



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

Propuesta Metodológica para proceso de acreditación de laboratorio de ensayo
de acústica de acuerdo a normativa ISO/IEC 17025

AUTORES

Santiago Esteban Guerrero García

Christian Mauricio Margarisca Mogro

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA PROCESO DE ACREDITACIÓN DE
LABORATORIO DE ENSAYO DE ACÚSTICA DE ACUERDO A NORMATIVA
ISO/IEC 17025

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Sonido y Acústica

Profesor Guía
Msc. Jorge Páez Rodríguez

Autores
Santiago Esteban Guerrero García
Christian Mauricio Margarisca Mogro

Año
2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

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

Jorge Páez Rodríguez
Máster en Gestión y Evaluación de la Contaminación Acústica
CI: 1756773154

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Héctor Ferrández Motos
Máster en Postproducción Digital de Audio y Video
CI: 1757022056

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES

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

Santiago Esteban Guerrero García
CI: 0603461096

Christian Mauricio Margarisca Mogro
CI: 1718244997

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Madre por su apoyo incondicional, a mis compañeros, amigos y colegas que formaron parte de esta etapa universitaria.

A nuestro tutor Msc. Jorge Páez por apoyarnos incondicionalmente en la realización del trabajo.

A mi gran hermano Christian Margarisca por su dedicación y colaboración en el trabajo de titulación

Santiago.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas cuyo apoyo ha sido constante e incondicional y me han ayudado a alcanzar mis objetivos.

A mis padres y mis hermanas que han estado presentes en los momentos más importantes de mi vida y me han brindado sus fuerzas durante todo el camino recorrido.

A nuestro tutor Msc. Jorge Páez por guiarnos durante este proceso con su sabiduría, paciencia y total disposición.

A mi gran hermano Santiago Guerrero por su colaboración para el desarrollo de este trabajo de titulación.

Mauricio.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre Maureen García, ya que sin ella no hubiera podido cumplir con mis objetivos hasta el día de hoy y a Goldbert mi perro fiel.

Santiago.

DEDICATORIA

A todas las personas que me han acompañado en este sueño y he conocido durante esta etapa universitaria.

A los que les gusta componer música, cantar, escuchar y bailar.

Y a los que les gusta rockear y llevan el flow en la sangre.

Mauricio.

RESUMEN

La contaminación acústica ha tomado una mayor importancia en los últimos años, con lo cual en el ámbito legislativo, se ha hecho obligatorio que ciertos tipos de ensayos sean considerados válidos, cuando estos hayan sido realizados exclusivamente por laboratorios en acústica acreditados por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE).

Para garantizar una correcta entrega de los resultados, medición y comprobación de las condiciones acústicas en cada uno de los trabajos a realizarse, es necesario la creación de procedimientos para llevar a cabo un adecuado sistema de gestión de calidad.

Para conseguir la acreditación un laboratorio debe normalizar estos procedimientos de acuerdo a la normativa internacional ISO 17025:2005 de los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.

El manual de calidad y los procedimientos derivados del sistema de gestión de calidad tienen como objeto ser una guía metodológica para la acreditación del laboratorio de acústica de la Universidad de la Américas (LIA-UDLA) bajo la normativa ISO/IEC 17025.

Este documento puede utilizarse como un primer modelo del sistema de gestión de calidad para el laboratorio de acústica y podrá modificarse dependiendo de las necesidades encontradas. Tener un sistema de gestión de calidad permitirá al laboratorio realizar las tareas de forma ordenada, mantener un estándar de calidad para la satisfacción de los clientes y mejorar de manera continua los trabajos de ensayo.

ABSTRACT

Acoustic pollution has become more important in recent years, which has made it mandatory in the legislative sphere that the types of tests are valid when exclusively acoustic laboratories accredited by the Ecuadorian Accreditation Service have performed them. (SAE).

To ensure correct delivery of results, measurement and verification of acoustic conditions in each of the work to be performed, it is necessary to create procedures to carry out an adequate quality management system.

In order to obtain the accreditation of a laboratory, these procedures must be standardized according to the international standard ISO 17025: 2005 of the general requirements for the competence of the testing and calibration laboratories.

The quality manual and procedures derived from the quality management system is aimed at a methodological guide for the accreditation of the laboratory of the University of the Americas (LIA-UDLA) under ISO / IEC 17025.

This document may be used as a first quality management system for the acoustics laboratory and can be modified depending on the needs encountered. Having a quality management system allows the laboratory to perform activities in an orderly manner, maintains a standard quality for customer satisfaction and continually improves test work.

ÍNDICE

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Marco Referencial.....	2
1.3. Justificación	3
1.4. Alcance	3
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. Objetivo general.....	4
1.5.2. Objetivos específicos	4
2. Marco Teórico.....	5
2.1. Sistema de gestión de calidad	5
2.1.1. Ventajas del sistema de gestión de calidad	6
2.2.1. Desventajas del sistema de gestión de calidad	6
2.2. ISO	6
2.3. Serie ISO 9000	7
2.4. ISO 9001	8
2.5. SAE	8
2.6. Principios de la ISO/IEC 17025.....	9
3. Manual de calidad para el laboratorio de acústica	10
3.1. Principios del manual de calidad.....	10
3.2. Situación actual	14
3.2.1. Organización.....	14
3.2.2. Política de calidad.....	18
3.3. Procedimientos del sistema de gestión de calidad.....	19
3.3.1. Sistema de gestión	19
3.3.1.1. Control de documentos.....	19
3.3.1.2. Revisión de los pedidos ofertas y contratos	19
3.3.1.3. Subcontratación de ensayos y calibraciones.....	20
3.3.1.4. Compra de servicios y suministros	20
3.3.2. Servicios al cliente	20
3.3.2.1. Quejas	20
3.3.2.2. Control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes..	21
3.3.2.3. Mejora.....	21
3.3.2.4. Acciones correctivas.....	21
3.3.2.5. Acciones preventivas.....	21
3.3.2.6. Control de los registros.....	21

3.3.2.7. Auditorías internas.....	22
3.3.3. Revisiones por la dirección	22
3.3.3.1. Personal	22
3.3.3.2. Instalaciones y condiciones ambientales.....	22
3.3.4. Equipos.....	22
3.3.5. Métodos de ensayo.....	23
3.3.6. Informe de resultados	23
4. Presupuesto	24
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
5.1. Conclusiones	25
5.2. Recomendaciones	26
REFERENCIAS.....	27
ANEXOS	30

1. Introducción

1.1. Antecedentes

La Acreditación Ecuatoriana sirve para fortalecer un sistema, garantizando la calidad y generando confianza, los organismos evaluadores (OEC) teniendo en cuenta la competencia técnica, la imparcialidad, la transparencia, se encargan de realizar una serie de evaluaciones conformes a normas internacionales. El período de validez es de 5 años realizando evaluaciones de vigilancia para el cumplimiento de las normativas. (SAE, 2016).

La norma UNE-EN ISO IEC 17025:2005 sobre evaluación de la conformidad, establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. Describe todos los requisitos que los laboratorios de ensayo y de calibración deben cumplir para evidenciar que son técnicamente competentes y que son capaces de desarrollar resultados técnicamente válidos. (AEC, 2016).

TecniAcústica en el año 2009 presenta un documento en el que se detalla los esquemas que ENAC analiza para la acreditación en el área de la Acústica, indicando la gestión que se deberá realizar en los laboratorios, así como el cumplimiento de condiciones necesarias para la acreditación en ésta área. (Recuero, 2009).

Debido a que es muy necesario la acreditación en una empresa ensayista, se presenta un sistema de gestión de calidad real para acreditación ENAC a la norma ISO-17025 aplicado a una empresa acústica ensayista de UNE EN ISO-140-4:1999, de esta manera se muestra un manual de calidad con todos los procedimientos de la norma UNE-EN ISO IEC 17025:2005. (Malaxetxebarria, 2010).

En la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, se desarrolló un trabajo, que consiste en la adecuación del sistema de gestión de calidad en los laboratorios de materias primas de la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” C.A bajo la norma ISO 17025. Indicando que los laboratorios prestan sus servicios para evaluación y caracterización de ensayos químicos, se requiere ofrecer de manera eficiente procesos de calidad, que promuevan la competitividad del sector siderúrgico de Guayana, Venezuela. (Fonseca, 2010).

En la Escuela Politécnica Nacional existe una tesis que trata sobre la implementación de la norma ISO/IEC 17025:2005, en un sistema de gestión de

calidad para el laboratorio de aguas de la empresa municipal regional de agua potable de Arenillas y Huaquillas: EMRAPAH. Se expone un manual de calidad, con el fin de garantizar el buen uso de las instalaciones y así lograr que el agua potable que consumen los habitantes de Arenillas y Huaquillas sea de mayor calidad, tomando en cuenta resultados confiables. (Gadvay, 2015).

1.2. Marco Referencial

La Universidad de las Américas fue creada en el año de 1994 y ha ido progresivamente incorporando carreras de pregrado en su oferta académica de acuerdo a las necesidades del país, en el año 2005 inició su incorporación a la red Laureate International Universities, la cual tiene como misión expandir el acceso a la educación superior de calidad, actualmente este grupo está formado de más de 80 universidades e instituciones en 29 países (UDLA, 2016).

La misión de la universidad es formar personas competentes, emprendedoras y con visión internacional, comprometidas con la sociedad y basadas en principios y valores éticos (UDLA, 2016).

La visión de la Universidad es crear un modelo de referencia para la educación superior ecuatoriana: construir una comunidad universitaria orgullosa y comprometida con el país buscando de manera constante, la realización personal y profesional de sus miembros y mantenerse permanentemente integrada a la comunidad académica internacional (UDLA, 2016).

Actualmente la Universidad consta de 4 sedes: Sede Colón (Av. Colón y 6 de diciembre), Sede Granados (Av. de los Granados y Colimes), Sede Queri (calle Queri, entre Av. de los Granados y Eloy Alfaro) y Sede Udlapark (Vía Nayón, junto al redondel del ciclista), Además consta de una granja experimental en Nono (UDLA, 2016).

La Universidad de las Américas ha continuado con su línea de investigación y desarrollo mediante la creación de un Laboratorio de ensayo acústico, el cual contribuye a prestar servicios especializados en el campo de la acústica.

Empleando la propuesta metodológica, y cumpliendo todos los requisitos detallados en el manual de calidad para la acreditación del laboratorio de ensayo de acuerdo a la normativa ISO/IEC 17025, el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) certificará al laboratorio de acústica de la Universidad de la

Américas, mismo que estará habilitado para prestar sus servicios bajo los más altos criterios de compromiso y calidad.

1.3. Justificación

Los productos y servicios ofrecidos al público en general deben seguir procesos conformes a reglamentos y normativas nacionales e internacionales. A través de ensayos, calibraciones, inspecciones y certificaciones, se verifica el cumplimiento de una serie de requisitos para la acreditación, tomando en cuenta que los organismos que realizan estas evaluaciones son competentes, actuando con imparcialidad y transparencia. (SAE, 2016).

