ANEXO I

DEL PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

1. Metodología de monitoreo

Para realizar el monitoreo de ruido ambiental, se deberán seguir las siguientes directrices generales:

- El sonómetro debe alejarse al máximo tanto de la fuente de generación de ruido, como de superficies reflectantes (paredes, suelo, techo, objetos, etc.).
- El técnico operador deberá alejarse lo máximo posible del equipo de medida para evitar apantallar el mismo. Esto se realizará siempre que las características del equipo no requieran tener al operador cerca. En caso lo requiera, deberá mantener una distancia razonable que le permita tomar la medida, sin apantallar el sonómetro. El uso del trípode será indispensable.
- Desistir de la medición si hay fenómenos climatológicos adversos que generen ruido: lluvia, granizo, tormentas, etc.
- Tomar nota de cualquier episodio inesperado que genere ruido.
- Adecuar el procedimiento de medición y las capacidades del equipo al tipo de ruido que desea medir.

Los pasos a seguir para un adecuado monitoreo son:

Paso 1: Calibración

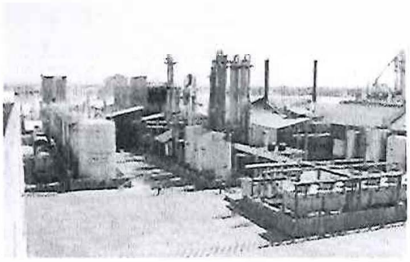
- Calibración de laboratorio: Es aquella que se realiza en un laboratorio especializado y la que cumple con la norma internacional IEC 60942 (1988).

Paso 2: Identificación de fuentes y tipos de ruido

- **Fijas Puntuales**

  Las fuentes sonoras puntuales son aquellas en donde toda la potencia de emisión sonora está concentrada en un punto. Se suele considerar como fuente puntual una máquina estática que realiza una actividad determinada, como se presenta a continuación:

Figura Nº 01: Fuentes Fijas Puntuales



La propagación del sonido de una fuente puntual en el aire se puede comparar a las ondas de un estanque. Las ondas se extienden uniformemente en todas direcciones, disminuyendo en amplitud según se alejan de la fuente. En el caso ideal de que no existan objetos reflectantes u obstáculos en su camino, el sonido proveniente de una fuente puntual se propagará en el aire en forma de ondas esféricas.

- **Fijas Zonales o de Área**

Las fuentes sonoras zonales o de área, son fuentes puntuales que por su proximidad pueden agruparse y considerarse como una única fuente. Se puede considerar como fuente zonal aquellas actividades generadoras de ruido que se ubican en una zona relativamente restringida del territorio, por ejemplo: zona de discotecas, parque industrial o zona industrial en una localidad.

En caso la localidad cuente con un Plan de Ordenamiento Territorial, el operador podrá consultarlo con la finalidad de identificar las zonas donde se ubiquen las fuentes fijas zonales o de área. A continuación se presenta un ejemplo de fuentes fijas zonales o de área:

Figura Nº 02: Fuentes Fijas Zonales o de Área

Esta agrupación de fuentes puntuales (fuentes zonales o de área) nos permite una mejor gestión, pueden regularse y establecer medidas precisas para todas en conjunto.

- **Móviles Detenidas**

Un vehículo es una fuente de ruido que por su naturaleza es móvil, y genera ruido por el funcionamiento del motor, elementos de seguridad (claxon, alarmas), aditamentos, etc.

Este tipo de fuente debe considerarse cuando el vehículo sea del tipo que fuere *(terrestre, marítimo o aéreo)* se encuentre detenido temporalmente en un área determinada y continúa generando ruidos en el ambiente. Tal es el caso de los camiones en áreas de construcción *(como los camiones de cemento, que por su propia actividad generan ruido)*, o vehículos particulares que están estacionados y que generan ruido con sus alarmas de seguridad. A continuación se presenta un ejemplo de fuentes móviles detenidas:

