	0,07447818	0,0987269
0,00288675	0,11	0,00288675	0,09491638	0,01096966

JORNADA 1. TARDE

RUIDO RES. (FONDO)	CONDICIONES AMBIENTALES	TRAFICO RODADO (dB)	SONOMETRO
P1 → 0,3210	Suelo duro menos de 25 m	0,3331	0,4718
P2 → 0,0000	se toma como valor incert →	2,6726	0,4849
P3 → 0,0221		3,5355	0,4320
P4 → 0,1524		2,6726	0,4471
P5 → 0,0000		2,4254	0,4606
P6 → 0,0278		0,3029	0,4557
P7 → 0,0000		0,3067	0,4961
0,074757143	0,5	0,3143	0,4640
Ruido res. al cuadrado	Inc. Cond amb. al cuadrado	Inc. Tráfico rod. al cuadrado	Cuadrado Son.
P1 → 0,1030	0,25	0,1110	0,2226
P2 → 0,0000	0,25	Se han descartado los valores de los puntos 2,3,4 y 5 al ofrecer una incertidumbre demasiado alta	0,2351
P3 → 0,0005	0,25		0,1866
P4 → 0,0232	0,25		0,1999
P5 → 0,0000	0,25		0,2122
P6 → 0,0008	0,25		0,2077
P7 → 0,0000	0,25	0,0941	0,2461
PROM → 0,0056	0,25	0,098753776	0,215326683

INC. TÍPICA COMBINADA (dB)	INC. MED. EXPANDIDA	TRÁFICO TOTAL
0,8286		901
0,6965		14
0,6611		8
0,6878		14
0,6798		17
0,7418		1090
0,7683		1063
PROM → 0,7234		
SUMA INCERT. → 0,5697		
0,75	1,51	

Pres. MEDIA (hPa)	Tª MEDIA (°C)
1012	28,26
1009,5	26,6
1012	23,66
1012	25,4
1009,5	23,8
1012	26,4
1009,5	27,9

INCERTIDUMBRE ASOCIADA AL SONÓMETRO

σ_{pfe}	σ_{pfa}	σ_{Is}	$\sigma_{I_{rms}}$	σ_{pt}
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503

σ_{ca}	σ_{cc}	σ_{es}	σ_{ts}	σ_{ps}
0,00288675	0,11	0,00288675	0,0715337	0,01096966
0,00288675	0,11	0,00288675	0,05715768	0,03839379
0,00288675	0,11	0,00288675	0,03169653	0,01096966
0,00288675	0,11	0,00288675	0,04676537	0,01096966
0,00288675	0,11	0,00288675	0,03290897	0,03839379
0,00288675	0,11	0,00288675	0,05542563	0,01096966
0,00288675	0,11	0,00288675	0,06841601	0,03839379

JORNADA 1. NOCHE

RUIDO RESIDUAL (FONDO)	CONDICIONES AMBIENTALES	TRAFICO RODADO (dB)	SONOMETRO
P1 → 0,0320	Suelo duro menos de 25 m	0,6155	0,4495
P2 → 0,0000	se toma como valor incert →	2,6726	0,4510
P3 → 0,0000		2,5820	0,4479
P4 → 0,0026		2,4254	0,4315
P5 → 0,0000		2,5000	0,4306
P6 → 0,0000		1,0426	0,4821
P7 → 0,0000		1,2500	0,4375
0,004942857	0,5	0,97	0,4472
Ruido res. al cuadrado	Inc. Cond amb. al cuadrado	Inc. Tráfico rod. al cuadrado	Cuadrado Son.
P1 → 0,0010	0,25	0,3788	0,2020
P2 → 0,0000	0,25	Se han descartado los valores de los puntos 2,3,4 y 5 al ofrecer una incertidumbre demasiado alta	0,2034
P3 → 0,0000	0,25		0,2006
P4 → 0,0000	0,25		0,1862
P5 → 0,0000	0,25		0,1854
P6 → 0,0000	0,25		1,0870
P7 → 0,0000	0,25	1,5625	0,1914
0,0000	0,25	0,9396	0,2000

INC. TÍPICA COMBINADA (dB)	INC. MED. EXPANDIDA	TRÁFICO TOTAL
0,9121		264
0,6734		14
0,6713		15
0,6604		17
0,6599		16
1,2527		92
1,4156		64
PROM → 0,8922		
SUMA INCERT. → 1,3896		
1,18	2,36	