Para que un organismo sea acreditado debe sustentar una serie de procedimientos y requisitos de acuerdo a un sistema de gestión de calidad, estos procedimientos pueden ser detallados en un manual, para que de esta forma una empresa que requiera acreditarse pueda seguir estos pasos de la manera correcta. En Ecuador, el órgano oficial de la acreditación es el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), entidad adscrita al Ministerio de Industrias y Productividad. (SAE, 2016).

En el presente trabajo se investigarán las técnicas, parámetros, procedimientos y requisitos para elaborar la propuesta metodológica según la normativa ISO/IEC 17025:2005 para la acreditación del laboratorio de Ingeniería en Sonido y Acústica de la Universidad de las Américas.

1.4. Alcance

Elaborar la propuesta metodológica con procedimientos y requisitos para la acreditación del laboratorio de Ingeniería en Sonido y Acústica de acuerdo a la normativa ISO/IEC 17025:2005, entregando de esta manera un archivo digital que contendrá el manual de calidad con los procedimientos derivados del sistema de gestión y la respectiva tesis.

Este proyecto establecerá parámetros y requisitos para la elaboración de un primer modelo de un sistema de gestión de calidad para el laboratorio de acústica, el cual podrá modificarse, generando nuevas versiones de los documentos, dependiendo de las necesidades encontradas y requerimientos que puedan hacer falta para la acreditación del laboratorio. El proyecto incluye procesos tales como:

- El control de la documentación dentro el laboratorio (como hojas de registro, informes, solicitudes, ofertas, pedidos y contratos).
- Control de los procedimientos de servicio al cliente.
- Control de reclamos y trabajos de ensayo no conformes.
- Toma de acciones correctivas y preventivas.
- Control del personal del laboratorio (Gestor el laboratorio, Administrativo, Técnico, Analista, Auxiliar).
- Revisión de instalaciones y condiciones ambientales.
- Control de la instrumentación, manejo de equipos de ensayo, y trazabilidad de medidas.
- Control de los métodos de ensayo y procedimientos para la realización de muestreos.
- Procedimientos para Asegurar la calidad en los resultados de ensayo.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta metodológica para la acreditación del laboratorio de Ingeniería en Sonido y Acústica de la Universidad de las Américas de acuerdo a la normativa ISO/IEC-17025:2005.

1.5.2. Objetivos específicos

- Elaborar un manual para la gestión del sistema de calidad que tenga un campo de aplicación en el laboratorio de acústica de la Universidad de las Américas de acuerdo a la normativa ISO/IEC 17025.
- Realizar un modelo de un sistema de gestión de calidad que describa los parámetros necesarios para conseguir la acreditación del laboratorio de acuerdo a la normativa ISO/IEC 17025:2005.
- Describir las técnicas del medio y parámetros ambientales que se trabajarán en el laboratorio, los cuales contendrán:
 - Estructura organizacional del laboratorio.
 - Control de documentos del sistema de gestión de calidad.
 - Procedimiento para la revisión de pedidos, ofertas y contratos.
 - Procedimiento para la subcontratación de ensayo y calibraciones.
 - Procedimiento para Compra de servicios y suministros.

- Manejo de procedimientos de servicios al cliente (reclamos, control de trabajos no conformes, mejora, acciones preventivas, acciones correctivas, control de registros y auditorías internas).
- Procedimiento para la revisión del sistema de calidad por parte de la dirección.
- Procedimientos para el control de personal, equipos, instalaciones y condiciones ambientales.
- Procedimientos para el manejo de métodos de ensayo y realización de muestreos.
- Procedimiento para el manejo de objetos de ensayo.
- Procedimiento para el aseguramiento de calidad de los resultados de ensayo.
- Procedimiento para la entrega del informe de resultados.

2. Marco Teórico

2.1. Sistema de gestión de calidad

Según las normas ISO 9000, el sistema de gestión de calidad incluye las actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en el área de calidad, asegurando el buen control y funcionamiento en todo momento. Los estándares de calidad deben ser modificados de acuerdo a las necesidades del cliente. (Fonseca, 2010).

El sistema debe poseer herramientas para establecer un procedimiento de acciones preventivas en caso de defectos o problemas, así como también un proceso para la corrección de estos defectos. Incluyendo los recursos humanos, las responsabilidades de los mismos y el equipamiento, todo esto encamina el cumplimiento de objetivos funcionales. (Fonseca, 2010).

Los Sistemas de Gestión de la Calidad fueron creados por organismos que trabajaron en conjunto, creando así estándares de calidad, con el fin de controlar y administrar eficazmente de manera homogénea, los reglamentos de calidad requeridos por las necesidades de las organizaciones para llegar a un fin común en sus operaciones. (Herrera, 2011).

La creación de un sistema de calidad, se da debido a una estrategia de la alta dirección, motivada por optimizar el desempeño, desarrollando un sistema de mejora continua para dar una guía de actuación clara y definida al personal sobre ciertos aspectos específicos en el área laboral y así superar las exigencias del entorno. (Fonseca, 2010).

2.1.1. Ventajas del sistema de gestión de calidad

- La imagen de la empresa se potencia frente a clientes actuales y potenciales al mejorar el nivel de satisfacción. Aumenta la confianza cliente-proveedor siendo fuente de generación de ingresos. (Fonseca, 2010).
- Facilita las relaciones comerciales y a la vez la salida de productos y servicios al exterior, posibilitando el ingreso a nuevos mercados o la ampliación de los existentes en el exterior. (Fonseca, 2010).
- La visión en la calidad es introducida en las organizaciones fomentando la mejora continua de las estructuras de funcionamiento interno y externo. (Fonseca, 2010).
- Disminuyen los costos y crecen los ingresos.
- Disminuye los riesgos en las operaciones.
- Permite la acreditación frente a terceros, o exigencias del entorno.

2.2.1. Desventajas del sistema de gestión de calidad

- Existen riesgos al implantar el sistema de gestión de calidad, si no se asume una oportunidad de mejorar una situación dada. (Fonseca, 2010).
- Son generadores de burocracia inútil y complicaciones innecesarias para las actividades.
- El sistema se ve afectado sino existe la participación y compromiso de todos los involucrados. Los objetivos y responsabilidades deben estar claramente definidos.
- La mala comunicación puede generar barreras. Se requiere de esfuerzo y tiempo para lograr los objetivos.
- Se necesitan suficientes recursos, y generan extensa documentación.

2.2. ISO

Los Sistemas de Gestión de Calidad se van dividiendo dependiendo de la estructura de la organización. Todos los sistemas van normalizados bajo un Organismo Internacional no gubernamental ISO (Organización Internacional para la Estandarización). (Herrera, 2011).

La Organización Internacional comenzó en 1947 bajo el nombre de ISA y se enfocaba principalmente en el campo de Ingeniería Mecánica, posteriormente en 1947 cambió su nombre a ISO con la participación de 25 países y abarcó otros campos empresariales. La ISO se encuentra integrada por representantes de organismos de estándares internacionales de más de 160 países. (Herrera, 2011).

La misión de la ISO es promover el desarrollo de la estandarización, facilitar el intercambio internacional de productos y servicios, desarrollando la cooperación de las actividades intelectuales, científicas, tecnológicas y económicas a través de la estandarización. (Herrera, 2011).

El trabajo de preparación de normas internacionales se realiza por medio de comités técnicos de la ISO. Cada organismo, o miembro interesado, en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representados en dicho comité. Las organizaciones Internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. (Fonseca, 2010).

2.3. Serie ISO 9000

Las normas de la serie ISO 9000 para la Gestión y Aseguramiento de la Calidad fueron establecidas por la organización internacional de normalización (ISO), conformadas de una serie de normas que dan a las organizaciones los requisitos que debería tener un sistema de gestión de calidad, teniendo como objetivo establecer claramente las diferencias y relaciones entre los principales conceptos de calidad. La existencia de estas normas fue en el año 1987, al pasar del tiempo se han ido dando modificaciones, en los años 1994, 2000 y 2008. Las normas ISO pretenden ser normas de aplicación a todo tipo de organizaciones independientemente de su magnitud, o sector de actividad. (AEC, 2016).

Las Normas Internacionales ISO 9001 e ISO 9004 forman un par coherente de normas sobre la gestión de la calidad. La Norma ISO 9001 está dirigida a asegurar la calidad del producto, aumentando la satisfacción del cliente, mientras que la Norma ISO 9004 abarca orientaciones sobre la mejora del desempeño. (Fonseca, 2010).

La serie de normas ISO 9000 asisten a las organizaciones de todo tipo, en la implantación y ejecución de sistemas de gestión de calidad. (Fonseca, 2010).

La familia de normas ISO son:

ISO 9000: "Sistemas de gestión de calidad - Fundamentos y vocabulario." Describe los términos relacionados con la calidad y establece lineamientos generales para los Sistemas de Gestión de Calidad.

ISO 9001: “Sistemas de gestión de calidad - Requisitos.” Establece los requisitos para los sistemas de gestión de calidad aplicables a una organización. Puede aplicarse para una certificación o para fines contractuales.

ISO 9004: “Sistemas de gestión de calidad - Directrices para la Mejora del desempeño.” Proporciona directrices para la eficacia y eficiencia de un Sistema de Calidad, persiguiendo la mejora continua del desempeño de la organización y satisfacción de los clientes.

2.4. ISO 9001

Establece el modelo para los sistemas de Aseguramiento de la Calidad aplicable a: Diseño, Desarrollo, Producción, Instalación y Servicio. Aquí se establecen los requisitos que deben cumplir un sistema de gestión de calidad. La norma se aplica a cualquier tipo y tamaño de organización dejando abierta las formas de enfocar cada requisito. (AEC, 2016).

En la norma ISO 9001, se especifican los requisitos para toda organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos bajo esta norma certificable, cumpliendo con los requisitos de los clientes y reglamentarios. Se puede utilizar: Internamente mejorando el funcionamiento de la propia organización para la certificación, siendo la única norma aplicable con fines contractuales acordando los criterios con el cliente. (AEC, 2016).

2.5. SAE

Es el Servicio de Acreditación Ecuatoriano, que trabaja en conformidad con lineamientos internacionales y disposiciones legales nacionales, asegurando la satisfacción de los usuarios. SAE es el encargado de acreditar la competencia técnica a las organizaciones que operan en materia de la evaluación de la conformidad, generando confianza en las autoridades locales, mercados nacionales e internacionales y la sociedad en general. (SAE, 2016).

En un principio, en el año 2000, mediante el decreto No.401, se creó el organismo oficial de acreditación como parte del sistema MNAC, en el siguiente año se incorpora el requisito de la acreditación para laboratorios que realicen registro y control sanitario, en el 2002 la OAE (Organismo de acreditación Ecuatoriana) es aceptada como miembro afiliado de la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC).