Figura N° 03: Fuentes Móviles Detenidas

- **Móviles Lineales**

Una fuente lineal se refiere a una vía (avenida, calle, autopista, vía del tren, ruta aérea, etc.) en donde transitan vehículos. Cuando el sonido proviene de una fuente lineal, éste se propagará en forma de ondas cilíndricas, obteniéndose una diferente relación de variación de la energía en función de la distancia. Una infraestructura de transporte (carretera o vía ferroviaria), considerada desde el punto de vista acústico, puede asimilarse a una fuente lineal. A continuación se presenta un ejemplo de fuentes móviles lineales:

Figura N° 04: Fuentes Móviles Lineales

❖ **Tipos de ruido**

De acuerdo a la NTP ISO 1996-1 existen varios tipos de ruido. Sin embargo, para efectos del presente protocolo, se considerarán los siguientes:

A. En función al tiempo:

- ***Ruido Estable:*** El ruido estable es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente de manera que no presente fluctuaciones considerables (más de 5 dB) durante más de un minuto. Ejemplo: ruido producido por una industria o una discoteca sin variaciones.
- ***Ruido Fluctuante:*** El ruido fluctuante es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente y que presentan fluctuaciones por encima de 5dB durante un minuto. Ejemplo: dentro del ruido estable de una discoteca, se produce una elevación de los niveles delruido por la presentación de un show.
- ***Ruido Intermitente:*** El ruido intermitente es aquel que está presente sólo durante ciertos periodos de tiempo y que son tales que la duración de cada una de estas ocurrencias es más que 5 segundos. Ejemplo: ruido producido por un comprensor de aire, o de una avenida con poco flujo vehicular.
- ***Ruido Impulsivo:*** Es el ruido caracterizado por pulsos individuales de corta duración de presión sonora. La duración del ruido impulsivo suele ser menor a 1 segundo, aunque pueden ser más prolongados. Por ejemplo, el ruido producido por un disparo, una explosión en minería, vuelos de aeronaves rasantes militares, campanas de iglesia, entre otras.

B. En función al tipo de actividad generadora de ruido:

- Ruido generado por el tráfico automotor.
- Ruido generado por el tráfico ferroviario.
- Ruido generado por el tráfico de aeronaves.
- Ruido generado por plantas industriales, edificaciones y otras actividades productivas,servicios y recreativas.

Paso 4: Ubicación del punto de monitoreo e instalación de sonómetro

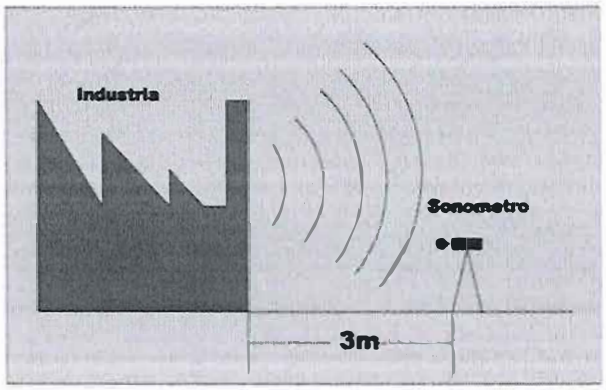
A. Ubicación del punto de monitoreo

Una vez definidas las fuentes de generación, se deberá seleccionar el o las áreas afectadas, a las cuales denominaremos como áreas representativas. Estas áreas deben ser aquellas donde la fuente genere mayor incidencia en el ambiente exterior.

Los puntos de monitoreo deberán ubicarse en áreas representativas siempre al exterior, que se identificarán de la siguiente manera:

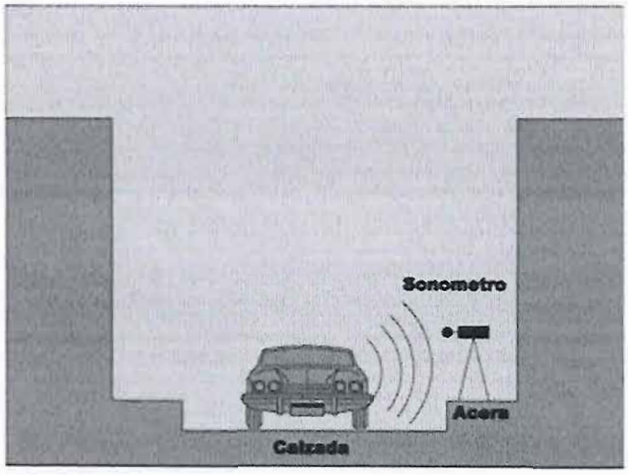
- Cuando se trate de mediciones de ruido producto de la emisión de una fuente hacia el exterior (sin necesidad que exista un agente directamente afectado), el punto se ubicará en el exterior del recinto donde se sitúe(n) la(s) fuente(s), a mínimo 3 metros del lindero que la contenga, siempre que no existan superficies reflectantes en dicha distancia. En caso existan superficies reflectantes dentro de esa distancia, se aplicarálo establecido en la Figura Nº 08. El siguiente gráfico muestra lo antes expuesto:

Figura Nº 05: Medición para emisiones de una fuente fija hacia el exterior



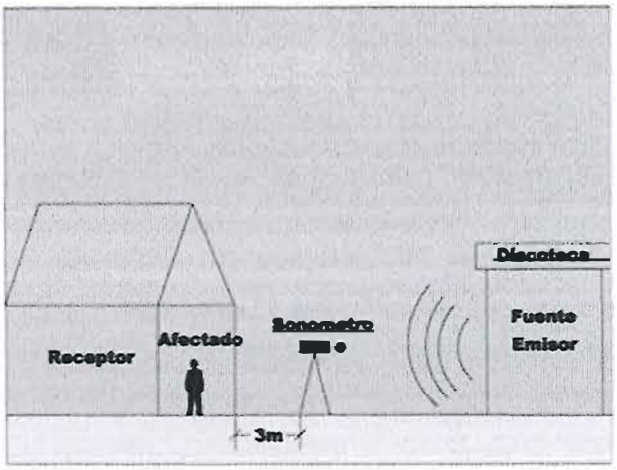
- Para el caso de fuentes vehiculares, el punto se ubicará en el límite de la calzada. El siguiente cuadro muestra la ubicación del sonómetro en estos casos:

Figura Nº 06: Medición para fuentes vehiculares



- Cuando se trate de mediciones de ruido donde exista un agente directamente afectado, el punto de monitoreo se ubicará a máximo 3 metros del lindero del predio del receptor afectado. El siguiente cuadro muestra la ubicación del sonómetro en estos casos:

Figura Nº 7: Medición con agente directamente afectado



B. Instalación del sonómetro

Posición y dirección del sonómetro:

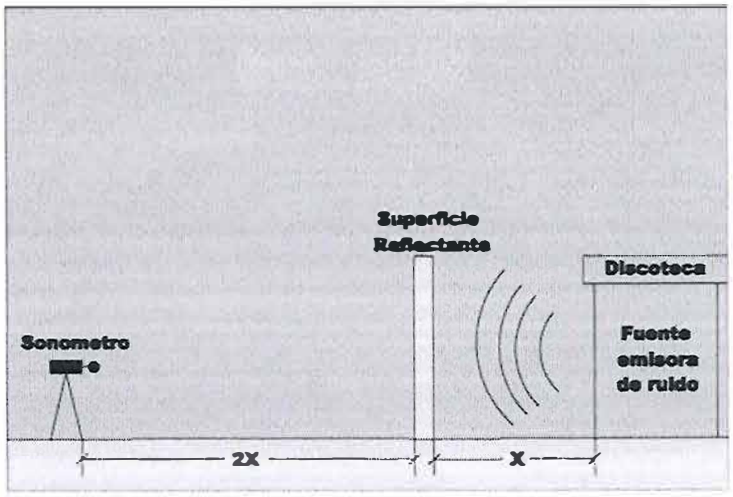
- Colocar el sonómetro en el trípode de sujeción a 1,5 m sobre el piso. El técnico operador deberá alejarse lo máximo posible del equipo, considerando las características del mismo, para evitar apantallarlo.
- Antes y después de cada medición, registrar la calibración in situ. Se anotarán las desviaciones en la Hoja de Campo.
- Dirigir el micrófono hacia la fuente emisora, y registrar las mediciones durante el tiempo determinado según lo especificado. Al término de éste se desplaza al siguiente punto elegido repitiéndose la operación anterior. Es importante señalar que la distancia entre puntos no debe ser menor de dos veces la distancia entre el punto y la fuente emisora.
- El uso de pantallas antiviento será necesario en aquellos sonómetros que lo requieran, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- No se realizarán mediciones en condiciones meteorológicas extremas que puedan afectar la medición *(lluvia, granizo, tormentas, etc.)*
- Antes de iniciar la medición, se verificará que el sonómetro esté en ponderación A y modo *Slow*. Para el caso de tránsito automotor, se utilizará el modo *Fast*.