Pres. MEDIA (hPa)	Tª MEDIA (°C)
1010,5	23,78
1010,5	23,96
1010,5	23,6
1010,5	21,7
1010,5	21,6
1009,5	26,28
1010,5	22,4

INCERTIDUMBRE ASOCIADA AL SONÓMETRO

σ_{pfe}	σ_{pfa}	σ_{Is}	σ_{Irms}	σ_{pt}
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503

σ_{ca}	σ_{cc}	σ_{es}	σ_{ts}	σ_{ps}
0,00288675	0,11	0,00288675	0,03273576	0,02742414
0,00288675	0,11	0,00288675	0,03429461	0,02742414
0,00288675	0,11	0,00288675	0,03117691	0,02742414
0,00288675	0,11	0,00288675	0,01472243	0,02742414
0,00288675	0,11	0,00288675	0,01385641	0,02742414
0,00288675	0,11	0,00288675	0,0543864	0,03839379
0,00288675	0,11	0,00288675	0,02078461	0,02742414

JORNADA 2. MAÑANA

RUIDO RESIDUAL (FONDO)	CONDICIONES AMBIENTALES	TRAFICO RODADO (dB)	SONOMETRO
P1 → 0,3846	Suelo duro menos de 25 m se toma como valor incert →	0,3258	0,4671
P2 → 0,0041		3,1623	0,4693
P3 → 0,0271		2,6726	0,5504
P4 → 0,0529		3,0151	0,4984
P5 → 0,0000		3,0151	0,4866
P6 → 0,0134		0,3158	0,5651
P7 → 0,0000		0,3096	0,4881
0,0689	0,5000	0,3171	0,5036
Ruido res. al cuadrado	Inc. Cond amb. al cuadrado	Inc. Tráfico rod. al cuadrado	Cuadrado Son.
P1 → 0,1479	0,2500	0,1062	0,2182
P2 → 0,0000	0,2500	Se han descartado los valores de los puntos 2,3,4 y 5 al ofrecer una incertidumbre demasiado alta	0,2203
P3 → 0,0007	0,2500		0,3029
P4 → 0,0028	0,2500		0,2484
P5 → 0,0000	0,2500		0,2368
P6 → 0,0002	0,2500		0,3194
P7 → 0,0000	0,2500		0,2382
0,0047	0,2500		0,1005

INC. TÍPICA COMBINADA (dB)	INC. MED. EXPANDIDA	TRÁFICO TOTAL
0,8499		942
0,6858		10
0,7441		14
0,7080		11
0,6977		11
0,8181		1003
0,7642		1043
PROM → 0,7525		
SUMA INCERT. → 0,6089		
0,78	1,56	

Pres. MEDIA (hPa)	Tª MEDIA (°C)
1014,5	27,08
1013,9	28,1
1022	27,2
1014,5	30,7
1009,5	26,8
1022	28,9
1014,5	29,5

INCERTIDUMBRE ASOCIADA AL SONÓMETRO

σ_{pfe}	σ_{pfa}	σ_{Is}	$\sigma_{I_{rms}}$	σ_{pt}
0,075	0,075	0,011	0,055	0,058
0,075	0,075	0,011	0,055	0,058
0,075	0,075	0,011	0,055	0,058
0,075	0,075	0,011	0,055	0,058
0,075	0,075	0,011	0,055	0,058
0,075	0,075	0,011	0,055	0,058
0,075	0,075	0,011	0,055	0,058

σ_{ca}	σ_{cc}	σ_{es}	σ_{ts}	σ_{ps}
0,003	0,110	0,003	0,061	0,016
0,003	0,110	0,003	0,070	0,010
0,003	0,110	0,003	0,062	0,099
0,003	0,110	0,003	0,093	0,016
0,003	0,110	0,003	0,059	0,038
0,003	0,110	0,003	0,077	0,099
0,003	0,110	0,003	0,082	0,016

JORNADA 2. TARDE

RUIDO RESIDUAL (FONDO)	CONDICIONES AMBIENTALES	TRAFICO RODADO (dB)	SONOMETRO
P1 → 0,39	Suelo duro menos de 25 m se toma como valor incert →	0,26	0,51
P2 → 0,00		2,18	0,44
P3 → 0,02		2,77	0,47
P4 → 0,56		3,78	0,46
P5 → 0,00		2,77	0,42
P6 → 0,00		0,28	0,48
P7 → 0,00		0,32	0,45
0,14		0,50	0,2867
Ruido res. al cuadrado	Inc. Cond amb. al cuadrado	Inc. Tráfico rod. al cuadrado	Cuadrado Son.
P1 → 0,15	0,25	0,07	0,26
P2 → 0,00	0,25	Se han descartado los valores de los puntos 2,3,4 y 5 al ofrecer una incertidumbre demasiado alta	0,20
P3 → 0,00	0,25		0,22
P4 → 0,31	0,25		0,21
P5 → 0,00	0,25		0,18
P6 → 0,00	0,25		0,23
P7 → 0,00	0,25		0,20
0,02	0,25		0,08