En el año 2003 se deroga el decreto No. 401, tomando el Texto Unificado de Legislación del Ministerio de Comercio Exterior, Industrias, Pesca, y Competitividad; el texto posee la Normativa del Sistema Ecuatoriano de Metrología, Normalización, Acreditación y Certificación, de carácter técnico, incluyendo procesos, procedimientos y mecanismos de evaluación realizados por organismos competentes incluyendo la metrología, la reglamentación, normalización, acreditación, certificación, y las actividades relacionadas con el medio ambiente, capacitación, protección y defensa de los consumidores. (SAE, 2016).

En el año 2005 La Cooperación Interamericana de Acreditación (IAAC) acepta a OAE como miembro pleno, 2 años más tarde se crea el Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE) como órgano jurídico, posteriormente mediante reformas se atribuye al OAE al Ministerio de Industria y Productividad en el 2010. (SAE, 2016).

En el 2011 OAE se hace miembro del Foro Internacional de Acreditación (IAF) y miembro pleno de (ILAC) Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios. En el año 2012 la OAE suscribe el memorando de entendimiento IAF-GLOBAL G.A.P de buenas prácticas agrícolas, y en el 2014 OAE pasa a ser el Servicio de Acreditación Ecuatoriana. (SAE, 2016).

2.6. Principios de la ISO/IEC 17025

La ISO/IEC 17025 contiene los requisitos que debe cumplir un laboratorio de ensayo o calibración para demostrar que contienen un sistema de gestión de calidad competente y son capaces de generar resultados técnicamente válidos. Esta Norma está alineada con la Norma ISO 9001:2000. (ISO/IEC, 2005).

Es conveniente que los organismos de acreditación que reconocen la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración se basen en la Norma ISO/IEC 17025 para sus acreditaciones. El sistema de gestión de calidad de los laboratorios se debe establecer bajo la Norma ISO 9001, es por ello que la Norma Internacional ISO/IEC 17025 cubre todos los requisitos de ISO 9001 que son pertinentes para los servicios de ensayo y calibración, de tal forma, que el laboratorio de ensayo y calibración que funcione bajo la ISO/IEC 17025 funcionara también bajo la ISO 9001. (ISO/IEC, 2005).

La ISO/IEC 17025 es aplicable para que los laboratorios desarrollen sistemas de gestión por sus actividades de calidad, administrativas y técnicas, pudiendo también ser usada por los clientes del laboratorio, autoridades reglamentarias y

organismos de acreditación cuando confirman o reconocen la competencia de los laboratorios. (ISO/IEC, 2005).

La ISO/IEC 17025 no cubre el cumplimiento de los requisitos reglamentarios y de seguridad, relacionados con el funcionamiento de los laboratorios. (ISO/IEC, 2005).

3. Manual de calidad para el laboratorio de acústica

3.1. Principios del manual de calidad

La contaminación acústica ha tomado una mayor importancia en los últimos años, con lo cual en el ámbito legislativo, se ha hecho obligatorio que ciertos tipos de ensayos sean considerados válidos cuando estos hayan sido realizados exclusivamente por laboratorios en acústica acreditados por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE).

Para garantizar una correcta entrega de los resultados, es necesario llevar a cabo un adecuado sistema de gestión de calidad. Para conseguir la acreditación un laboratorio debe normalizar los procedimientos de acuerdo a la normativa internacional ISO 17025:2005 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración".

El manual de calidad basado en la norma ISO 17025 tiene como objeto ser una guía metodológica de procedimientos a seguir para conseguir la acreditación del Laboratorio de Ingeniería de Acústica de la Universidad de las Américas, en adelante LIA-UDLA, para de esta forma asegurar la calidad en todos los servicios ofrecidos por el laboratorio y evitar las no conformidades en los usuarios. Está prohibida la reproducción total o parcial del manual calidad y sus procedimientos derivados ya que su propiedad es exclusiva para LIA-UDLA.

El manual puede ser usado por el personal de LIA-UDLA a manera de guía para establecer un sistema de gestión de calidad, el cual puede ser mejorado de manera continua desarrollando un plan para conseguir la acreditación del laboratorio otorgada por el servicio de acreditación ecuatoriano (SAE).

Es necesario aclarar que la ISO 17025 es una norma general, que no se aplica directamente al ámbito de la acústica, sino a una serie de cuestiones que se deben interpretar en función de lo que se desee poner en práctica, por lo cual puede existir diferentes deducciones de la misma norma, por ello es necesario dejar constancia que la interpretación de esta norma para LIA-UDLA, está

adaptada a un laboratorio especializado en mediciones ambientales dadas por contaminación acústica, mediciones de ruido aéreo, ruido de impacto, ruido en fachada y vibraciones en edificaciones.

Los procedimientos basados en la normativa ISO/IEC 17025 están agrupados en 7 documentos principales que son:

- **Manual de calidad:** El cual contiene la sistemática de organización de LIA-UDLA y una introducción al resto de procedimientos del sistema de gestión de calidad.
- **Sistema de gestión:** Documento en el cual se desarrollan los procedimientos para el control de la documentación, revisión de los pedidos ofertas y contratos, subcontratación de ensayos y calibraciones y compra de servicios y suministros.
- **Servicios al cliente:** Documento en el cual se desarrollan los procedimientos para el servicio al cliente tales como sistema de reclamos, control de trabajos no conformes, mejora, acciones correctivas, acciones preventivas, control de los registros y auditorías internas.
- **Revisiones por la dirección:** Documento en el cual se desarrollan los procedimientos para la revisión del sistema de gestión de calidad, sistemática del personal, control de las instalaciones y condiciones ambientales.
- **Equipos:** Procedimiento en el cual se detalla los equipos del laboratorio y su uso.
- **Métodos de ensayo:** Procedimiento en el cual se señalan los métodos de ensayo del laboratorio.
- **Informe de resultados:** Procedimiento en el cual se detalla el sistema para entregar un informe de resultados obtenidos de un ensayo.

La codificación de cada documento está dada de la siguiente forma:

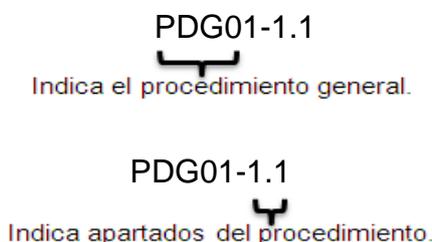


Figura 1. Codificación para procedimientos generales del manual.

Además, cada procedimiento se almacena bajo un código de registro en el que se señalará la versión de cada de procedimiento en caso de modificaciones.

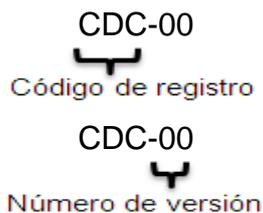


Figura 2. Codificación para registro y versión de cada documento.

Abreviaturas:

UDLA: Universidad de las Américas

LIA- UDLA: Laboratorio de Ingeniería Acústica de la Universidad de las Américas

SAE: Servicio de Acreditación Ecuatoriano

SGC: Sistema de Gestión de Calidad

GGL: Gerente General del Laboratorio

DT: Director Técnico

AT: Auxiliar Técnico

S: Secretaria

A: Analista

A continuación se muestra la codificación de cada procedimiento a tomarse en cuenta de acuerdo a la ISO 17025, cada uno de estos procedimientos ha sido realizado en documentos externos para facilitar su localización.

Tabla 1.
Codificación de los procedimientos.

Código y apartados	Procedimiento	Registro y versiones	Encargado
PDG01-00	Manual de calidad		
1.1	Introducción		
1.2	Organización	ORG-00	GGL
PDG02-00	Sistema de gestión	SGC	DT
2.1	Control de los documentos	CDC-00	AT
2.2	Revisión de los pedidos ofertas y contratos	RPOC-00	AT
2.3	Subcontratación de ensayos y calibraciones	SEC-00	DT
2.4	Compra de servicios y suministros	CSM-00	DT
PDG03-00	Servicios al cliente	SC	PA
3.1	Quejas	QC-00	PA
3.2	Control de ensayos o de calibraciones no conformes	CECNC-00	A
3.3	Mejora	MS-00	AT
3.4	Acciones correctivas	AC-00	AT
3.5	Acciones Preventivas	AP-00	A
3.6	Control de los registros	CR-00	A
3.7	Auditorías internas	AI-00	A
PDG04-00	Revisiones por la dirección	RD	AT
4.1	Personal	PS-00	GGL
4.2	Instalaciones y condiciones ambientales	ICA-00	DT
PDG05	Equipos	EQP-00	DT
PDG06	Métodos de ensayo	MECV-00	DT
PDG07	Informe de los resultados	IR-00	DT

3.2. Situación actual

3.2.1. Organización

Todo personal perteneciente a LIA-UDLA:

- Debe contar con la capacitación y los recursos necesarios para la realización de sus funciones.
- Debe estar libre de influencias o presiones que puedan comprometer el resultado en su trabajo.
- Debe hacer un compromiso de mejora continua en sus actividades y mantener un nivel óptimo de eficiencia en cada uno de los procedimientos.
- Debe preservar la confidencialidad con el laboratorio, en cada uno de los trabajos.
- Debe satisfacer las necesidades de los clientes, autoridades reglamentarias u organizaciones que otorgan reconocimiento.
- Debe evitar intervenir en cualquier actividad que pueda disminuir la confianza en su competencia, imparcialidad, juicio o integridad operativa.

El laboratorio se compromete en proteger y preservar documentación de interés evitando la divulgación de datos personales de clientes, así como también de resultados de ensayos o calibraciones que pudieran tener algún impacto en conflictos de intereses personales. El personal está obligado a aceptar políticas de confidencialidad que no permiten el uso inadecuado de cierta documentación del laboratorio. El laboratorio de Acústica no podrá realizar ensayos y calibraciones con razón social con la Universidad de las Américas bajo la normativa ISO/IEC 17025.

A continuación a manera general se presenta la organización para el laboratorio:

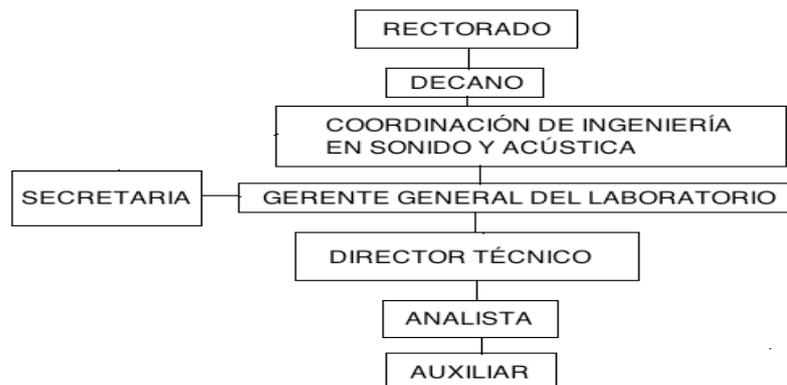


Figura 3. Organigrama para el Laboratorio.