Cuando no existan superficies reflectantes que puedan apantallar el ruido, el micrófono se ubicará a 3metros del lindero donde se ubica la fuente emisora.

Sonómetro ..... 3 metros ..... Fuente Emisora

En caso que se presenten superficies reflectantes dentro de los 3 metros antes indicados, el sonómetro se ubicará a una distancia de dos veces la distancia entre la fuente emisora y la superficie reflectante, conforme a lo dispuesto en el Anexo B de la NTP ISO 1996-2. El siguiente cuadro muestra la ubicación del sonómetro en estos casos:

Figura Nº 08: Medición en casos de superficies



reflectantes

Paso 5: Medición del ruido

Se debe tener en cuenta que cualquiera que sea el ruido a evaluar, el operador debe estar atento en todo momento a lo que marca la pantalla del instrumento o registrador, pudiendo dar una idea del comportamiento temporal de éste, y ello servirá al momento de decidir sobre el tipo de ruido que se medirá (estable, fluctuante, intermitente o impulsivo).

- Se debe usar para la medición de ruido ambiental con fines de comparación con el ECA Ruido, sonómetros clase 1 o 2.
- Los sonómetros pueden ser digitales o análogos, integradores o no integradores.
- El uso de pantallas antiviento será necesario en aquellos sonómetros que lo requieran, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- Para **sonómetros integradores clase 1 o 2:**
  - Realizar como mínimo 10 mediciones de un (01) minuto cada una por cada punto de monitoreo, considerando el periodo de monitoreo definido en el Diseño del Plan de Monitoreo.
  - Recordar que para cada medición se deberá anotar el Lmax, el Lmin y el LAeqT asociado a cada tiempo de medición.
  - El intervalo de tiempo a medir será entre 3 a 5 minutos, periodo en el cual las actividades operativas deben estar presentes en forma habitual.
- Se recomienda anotar en la Hoja de Campo los eventos ruidosos que ocurren durante el período en que se está midiendo y que hacen que el ruido pueda ser tomado como de carácter estable, fluctuante, intermitente o impulsivo.

- Si las mediciones realizadas en cada minuto en modo *LAeq*, presentan variaciones menores o iguales a 5 dB(A), se considerará dicho ruido como estable. En dichos casos, se efectuarán nuevas mediciones de LAeq de 5 minutos cada una por cada punto de medición del área representativa, a efectos de determinar la estabilidad de dicho ruido.
- Si al menos una de las mediciones anteriores, realizadas en cada minuto, en modo *LAeq*, presenta variaciones mayores a 5 dB(A) observados durante ese período, entonces se considerará dicho ruido como fluctuante. En dichos casos, se efectuarán nuevas mediciones en cada zona representativa de 10 minutos cada una por cada punto de medición del área representativa.