INC. TÍPICA COMBINADA (dB)	INC. MED. EXPANDIDA	TRÁFICO TOTAL
0,86		1474
0,67		21
0,69		13
0,88		7
0,65		13
0,75		1311
0,75		956
PROM → 0,7487		
SUMA INCERT. → 0,57		
0,8	1,5	

Pres. MEDIA (hPa)	Tª MEDIA (°C)
1010	30,38
1012,5	25,7
1010	25,88
1010	23,96
1012,5	22,9
1010	27,1
1012,5	26,4

INCERTIDUMBRE ASOCIADA AL SONÓMETRO

σ_{pfe}	σ_{pfa}	σ_{Is}	σ_{lrms}	σ_{pt}
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503

σ_{ca}	σ_{cc}	σ_{es}	σ_{ts}	σ_{ps}
0,00288675	0,11	0,00288675	0,08989344	0,033
0,00288675	0,11	0,00288675	0,04936345	0,005
0,00288675	0,11	0,00288675	0,05092229	0,033
0,00288675	0,11	0,00288675	0,03429461	0,033
0,00288675	0,11	0,00288675	0,02511474	0,005
0,00288675	0,11	0,00288675	0,0614878	0,033
0,00288675	0,11	0,00288675	0,05542563	0,005

JORNADA 2. NOCHE

RUIDO RESIDUAL (FONDO)	CONDICIONES AMBIENTALES	TRAFICO RODADO (dB)	SONOMETRO
P1 → 0,0000	Suelo duro menos de 25 m	0,498135481	0,414727350
P2 → 0,0000	se toma como valor incert →	3,162277660	0,430719952
P3 → 3,1163		3,162277660	0,420904998
P4 → 0,2095		3,779644730	0,417440896
P5 → 0,0000		4,082482905	0,425350595
P6 → 0,5564		0,465746433	0,441343197
P7 → 0,0000		0,635000635	0,410339488
0,5546	0,5	0,53	0,422975211
Ruido res. al cuadrado	Inc. Cond amb. al cuadrado	Inc. Tráfico rod. al cuadrado	Cuadrado Son.
P1 → 0,0000	0,25	0,248138958	0,171998775
P2 → 0,0000	0,25	Se han descartado los	0,185519677
P3 → 9,7113	0,25	valores de los puntos 2,3,4 y 5	0,177161017
P4 → 0,0439	0,25	al ofrecer una incertidumbre	0,174256902
P5 → 0,0000	0,25	demasiado alta	0,180923128
P6 → 0,3096	0,25	0,216919740	0,194783818
P7 → 0,0000	0,25	0,403225806	0,168378495
0,3076	0,25	0,284047267	0,178908029

INC. TÍPICA COMBINADA (dB)	INC. MED. EXPANDIDA	TRÁFICO TOTAL
0,818619406		403
0,659939147		10
3,184099042		10
0,684212797		7
0,656447354		6
0,985537679		461
0,906423908		248
PROM → 1,1279		
SUMA INCERT. → 1,0205		
1,01	2,02	

Pres. MEDIA (hPa)	Tª MEDIA (°C)
1012,5	22,3
1010	20,98
1015,5	20,48
1015,5	20,08
1010	20,36
1015,5	22,84
1012,9	22,3

INCERTIDUMBRE ASOCIADA AL SONÓMETRO

σ_{pfe}	σ_{pfa}	σ_{ls}	σ_{lrms}	σ_{pt}
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503
0,075	0,075	0,01104315	0,05477226	0,05773503

σ_{ca}	σ_{cc}	σ_{es}	σ_{ts}	σ_{ps}
0,00288675	0,11	0,00288675	0,01991858	0,005
0,00288675	0,11	0,00288675	0,00848705	0,033
0,00288675	0,11	0,00288675	0,00415692	0,027
0,00288675	0,11	0,00288675	0,00069282	0,027
0,00288675	0,11	0,00288675	0,00311769	0,033
0,00288675	0,11	0,00288675	0,02459512	0,027
0,00288675	0,11	0,00288675	0,01991858	0,001