Funciones y responsabilidades:

1. Rector de la Universidad de las Américas

Funciones:

El rector es la persona que dirige mediante su autoridad la Universidad de las Américas.

Responsabilidades:

- Determinar directrices y lineamientos de funciones a los decanos.
- Responsabilidad de conseguir metas fijadas por la institución en cuanto a servicios brindados a nivel educacional.
- Representa legalmente a la Universidad.
- Preside todo comité que trate de temas administrativos, como asignación de presupuestos.
- Se encarga de la gestión de recursos, humanos, técnicos, financieros, logísticos, etc.
- Planifica y organiza actividades curriculares.
- Dirige y supervisa actividades enfocadas a la promoción del bienestar y desarrollo económico y administrativo de la institución.
- Supervisa el cumplimiento de la asignación de normas académicas correspondientes.
- Dirige y participa en evaluaciones ejecutadas dentro de la Universidad.
- Supervisar el correcto desempeño del personal, así como del adecuado uso del presupuesto asignado.
- Conjuntamente con el Consejo Académico encargarse de la orientación del proceso educativo.

2. Decanos

Funciones

El decano es la persona que preside una facultad, siendo su máxima autoridad.

Responsabilidades

- Encargado de coordinar la tarea de los diversos docentes mediante un plan operativo anual.
- Dirigir a la Facultad y sus actividades académicas.
- Planificar todas las actividades financieras.

- Supervisar actividades administrativas.

3. Coordinación de Ingeniería en Sonido y Acústica

Funciones

Autoridad de la facultad de Ingeniería en Sonido y Acústica, el mismo que se encarga de gestionar los procesos y toma de decisiones dentro de carrera.

Responsabilidades

- Supervisar el cumplimiento de los syllabus académicos.
- Organizar actividades académicas, dentro y fuera de la universidad.
- Dar soporte a estudiantes.
- Planificar las actividades de los docentes.

4. Gerente general del laboratorio

Funciones

Gestor de calidad, encargado de la planificación y supervisión de la calidad del laboratorio.

Responsabilidades

- Dirigir el laboratorio.
- Supervisar el cumplimiento de la gestión de calidad en el laboratorio.
- Revisar los documentos del laboratorio, aprobar y firmar los informes de ensayo.
- Gestor de suministros necesarios del laboratorio para cumplir los objetivos deseados.
- Dar un seguimiento al personal para su evaluación.
- Inspeccionar el cumplimiento de acciones con respecto a ensayos no conformes.
- Asegurarse de que el personal esté al tanto de las políticas del laboratorio.
- Evaluar la eficiencia del sistema de gestión de calidad, tomando en cuenta las mejoras necesarias para la actualización del mismo.

5. Director Técnico

Funciones

Encargado de supervisar, dirigir y controlar la planificación y cumplimiento de la norma ISO/IEC 17025 en los ensayos y calibraciones del laboratorio.

Responsabilidades

- Dirigir las actividades técnicas del laboratorio.
- Supervisar los documentos de los ensayos.
- Coordinar los procesos del laboratorio.
- Revisar y aprobar los informes de resultados.
- Realizar un seguimiento de los ensayos no conformes.
- Tomar acciones para mejorar los procesos y calidad del laboratorio.

6. Analista

Funciones

Encargado de realizar los ensayos, siguiendo la normativa ISO/IEC 17025.

Responsabilidades

- Ejecutar los procesos para realizar los ensayos.
- Elaborar el registro con los resultados.
- Encargados de la realización de ensayos y calibraciones dentro del laboratorio.
- Preparación de materiales y muestras de ensayo.
- Cumplir con las políticas del laboratorio.

7. Auxiliar

Funciones

Encargado de seguir las órdenes y asistir al trabajo realizado por el analista.

Responsabilidades

- Dar soporte a lo que necesite el analista.
- Asistir en los procesos de medición y calibración, conforme las necesidades del analista.
- Preparar el laboratorio para realización de ensayos.

8. Secretaria

Funciones

Encargado de la recepción y secretaría del laboratorio.

Responsabilidades

- Elaboración de informes.
- Elaboración de documentos contables.
- Recepción de pedidos de ensayos.
- Gestionar las necesidades provenientes del laboratorio.

3.2.2. Política de calidad.

Es compromiso del laboratorio de Acústica de la Universidad de las Américas brindar un servicio profesional de calidad durante la realización de ensayos. Para garantizar el servicio del laboratorio, se rige a la normativa ISO/IEC 17025, misma que dispone de los requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración. Se implementa un sistema de gestión para administrar, controlar, y optimizar todos los procesos y actividades con el fin de mejorar la calidad de los servicios, reduciendo los reclamos típicos de los clientes, promoviendo una mejora continua en el sistema de gestión. Es responsabilidad del laboratorio la difusión y sociabilización de la documentación de la calidad y las políticas que integra el laboratorio con el personal.

Misión: Ser un laboratorio de ensayos acústicos reconocido por la confiabilidad de los resultados, así como la rapidez y eficiencia del personal en los procedimientos técnicos y de calidad.

Visión: Ser un laboratorio de preferencia para cualquier análisis de: ruido aéreo, ruido de impacto, ruido en fachada y vibraciones en edificaciones.

Objetivos:

- Brindar un servicio de calidad siguiendo los procedimientos técnicos en las distintas actividades del laboratorio.
- Cumplir con los plazos acordados para la entrega de cualquier trabajo.
- Reducir quejas o ensayos no conformes de los clientes.
- Capacitar cada 6 meses al personal sobre las distintas necesidades que requiera el laboratorio.
- El laboratorio de Acústica no realizará ningún servicio con razón social de la Universidad de las Américas.

3.3. Procedimientos del sistema de gestión de calidad

3.3.1. Sistema de gestión

Para asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados en la política de calidad y los resultados de los ensayos y calibraciones es necesario documentar políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones en todos los escritos que forman parte del sistema de gestión de calidad del laboratorio de Acústica, por lo tanto, se debe definir una estructura en todos los documentos ya sean estos generados de manera interna o externa.

El procedimiento para el Sistema de Gestión de Calidad “PDG02-00” contiene:

- Descripción de los documentos que conforman el Sistema de Gestión de Calidad.
- La estructura de los procedimientos utilizados en el Sistema de Gestión de Calidad.

3.3.1.1. Control de documentos

En el apartado 2.1 del procedimiento “PDG02-00” se encuentra el Control de Documentos que establece el sistema para el control de documentación derivada de los requerimientos exigidos en la norma ISO 17025, este incluye los siguientes procesos:

- Aprobación y emisión de los documentos.
- Revisión y actualización de documentos.
- Cambios y estados de revisión.
- Puntos de acceso y localización de documentación pertinente.
- Legibilidad e identificación de documentación.
- Origen y distribución de los documentos.
- Marcación o protección de documentos obsoletos.

3.3.1.2. Revisión de los pedidos ofertas y contratos

Toda clase de pedidos, ofertas y contratos deben ser revisados y analizados de manera minuciosa y tienen que estar planificados de tal forma que se garantice la calidad del servicio. El apartado 2.2 del procedimiento “PDG02-00” indica el sistema para la revisión de pedidos, ofertas y contratos.

3.3.1.3. Subcontratación de ensayos y calibraciones

En caso de que un laboratorio pase por circunstancias no previstas, como la necesidad de adquirir conocimientos técnicos adicionales, necesidad de calibración de equipos, mantenimiento, incapacidad causada por daños o sobrecarga de trabajo se debe entregar el servicio a un subcontratista, el mismo que debe cumplir con la norma ISO/IEC 17025:2005, con el fin de asegurar la calidad en los resultados y mantener el estándar técnico de competencia. El apartado 2.3 del procedimiento "PDG02-00" indica el sistema para la subcontratación de ensayos y calibraciones.

3.3.1.4. Compra de servicios y suministros

Los procesos necesarios para la compra de servicios y suministros, se detalla en el apartado 2.4 del procedimiento "PDG02-00", respectivo para el pedido, manejo, organización, almacenamiento, de los suministros necesarios en el laboratorio.

3.3.2. Servicios al cliente

Un representante de LIA-UDLA, debe estar en constante comunicación con los clientes para:

- Dar información acerca de los avances, demoras o desviaciones en los ensayos.
- Mantener una retroalimentación con el cliente, incluyendo quejas o reclamos.

El procedimiento "PDG03-00" incluye:

- Metodología para la identificación de necesidades de los clientes.
- Metodología para la identificación de requisitos en el trabajo.

3.3.2.1. Quejas

Las quejas de la organización se indican en el apartado 3.1 del procedimiento "PDG03-00", está regido bajo la normativa ISO 10002, la misma que detalla las directrices para el tratamiento de quejas en las organizaciones con el fin de encontrar la satisfacción en los clientes.

3.3.2.2. Control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes

A manera general en todo tipo de ensayo, se deben identificar los siguientes requisitos:

- Requisitos especificados por el cliente.
- Requisitos no especificados por el cliente, pero necesarios.
- Requisitos legales o reglamentarios.

LIA-UDLA, debe asegurarse de que todo trabajo esté conforme a los requisitos identificados. Los trabajos no conformes deben ser controlados para prevenir su entrega bajo los procesos especificados en el apartado 3.2 del procedimiento "PDG03-00"

3.3.2.3. Mejora

Con el fin de mejorar continuamente la organización general de LIA-UDLA se crea una estrategia para llegar a los objetivos deseados, constituyen una serie de acciones que impulsa el grado de competitividad y la posibilidad de brindar mayor calidad. El procedimiento referente se encuentra en el apartado 3.3 del procedimiento "PDG03-00".

3.3.2.4. Acciones correctivas

LIA-UDLA está encargado de tomar cualquier acción para corregir cualquier trabajo no conforme identificando las causas del problema, entregando una acción posible como solución, el procedimiento se encuentra en el apartado 3.4 del procedimiento "PDG03-00".

3.3.2.5. Acciones preventivas

LIA-UDLA está encargado de tomar cualquier acción para corregir cualquier trabajo no conforme identificando las causas del problema, entregando una acción posible como solución, el procedimiento se encuentra en el apartado 3.4 del procedimiento "PDG03-00".

3.3.2.6. Control de los registros

Los procesos para la identificación, recopilación, codificación, el acceso, almacenamiento, mantenimiento y disposición de los registros de la calidad y

de los registros técnicos se encuentran en el apartado 3.6 del procedimiento "PDG03-00".

3.3.2.7. Auditorías internas

Para tener un control sobre el seguimiento de quejas, responsabilidades de los que intervienen en los procesos, estar al tanto de las soluciones prestadas a los clientes, se realizan procesos internos que se detallan en el apartado 3.7 del procedimiento "PDG03-00".