Existen procedimientos de monitoreo específicos para las siguientes actividades:

a) Mediciones de ruido generado por el tránsito automotor

- La medición se realiza en *LAeq*, y ponderada en F *(o rápida, en inglés denominado Fast)*.
- El tiempo a medir debe ser tal que capture el ruido producido por el paso vehicular de los distintos tipos de vehículos que transitan y a una velocidad promedio para el tipo de vía.
- Se debe contar el número de vehículos que pasan en el intervalo de medición, distinguiendo los tipos (por ejemplo: pesados y livianos).
- Se debe identificar el tipo o características de la vía donde se desplazan los vehículos.
- Cuando se presenta un tránsito no fluido se debe medir el ruido producido por el paso de 30 vehículos como mínimo por categoría identificada *(pesado y liviano)*. En el caso que no se pueda obtener las mediciones del número indicado de vehículos se deberá reportar en la hoja de campo los motivos.
- Se debe registrar la presión sonora máxima *Lmáx*, la cual debe ser registrada por cada una de las categorías de vehículos registrados y considerando un mínimo de 30 vehículos por categoría.

b) Mediciones de ruido generado por el tráfico de trenes

- Para el caso de paso de trenes el intervalo de tiempo a medir debe capturar el ruido representativo del paso de todos los vagones del tren. Se debe registrar LAeq y Lmax.

c) Mediciones de ruido generado por el tráfico de aeronaves

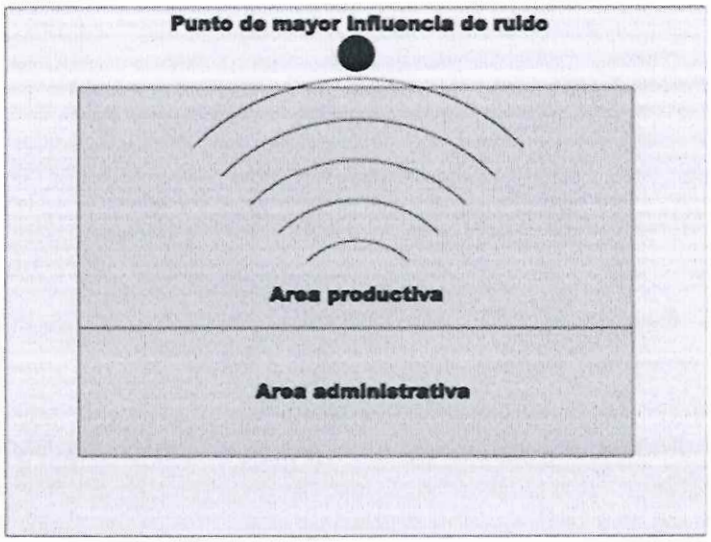
- La medición se realiza en LAeq.
- Esta medición debe ser representativa al paso de 5 o más aeronaves con similares características, tomando en cuenta las actividades de despegue y aterrizaje.
- La medición del Lmáx generado por el tráfico de aeronaves en zonas residenciales debe darse en el momento de sobrevuelo más cercano.
- La medición del Lmáx debe ser representativa de al menos 5 y

preferentemente 20 o más eventos relevantes, en el caso que no se pueda obtener estas mediciones del número indicado de aeronaves se deberá reportar en la hoja de campo los motivos.

d) <u>Mediciones de ruido generado por plantas industriales y otras actividades productivas</u>

- La medición se realiza en LAeq.
- El intervalo de tiempo a medir será entre 5 a 10 minutos, periodo en el cual las actividades operativas deben estar presentes en forma habitual.
- Las mediciones se deben realizar a una distancia donde se pueda percibir la influencia del ruido de todas las fuentes principales (distancia no menor a 3 metros). Esta distancia no debe ser tan alejada para minimizar los efectos meteorológicos. El siguiente gráfico muestra la ubicación del punto en dichos casos:

<u>Figura Nº 09</u>: Determinación del punto de mayor influencia de ruido



- Si las actividades de generación de ruido son cíclicas el tiempo de medición podrá ampliarse de modo que abarque dichas actividades.
- La medición del Lmáx deberá cumplir con los criterios de medición del LAeq en cuanto a tiempo y distancia.
- El Lmáx debe medirse considerando un mínimo de 5 eventos de generación de ruido más altos. *(Ejemplo: cuando están operativas todas las etapas productivas, o se puede dar el caso cuando está a una máxima capacidad).*