3.3.3. Revisiones por la dirección

Es necesario establecer una metodología para la verificación del sistema de gestión de calidad y la revisión de actividades de ensayo y calibración, este proceso debe ser realizado por la alta dirección de LIA -UDLA como mínimo una vez al año, las revisiones por la dirección se detallan en el procedimiento "PDG04-00".

3.3.3.1. Personal

El gestor de calidad es el responsable de proveer una supervisión adecuada al personal en formación y asegurar la competencia de todos los que operan los equipos, realizan los ensayos, analizan los resultados y firman los informes de ensayo. Todo proceso referente al Personal se encuentra en el apartado 4.1 del procedimiento en el procedimiento "PDG04-00".

3.3.3.2. Instalaciones y condiciones ambientales

El laboratorio debe establecer parámetros para que las condiciones ambientales e instalaciones no influyan en la calidad de los resultados de los ensayos. Estos requerimientos necesarios se encuentran en el apartado 4.2 del procedimiento "PDG04-00".

3.3.4. Equipos

El procedimiento "PDG05-00" referente a los equipos consta de:

- Listado de equipos.
- Características de los equipos.
- Calibración de los equipos.
- Sistema de identificación de equipamiento.

3.3.5. Métodos de ensayo

El laboratorio tiene la obligación de aplicar métodos que sean apropiados para cada ensayo, los que incluye el muestreo, manipulación, preparación para cada ensayo o verificación de calibración y cuando corresponda la estimación de la incertidumbre de la medición. El procedimiento “PDG06-00” está dividido en 5 documentos que indican las instrucciones para cada método de ensayo válido, en los que se puede acreditar el laboratorio. La codificación de estos documentos sigue las mismas directrices señaladas anteriormente.

Tabla 2.

Codificación de los procedimientos de los métodos de ensayo.

Código y apartados	Procedimiento	Registro y versiones del documento
PDG06-RA	Procedimiento para medición a ruido aéreo	PRA-00
PDG06-RI	Procedimiento para medición a ruido de impactos	PRI-00
PDG06-RF	Procedimiento para medición a ruido en fachadas	PRF-00
PDG06-AMB	Procedimiento para medición de ruido ambiental	PAMB-00
PDG06-VIB	Procedimiento para vibraciones en edificaciones	PVIB-00

3.3.6. Informe de resultados

El laboratorio establece un sistema para la entrega, redacción y corrección de informes que contengan los resultados obtenidos de un método de ensayo, este sistema se encuentra detallado en el procedimiento “PDG07-00”. Además este procedimiento indica la información que debe contener los siguientes documentos:

- Informe de ensayo de ruido aéreo.

- Informe de ensayo de ruido de impacto.
- Informe de ensayo para ruido en fachada.
- Informe de ensayo de ruido ambiental.
- Informe de ensayo de vibraciones en edificaciones.

4. Presupuesto

En el presente trabajo hemos invertido capital humano y económico, para la pertinencia de la investigación acudimos a diferente material bibliográfico, principalmente normativas que validan el manual de calidad, en la obtención de las mismas el costo aproximado es de \$ 150.00 c/u. En cuanto a temas de logística designamos un total de \$ 1159.00 que se desglosan en investigación ya que se tomó el tiempo de 1 mes para realizar la propuesta, lo cual representaría en cuanto a tiempo el equivalente a un sueldo básico.

En el área de desarrollo se ocupó capital humano como colaboración de profesionales en la materia, mismos que aportaron conocimientos y documentos a la investigación. Además se encargó a un diseñador la presentación del documento. Finalmente como gastos varios podemos destacar el uso de múltiples herramientas que ayudaron a que la investigación se plasme en el trabajo investigativo.

Tabla 3.

Presupuesto del trabajo de titulación.

Material Bibliográfico	\$ 4500.00
Investigación	\$ 732.00
Desarrollo	\$ 150.00
Diseño	\$ 40.00
Varios	\$ 237.00
TOTAL	\$ 5659.00

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La norma ISO/IEC 17025 establece pautas para elaboración del sistema de gestión de calidad dirigidas para los laboratorios de ensayo y calibración, esta norma contiene alineamientos con la norma ISO 9001:2015, de tal forma que el sistema de calidad elaborado bajo la ISO/IEC 17025, también cumple con los parámetros de la norma ISO 9001.

Se concluye que el laboratorio de Acústica de la Universidad de las Américas debe seguir todos los puntos detallados en esta investigación para garantizar la calidad de los procedimientos de los ensayos, y otros puntos que son necesarios para que un organismo cumpla con los estándares de acreditación.

La guía metodológica para la acreditación del laboratorio de acústica se elaboró bajo la creación de un modelo de gestión de calidad, para el cual se realizaron documentos como el manual de calidad y procedimientos derivados del sistema de gestión que permiten llevar a cabo las actividades de manera ordenada, potenciar la satisfacción en los clientes y mejorar continuamente el desempeño de la organización.

El laboratorio de acústica al elaborar un sistema de gestión de calidad bajo la ISO/IEC 17025, demuestra que los resultados de ensayo y datos obtenidos son técnicamente válidos, con lo cual el laboratorio estará en la capacidad de seguir los parámetros para conseguir la acreditación otorgada por el servicio de acreditación ecuatoriano.

El laboratorio de Acústica de la Universidad de las Américas no deberá realizar ensayos bajo la norma ISO/IEC 17025 con razón social de la Universidad de las Américas, con el objetivo de que los resultados de los ensayos no puedan ser manipulados por presión de las altas direcciones.

Al conseguir la acreditación otorgada por la SAE, el laboratorio de acústica podrá ser reconocido como una organización educativa acreditada que permitirá potenciar el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería en sonido y acústica a través de prácticas pre profesionales o pasantías.

Un modelo de sistema de gestión tiene que ser renovado o cambiado dependiendo de las necesidades que se puedan encontrar, los cambios en la organización, la recopilación de nuevas normas e información de carácter

global, o exigencias del entorno, para de esta manera mantener una mejora continua y adaptarse a los estándares nacionales e internacionales.

5.2. Recomendaciones

Se sugiere que la alta dirección de la Universidad de las Américas mediante reuniones, pueda designar un personal responsable para la administración de LIA-UDLA, con la experiencia necesaria dentro del campo de trabajo, comprometidos con poner en marcha los procesos para la acreditación y mejorar continuamente el sistema de gestión de calidad.

Se aconseja que tanto el manual de calidad, como el resto de documentos derivados del sistema de gestión de calidad sean actualizados o modificados en función de las exigencias del mercado, y los estándares del entorno.

Se recomienda que toda la instrumentación utilizada en el laboratorio, como fuente omnidireccional, máquina de impactos, vibrómetro, sonómetro y calibrador sea enviada a calibrar, durante un período de un año, para de esta manera, tener el equipo de laboratorio en óptimas condiciones que permitan cumplir con las exigencias de la ISO/IEC 17025.

Se sugiere conseguir la instrumentación y normativas para la realización de ensayos de vibración en humanos, vibración mano-brazo y cuerpo entero, para que estos ensayos puedan ser incluidos en el alcance de la acreditación.

Se aconseja conseguir un sonómetro que permita recoger valores de presión en ponderación A y C, y valores de respuesta de impulsividad en una sola muestra, de tal forma que se facilite el ensayo a ruido ambiental, ahorrando tiempo, y obteniendo resultados con una mayor precisión.

Se recomienda realizar los procesos para cálculos de incertidumbres, en los ensayos de ruido por impactos, ruido de fachada, ruido ambiental y vibraciones en edificaciones.

Se sugiere la programación de capacitaciones para todo el personal del laboratorio de manera anual, si se presentan por auditorías internas, el personal deberá ser capacitado por una empresa u organización competente y calificada. El objetivo de estas capacitaciones es que el personal adquiera la facultad de manejar óptimamente un sistema de gestión de calidad, basado en la normativa ISO 9001 y la normativa ISO/IEC 17025.

REFERENCIAS

- Asociación Española para la Calidad (AEC). (2016). Norma UNE-EN ISO/IEC 17025. Recuperado el 25 de mayo del 2017 de <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/norma-une-en-iso-iec-17025>
- ENAC. (2014). Criterios generales para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración según norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2005. Entidad Nacional de Acreditación. Recuperado el 14 de abril del 2017 de <https://www.enac.es/documents/7020/b7e24234-daba-4a62-9652-76eb7e96db30>
- Fonseca, C. (2010). Adecuación del Sistema de Gestión de Calidad en los laboratorios de Materias Primas de la Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro C.A. bajo la norma Covenin ISO 17025 “Requisitos Generales para la Competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Universidad Politécnica de Venezuela “Antonio José de Sucre”.
- Gadvay, K. (2015). Implementación piloto de la norma ISO/IEC 17025:2005 con base en un sistema de gestión de calidad para el laboratorio de aguas de la empresa municipal regional de agua potable de arenillas y Huaquillas: Emrapah. Quito, Ecuador. (Tesis de Maestría). Escuela Politécnica Nacional. Recuperado el 16 de abril del 2017 de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10733/1/CD-6304.pdf>
- Herrera, H. (2011). Sistemas de Gestión de Calidad. Historia y definición. Sistemas y Calidad Total.com. Recuperado el 26 de mayo del 2017 de <http://www.sistemasycalidadtotal.com/calidad-total/sistemas-de-gestion-de-la-calidad-%E2%94%82-historia-y-definicion/>
- Huber, L. (2009). Conocimiento e implantación de la norma ISO/IEC 17025. EEUU. Agilent Technologies.
- Jimenez, D. (2015). Documentos y registros obligatorios ISO/DIS 9001:2015. Pymes y calidad 2.0. Recuperado el 14 de abril del 2017 de <http://www.pymesycalidad20.com/documentos-y-registros-obligatorios-isodis-90012015.html>
- Malaxetxebarria, L. (2010). Sistema de Gestión de Calidad Real para acreditación ENAC a la norma ISO - 17025 para empresa acústica ensayista de UNE EN ISO 140-4:1999. Recuperado el 11 de abril del 2017 de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/9916/MEMORIA.pdf>
- Meskovska, A. (s.f.). Cómo estructurar la documentación del sistema de gestión de calidad. Advisera. Recuperado el 17 de Mayo del 2017 de

- <https://advisera.com/9001academy/es/knowledgebase/como-estructurar-la-documentacion-del-sistema-de-gestion-de-calidad/>
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2015). Texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente. Parte I TULSMA.
- Norma Chilena Oficial NCh ISO 10013:2003. Directrices para la Documentación de Sistemas de Gestión de calidad. Recuperado el 14 de mayo del 2017 de <http://www.corporacionloprado.cl/Docs/SGC%20control%20y%20mejora/ISO%2010013%20OF2003.pdf>
- Norma Española UNE-EN ISO 16283-1:2014. Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y los elementos de construcción. Aislamiento a ruido aéreo.
- Norma Española UNE-EN ISO 16283-2:2015. Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y los elementos de construcción. Aislamiento a ruido de impactos.
- Norma Española UNE-EN ISO 16283-3:2016. Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y los elementos de construcción. Aislamiento a ruido de fachada.
- Norma Española UNE-EN ISO 3382-2:2008. Medición de parámetros acústicos en recintos. Tiempo de reverberación en recintos ordinarios.
- Norma Española UNE-EN ISO 717-1:1996. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Aislamiento a ruido aéreo.
- Norma Española UNE-EN ISO 717-2:1997. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Aislamiento a ruido de impactos.
- Norma Internacional ISO/IEC 17025:2005. Requisitos Generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- Norma Internacional ISO 5348:1998. *Mechanical vibration and shock – Mechanical mounting of accelerometers*
- Norma Internacional ISO 9001:2015. Sistema de Gestión de Calidad - Requisitos.
- Norma Técnica ISO 10002:2004. Gestión de Calidad. Satisfacción del cliente. Directrices para el tratamiento de quejas en las organizaciones. Recuperado el 14 de mayo del 2017 de <http://www.informacionpublicapgr.gob.sv/descargables/sia/normativa-internacional/ISO%2010002%20Ed%202004QUEJAS.pdf>
- Quiñonez, M. (2008). Guía para la elaboración y codificación de documentos. Recuperado el 14 de abril del 2017 de <http://www.unipacifico.edu.co/sigcalidad/pd2203.pdf>

- Recuero, O. (2009). La acreditación en el área acústica. Madrid, España. TecniAcústica. Recuperado el 29 de mayo del 2017 de http://www.sea-acustica.es/fileadmin/Cadiz09/Cadiz09_NOR_001.pdf
- Servicio de Acreditación Ecuatoriana (SAE). (2016). ¿Qué es la acreditación?. Quito, Ecuador: Gobierno Nacional de la República del Ecuador. Recuperado el 15 de abril del 2017 de <http://www.acreditacion.gob.ec/que-es-la-acreditacion/9i0pl>
- Universidad de las Américas. (2016). La Udla, Acerca de nosotros. Quito, Ecuador: Universidad de las Américas. Recuperado el 15 de diciembre del 2016 de <http://www.udla.edu.ec/la-udla/acerca-de-nosotros/>
- Universidad de las Américas. (2016). La Udla, Nuestros Campos. Quito, Ecuador: Universidad de las Américas. Recuperado el 15 de diciembre del 2016 de <http://www.udla.edu.ec/campu/nuestros-campus/>
- Universidad de las Américas. (2016). La Udla, Historia. Quito, Ecuador: Universidad de las Américas. Recuperado el 15 de diciembre del 2016 de <http://www.udla.edu.ec/la-udla/historia>
- Vinueza, J. (2013). Estudio de la factibilidad para la ejecución de un proyecto de implementación de Sistemas de Gestión de Calidad en empresas de la Ciudad de Tulcán, provincia del Carchi. (Tesis de Posgrado). Universidad de la Fuerza Armadas. Recuperado el 23 de mayo del 2017 de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7732/1/T-ESPE-047463.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1:

MANUAL DE CALIDAD



udla

**MANUAL DE CALIDAD PARA
EL LABORATORIO DE
ACÚSTICA**

QUITO/ECUADOR/2017

**MANUAL DE CALIDAD PARA EL LABORATORIO DE ACÚSTICA DE LA
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS BASADO EN LA NORMA
INTERNACIONAL ISO/IEC 17025 DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA
LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y DE
CALIBRACIÓN**

AUTORES:

SANTIAGO ESTEBAN GUERRERO GARCÍA

CHRISTIAN MAURICIO MARGARISCA MOGRO

**DIRECTOR ACADÉMICO DE CARRERA DE INGENIERÍA EN SONIDO Y
ACÚSTICA:**

ING. CHRISTIAM GARZÓN, MSc.

PROFESOR GUÍA:

ING. JORGE PÁEZ, MSc.

QUITO - ECUADOR 2017

ÍNDICE

1. **Introducción**
2. **Organización**
 - 2.1. **Organigrama Institucional**
 - 2.2. **Carta de compromiso**
3. **Sistema de gestión**
 - 3.1. **Control de los documentos**
 - 3.2. **Revisión de los pedidos ofertas y contratos**
 - 3.3. **Subcontratación de ensayos y calibraciones**
 - 3.4. **Compra de servicios y suministros**
4. **Servicios al cliente**
 - 4.1. **Quejas**
 - 4.2. **Control de trabajos de ensayos o de calibraciones no conformes**
 - 4.3. **Mejora**
 - 4.4. **Acciones correctivas**
 - 4.5. **Acciones Preventivas**
 - 4.6. **Control de los registros**
 - 4.7. **Auditorías internas**
5. **Revisiones por la dirección**
 - 5.1. **Personal**
 - 5.2. **Instalaciones y condiciones ambientales**
6. **Equipos**
7. **Métodos de ensayo**
8. **Informe de los resultados**

1. Introducción:

El presente manual de calidad basado en la norma ISO 17025 tiene como objeto ser una guía metodológica de procedimientos a seguir para conseguir la acreditación del Laboratorio de Ingeniería de Acústica de la Universidad de las Américas, en adelante LIA-UDLA, para de esta forma asegurar la calidad en todos los servicios ofrecidos por el laboratorio y evitar las no conformidades en los usuarios. Está prohibida la reproducción total o parcial de este manual ya que su propiedad es exclusiva para LIA-UDLA.

Este manual puede ser usado por el personal de LIA-UDLA a manera de guía para establecer un sistema de gestión de calidad, el cual puede ser mejorado de manera continua, y desarrollar un plan para conseguir la acreditación del laboratorio otorgada por el servicio de acreditación ecuatoriano (SAE).

Es necesario aclarar que la ISO 17025 es una norma general, que no se aplica directamente al ámbito de la acústica, sino a una serie de cuestiones que se deben interpretar en función de lo que se desee poner en práctica, por lo cual puede existir diferentes deducciones de la misma norma, por ello es necesario dejar constancia que la interpretación de esta norma para LIA-UDLA, está adaptada a un laboratorio especializado en mediciones ambientales dadas por contaminación acústica, mediciones de ruido aéreo, ruido de impacto, ruido en fachada y vibraciones en edificaciones

Abreviaturas:

UDLA: Universidad de las Américas

LIA- UDLA: Laboratorio de Ingeniería Acústica de la Universidad de las Américas

SAE: Servicio de Acreditación Ecuatoriano

SGC: Sistema de gestión de calidad

GGL: Gerente General del Laboratorio

DT: Director Técnico

AT: Auxiliar Técnico

S: Secretaria

A: Analista

Documentos:

Los procedimientos basados en la normativa ISO/IEC 17025 están agrupados en 7 documentos principales que son:

- **Manual de calidad:** El cual contiene la sistemática de organización de LIA-UDLA y una introducción al resto de procedimientos del sistema de gestión de calidad.
- **Sistema de gestión:** Documento en el cual se desarrollan los procedimientos para el control de la documentación, revisión de los pedidos ofertas y contratos, subcontratación de ensayos y calibraciones y compra de servicios y suministros.
- **Servicios al cliente:** Documento en el cual se desarrollan los procedimientos para el servicio al cliente tales como sistema de reclamos, control de trabajos no conformes, mejora, acciones correctivas, acciones preventivas, control de los registros y auditorías internas.
- **Revisiones por la dirección:** Documento en el cual se desarrollan los procedimientos para la revisión del sistema de gestión de calidad, sistemática del personal y control de las instalaciones y condiciones ambientales.
- **Equipos:** Procedimiento en el cual se detalla los equipos del laboratorio y su uso.
- **Métodos de ensayo:** Procedimiento en el cual se señalan los métodos de ensayo del laboratorio.
- **Informe de resultados:** Procedimiento en el cual se detalla el sistema para entregar un informe de resultados obtenidos de un ensayo

Codificación:

La codificación de cada documento está dada de la siguiente forma:

PDG01-1.1

 Indica el procedimiento general.

PDG01-1.1

 Indica apartados del procedimiento.

Además, cada procedimiento se almacena bajo un código de registro en el que se señalará la versión de cada de procedimiento en caso de modificaciones.

CDC-00

 Código de registro

CDC-00

 Número de versión

A continuación se muestra la codificación de cada procedimiento a tomarse en cuenta de acuerdo a la ISO 17025, cada uno de estos procedimientos ha sido realizado en documentos externos a este manual de calidad a manera de informe para facilitar su localización.

Tabla 1. Codificación de los procedimientos.

Código y apartados	Procedimiento	Registro y versiones del documento	Encargado
PDG01-00	Manual de calidad		
1.1	Introducción		
1.2	Organización	ORG-00	GGL
PDG02-00	Sistema de gestión	SGC	DT
2.1	Control de los documentos	CDC-00	AT
2.2	Revisión de los pedidos ofertas y contratos	RPOC-00	AT
2.3	Subcontratación de ensayos y calibraciones	SEC-00	DT
2.4	Compra de servicios y suministros	CSM-00	DT
PDG03-00	Servicios al cliente	SC	PA
3.1	Quejas	QC-00	PA
3.2	Control de trabajos de ensayos o de calibraciones no	CECNC-00	A

	conformes		
3.3	Mejora	MS-00	AT
3.4	Acciones correctivas	AC-00	AT
3.5	Acciones Preventivas	AP-00	A
3.6	Control de los registros	CR-00	A
3.7	Auditorías internas	AI-00	A
PDG04-00	Revisiones por la dirección	RD	AT
4.1	Personal	PS-00	GGL
4.2	Instalaciones y condiciones ambientales	ICA-00	DT
PDG05	Equipos	EQP-00	DT
PDG06	Métodos de ensayo	MECV-00	DT
PDG07	Informe de los resultados	IR-00	DT

2. Organización:

Todo personal perteneciente a LIA-UDLA:

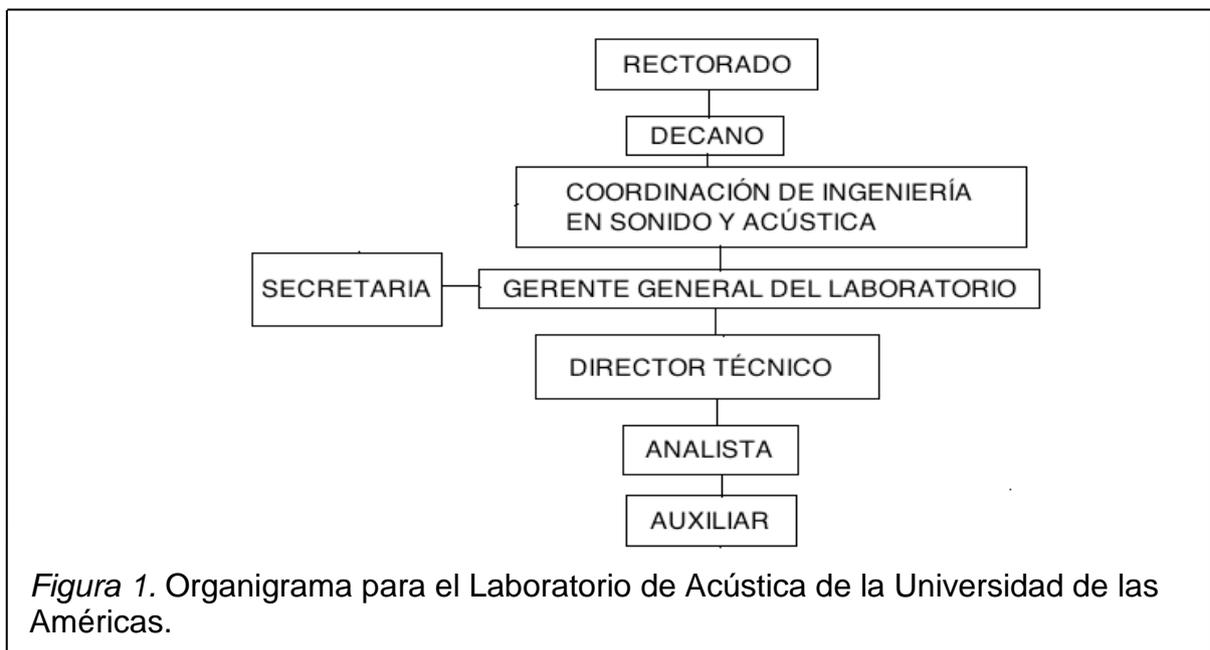
- Debe contar con la capacitación y los recursos necesarios para la realización de sus funciones.
- Debe estar libre de influencias o presiones que puedan comprometer el resultado en su trabajo.
- Debe hacer un compromiso de mejora continua en sus actividades y mantener un nivel óptimo de eficiencia en cada uno de los procedimientos.

- Debe preservar la confidencialidad con el laboratorio, en cada uno de los trabajos.
- Debe satisfacer las necesidades de los clientes, autoridades reglamentarias u organizaciones que otorgan reconocimiento.
- Debe evitar intervenir en cualquier actividad que pueda disminuir la confianza en su competencia, imparcialidad, juicio o integridad operativa.

Política de confidencialidad:

El laboratorio se compromete en proteger y preservar documentación de interés evitando la divulgación de datos personales de clientes, así como también de resultados de ensayos o calibraciones, que pudieran tener algún impacto en conflictos de intereses personales. El personal está obligado a aceptar políticas de confidencialidad que no permiten el uso inadecuado de cierta documentación del laboratorio. El laboratorio de Acústica no podrá realizar ensayos y calibraciones con razón social con la Universidad de las Américas bajo la normativa ISO/IEC 17025.

A continuación a manera general se presenta el organigrama para el laboratorio:



Funciones y responsabilidades:

1. Rector de la Universidad de las Américas

Funciones:

El rector es la persona que dirige mediante su autoridad la Universidad de las Américas.

Responsabilidades:

- Determinar directrices y lineamientos de funciones a los decanos.
- Responsabilidad de conseguir metas fijadas por la institución en cuanto a servicios brindados a nivel educacional.
- Representa legalmente a la Universidad.
- Preside todo comité que trate de temas administrativos, como asignación de presupuestos.
- Se encarga de la gestión de recursos, humanos, técnicos, financieros, logísticos, etc.
- Planifica y organiza actividades curriculares.
- Dirige y supervisa actividades enfocadas a la promoción del bienestar y desarrollo, económico y administrativo de la institución.
- Supervisa el cumplimiento de la asignación de normas académicas correspondientes.
- Dirige y participa en evaluaciones ejecutadas dentro de la Universidad.
- Supervisar el correcto desempeño del personal, así como del adecuado uso del presupuesto asignado.
- Conjuntamente con el Consejo Académico encargarse de la orientación del proceso educativo.

2. Decanos

Funciones

El decano es la persona que preside una facultad, siendo su máxima autoridad.

Responsabilidades

- Encargado de coordinar la tarea de los diversos docentes mediante un plan operativo anual.
- Dirigir a la Facultad y sus actividades académicas.
- Planificar todas las actividades financieras.
- Supervisar actividades administrativas.

3. Coordinación de Ingeniería en Sonido y Acústica

Funciones

Autoridad de la facultad de Ingeniería en Sonido y Acústica, el mismo que se encarga de gestionar los procesos y toma de decisiones dentro de carrera.

Responsabilidades

- Supervisar el cumplimiento de los syllabus académicos.
- Organizar actividades académicas, dentro y fuera de la universidad.
- Dar soporte a estudiantes.
- Planificar las actividades de los docentes.

4. Gerente general del laboratorio

Funciones

Gestor de calidad, encargado de la planificación y supervisión de la calidad del laboratorio.

Responsabilidades

- Dirigir el laboratorio.
- Supervisar el cumplimiento de la gestión de calidad en el laboratorio.
- Revisar los documentos del laboratorio, aprobar y firmar los informes de ensayo.
- Gestor de suministros necesarios del laboratorio para cumplir los objetivos deseados.
- Dar un seguimiento al personal para su evaluación.
- Inspeccionar el cumplimiento de acciones con respecto a ensayos no conformes.
- Asegurarse de que el personal esté al tanto de las políticas del laboratorio.
- Evaluar la eficiencia del sistema de gestión de calidad, tomando en cuenta las mejoras necesarias para la actualización del mismo.

5. Director Técnico

Funciones

Encargado de supervisar, dirigir y controlar la planificación, y cumplimiento de la norma ISO/IEC 17025 en los ensayos, y calibraciones del laboratorio.

Responsabilidades

- Dirigir las actividades técnicas del laboratorio.
- Supervisar los documentos de los ensayos.
- Coordinar los procesos del laboratorio.
- Revisar y aprobar los informes de resultados.
- Realizar un seguimiento de los ensayos no conformes.
- Tomar acciones para mejorar los procesos y calidad del laboratorio.

6. Analista

Funciones

Encargado de realizar los ensayos, siguiendo la normativa ISO/IEC 17025.

Responsabilidades

- Ejecutar los procesos para realizar los ensayos.
- Elaborar el registro con los resultados.
- Encargados de la realización de ensayos y calibraciones dentro del laboratorio.
- Preparación de materiales y muestras de ensayo.
- Cumplir con las políticas del laboratorio.

7. Auxiliar

Funciones

Encargado de seguir las órdenes y asistir al trabajo realizado por el analista.

Responsabilidades

- Dar soporte a lo que necesite el analista.
- Asistir en los procesos de medición y calibración, conforme las necesidades del analista.
- Preparar el laboratorio para realización de ensayos.

8. Secretaria

Funciones

Encargado de la recepción y secretaria del laboratorio.

Responsabilidades

- Elaboración de informes.
- Elaboración de documentos contables.
- Recepción de pedidos de ensayos.
- Gestionar las necesidades provenientes del laboratorio.

3. Sistema de Gestión:

Para asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados en la política de calidad y los resultados de los ensayos y calibraciones es necesario documentar políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones en todos los escritos que forman parte del sistema de gestión de calidad del laboratorio de Acústica, por lo tanto, se debe definir una estructura en todos los documentos ya sean estos generados de manera interna o externa.

El procedimiento para el Sistema de Gestión de Calidad "PDG02-00" contiene:

- Descripción de los documentos que conforman el Sistema de Gestión de Calidad.
- La estructura de los procedimientos utilizados en el Sistema de Gestión de Calidad.

Política de calidad:

Es compromiso del laboratorio de Acústica de la Universidad de las Américas, brindar un servicio profesional de calidad durante la realización de ensayos. Para garantizar el servicio del laboratorio, se rige a la normativa ISO/IEC 17025, misma que dispone de los requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración. Se implementa un sistema de gestión para administrar, controlar, y optimizar todos los procesos y actividades con el fin de mejorar la calidad de los servicios, reduciendo los reclamos típicos de los clientes, promoviendo una mejora continua en el sistema de gestión. Es responsabilidad del laboratorio la difusión y sociabilización de la documentación de la calidad y las políticas que integra el laboratorio con el personal.

Misión: Ser un laboratorio de ensayos acústicos reconocido por la confiabilidad de los resultados, así como la rapidez y eficiencia del personal en los procedimientos técnicos y de calidad.

Visión: Ser un laboratorio de preferencia para cualquier análisis de: ruido aéreo, ruido de impacto, ruido en fachada, ruido ambiental y vibraciones en edificaciones.

Objetivos:

- Brindar un servicio de calidad siguiendo los procedimientos técnicos en las distintas actividades del laboratorio.
- Cumplir con los plazos acordados para la entrega de cualquier trabajo.
- Reducir quejas o ensayos no conformes de los clientes.
- Capacitar cada 6 meses al personal sobre las distintas necesidades que requiera el laboratorio.
- El laboratorio de Acústica no realizará ningún servicio con razón social de la Universidad de las Américas.

3.1. Control de documentos

En el apartado 2.1 del procedimiento “PDG02-00” se encuentra el Control de Documentos que establece el sistema para el control de documentación derivada de los requerimientos exigidos en la norma ISO 17025, este incluye los siguientes procesos:

- Aprobación y emisión de los documentos.
- Revisión y actualización de documentos.
- Cambios y estados de revisión.
- Puntos de acceso y localización de documentación pertinente.
- Legibilidad e identificación de documentación.
- Origen y distribución de los documentos.
- Marcación o protección de documentos obsoletos.

3.2. Revisión de los pedidos ofertas y contratos

Toda clase de pedidos, ofertas y contratos deben ser revisados y analizados de manera minuciosa, y tienen que estar planificados de tal forma que se garantice la calidad del servicio. El apartado 2.2 del procedimiento “PDG02-00” indica el sistema para la revisión de pedidos, ofertas y contratos.

3.3. Subcontratación de ensayos y calibraciones

En caso de que un laboratorio pase por circunstancias no previstas, como la necesidad de adquirir conocimientos técnicos adicionales, necesidad de calibración de equipos, mantenimiento, incapacidad causada por daños o

sobrecarga de trabajo se debe entregar el servicio a un subcontratista, el mismo que cumple con la norma ISO/IEC 17025:2005, con el fin de asegurar la calidad en los resultados y mantener el estándar técnico de competencia. El apartado 2.3 del procedimiento "PDG02-00" indica el sistema para la subcontratación de ensayos y calibraciones.

3.4. Compra de servicios y suministros

Los procesos necesarios para la compra de servicios y suministros, se detalla en el apartado 2.4 del procedimiento "PDG02-00", respectivo para el pedido, manejo, organización, almacenamiento, de los suministros necesarios en el laboratorio.

4. Servicios al cliente

Un representante de LIA-UDLA, debe estar en constante comunicación con los clientes para:

- Dar información acerca de los avances, demoras o desviaciones en los ensayos.
- Mantener una retroalimentación con el cliente, incluyendo quejas o reclamos.

El procedimiento "PDG03-00" incluye:

- Metodología para la identificación de necesidades de los clientes.
- Metodología para la identificación de requisitos en el trabajo.

4.1. Quejas

Las quejas de la organización se indican en el apartado 3.1 del procedimiento "PDG03-00", está regido bajo la normativa ISO 10002, la misma que detalla las directrices para el tratamiento de quejas en las organizaciones con el fin de encontrar la satisfacción en los clientes.

4.2. Control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes

A manera general en todo tipo de ensayo, se deben identificar los siguientes requisitos:

- Requisitos especificados por el cliente.
- Requisitos no especificados por el cliente, pero necesarios.

- Requisitos legales o reglamentarios.

LIA-UDLA, debe asegurarse de que todo trabajo esté conforme a los requisitos identificados. Los trabajos no conformes deben ser controlados para prevenir su entrega bajo los procesos especificados en el apartado 3.2 del procedimiento "PDG03-00".

4.3. Mejora

Con el fin de mejorar continuamente la organización general de LIA-UDLA se crea una estrategia para llegar a los objetivos deseados, constituyen una serie de acciones que impulsa el grado de competitividad y la posibilidad de brindar mayor calidad. El procedimiento referente se encuentra en el apartado 3.3 del procedimiento "PDG03-00".

4.4. Acciones correctivas

LIA-UDLA está encargado de tomar cualquier acción para corregir cualquier trabajo no conforme identificando las causas del problema, entregando una acción posible como solución, el procedimiento se encuentra en el apartado 3.4 del procedimiento "PDG03-00".

4.5. Acciones Preventivas

Al identificar cualquier causa de problemas en los trabajos del laboratorio se deben identificar posibles mejoras que son necesarias y potencializan la calidad del servicio, desarrollando planes de acción para reducir la probabilidad de inconformidades. El procedimiento de acciones preventivas se detalla en el apartado 3.5 del procedimiento "PDG03".

4.6. Control de los registros

Los procesos para la identificación, recopilación, codificación, el acceso, almacenamiento, mantenimiento y disposición de los registros de la calidad y de los registros técnicos se encuentra en el apartado 3.6 del procedimiento "PDG03-00".

4.7. Auditorías internas

Para tener un control sobre el seguimiento de quejas, responsabilidades de los que intervienen en los procesos, estar al tanto de las soluciones prestadas a

los clientes, se realizan procesos internos que se detallan en el apartado 3.7 del procedimiento "PDG03-00"

5. Revisiones por la dirección

Es necesario establecer una metodología para la verificación del sistema de gestión de calidad y la revisión de actividades de ensayo y calibración, este proceso debe ser realizado por la alta dirección de LIA -UDLA como mínimo una vez al año, las revisiones por la dirección se detallan en el procedimiento "PDG04-00"

5.1. Personal

El gestor de calidad es el responsable de proveer una supervisión adecuada al personal en formación y asegurar la competencia de todos los que operan los equipos, realizan los ensayos, analizan los resultados y firman los informes de ensayo. Todo proceso referente al Personal se encuentra en el apartado 4.1 del procedimiento en el procedimiento "PDG04-00"

5.2. Instalaciones y condiciones ambientales

El laboratorio debe establecer parámetros para que las condiciones ambientales e instalaciones no influyan en la calidad de los resultados de los ensayos. Estos requerimientos necesarios se encuentran en el apartado 4.2 del procedimiento "PDG04-00".

6. Equipos

El procedimiento "PDG05-00" referente a los equipos consta de:

- Listado de equipos.
- Características de los equipos.
- Calibración de los equipos.
- Uso general de los equipos.

7. Métodos de ensayo

El laboratorio tiene la obligación de aplicar métodos que sean apropiados para cada ensayo, los que incluye el muestreo, manipulación, preparación para cada ensayo o verificación de calibración y cuando corresponda la estimación de la incertidumbre de la medición.

El procedimiento “PDG06-00” está dividido en 5 documentos que indican las instrucciones para cada método de ensayo válido, en los que se puede acreditar el laboratorio. La codificación de estos documentos sigue las mismas directrices señaladas anteriormente en este manual.

Tabla 2. Codificación de los métodos de ensayo.

Código y apartados	Procedimiento	Registro y versiones del documento
PDG06-RA	Procedimiento para medición a ruido aéreo	PRA-00
PDG06-RI	Procedimiento para medición a ruido de impactos	PRI-00
PDG06-RF	Procedimiento para medición a ruido en fachadas	PRF-00
PDG06-AMB	Procedimiento para medición de ruido ambiental	PAMB-00
PDG06-VIB	Procedimiento para medición de vibración en edificaciones	PVIB-00

8. Informe de resultados

El laboratorio establece un sistema para la entrega, redacción y corrección de informes que contengan los resultados obtenidos de un método de ensayo, este sistema se encuentra detallado en el procedimiento “PDG07-00”. Además este procedimiento indica la información que debe contener los siguientes documentos:

- Informe de ensayo de ruido aéreo.
- Informe de ensayo de ruido de impacto.
- Informe de ensayo para ruido en fachada.
- Informe de ensayo de ruido ambiental.
- Informe de ensayo de vibraciones en edificaciones.

ANEXO 2:

**PROCEDIMIENTO
PDG02-00
SISTEMA DE GESTIÓN**

**SISTEMA DE GESTIÓN
PDG02**

Fecha de redacción:

Fecha de revisión:

Firmas:

Tabla 1. Codificación del Sistema de Gestión.

Codificación y apartados el documento	Procedimiento	Registro y versiones del documento
PDG02	Sistema de gestión	SGC
2.1	Control de documentos	CDC-00
2.2	Revisión de los pedidos, ofertas y contratos	RPOC-00
2.3	Subcontratación de ensayos y calibraciones	SEC-00
2.4	Compra de servicios y suministros	CSM-00

Índice

- 1. Distribución**
- 2. Objetivos**
- 3. Alcance**
- 4. Referencias**
- 5. Desarrollo**
- 6. Anexos**

1. Distribución:

El gestor de calidad es el responsable de

- Realizar el control, revisión y distribución de los documentos del sistema de gestión.
- Realizar la subcontratación de ensayos y calibraciones del sistema de gestión.
- Realizar pedido, manejo, organización y almacenamiento de los suministros necesarios en el laboratorio.

2. Objetivos:

- Describir los documentos derivados de un sistema de gestión de calidad.
- Especificar la estructura de los documentos de los procedimientos derivados del sistema de gestión de calidad.
- Describir la sistemática para el control de documentos derivados del sistema de gestión de calidad.
- Describir los procesos para la revisión y análisis de pedidos, ofertas y contratos.
- Establecer una política en caso de requerir subcontratación para los ensayos o calibraciones en los equipos por parte de LIA-UDLA
- Establecer un procedimiento para el pedido, manejo, organización y almacenamiento de los suministros necesarios en el laboratorio.

3. Alcance

Este procedimiento se aplica para:

- Toda clase de documento derivado del sistema de gestión de calidad ya sea de origen externo o interno.
- Todos los pedidos, ofertas y contratos de LIA-UDLA.
- Casos de subcontratación y calibración.
- Pedidos, manejos, organización y almacenamiento de los suministros necesarios en el laboratorio.

4. Referencias:

ISO 9001 (2015). Requisitos para un Sistema de Gestión de Calidad.

5. Desarrollo:

A continuación se muestran los documentos generados en el sistema de gestión de calidad a manera de jerarquía:



Manual de calidad: Basándose en la norma ISO 9001 (requerimientos de un sistema de gestión de calidad), el manual debe incluir la mayoría de los siguientes elementos:

- Título
- Tabla de contenidos
- Alcance del sistema de gestión de calidad incluyendo detalles y justificación de cualquier exclusión de la ISO 9001
- Versionado de la información y aprobación
- Política de calidad
- Misión y visión de la empresa respecto a la política de calidad
- Descripción del sistema de gestión de calidad
- El modelo de proceso de negocio de la organización
- Responsabilidades de todo el personal
- Referencias y anexos a documentos relevantes

Procedimientos: Estos pueden ser generales o específicos, y se presentan en diferentes estructuras dependiendo del caso, es decir, pueden ser narrativos (mediante texto), estructurados (mediante tablas) o ilustrativos (mediante diagramas de flujo).

Los procedimientos generales son aquellos que se desarrollan de manera detallada en el manual de calidad, y los procedimientos específicos son procesos que se describen en el manual enfocándose en la secuencia de cada

paso para el desarrollo de mediciones, ensayos, calibraciones, cálculos, mantenimientos, seguimientos, entre otros. Cada procedimiento por lo general cuenta con los siguientes elementos:

- Título: Identificación del procedimiento.
- Propósito: Descripción del procedimiento.
- Alcance: Justificación de que aspectos se cubrirá del procedimiento y que aspectos no se cubrirán.
- Funciones o responsabilidades del personal relacionado con el procedimiento.
- Registros o resultados obtenidos de los procedimientos.
- Control de documentos: Identificación de cambios, fecha de aprobación y revisión.
- Recursos: Elementos necesarios para la ejecución del procedimiento.
- Descripción de actividades: Explicación de que debe realizarse, por quién, por qué, cómo, cuándo y dónde.

Especificaciones: Es un conjunto de información utilizado en actividades particulares, para el adecuado uso de los equipos del laboratorio.

Formatos y Hojas de campo: Son elementos utilizados para la recolección de información durante la ejecución de una actividad y que posteriormente se convertirán en registros del sistema de gestión de calidad.

Registros de calidad: Son la evidencia del funcionamiento de un sistema de gestión de calidad y prueba de que se ha cumplido con lo establecido.

Nota: Además de los documentos mostrados en la jerarquía, existen otros documentos normativos que no son generados en el laboratorio pero que influyen en todos los documentos del sistema de gestión calidad. Estos pueden ser reglamentos, normas de calidad, legislaciones, entre otros.

PDG02-2.1

Los documentos del sistema de gestión de calidad deben ser controlados mediante procedimientos, para de esta forma facilitar la localización e identificación de los mismos, saber cuándo fueron aprobados y emitidos, identificar los cambios realizados y al tipo de actividad al que pertenecen.

- Todo documento emitido en el laboratorio de acústica debe ser previamente aprobado para su uso por el Director del laboratorio.

- Todo documento debe ser revisado y actualizado cuando sea necesario. Los cambios hechos en un documento deben ser aprobados y revisados por la misma función que realizó la revisión del documento original, salvo en el caso en el que se tenga que designar específicamente a otra función. El personal designado debe contar con los antecedentes respectivos en los cuales se basará para la aprobación y revisión. Todo documento revisado tiene que ser editado nuevamente tan pronto como sea posible.
- Toda identificación de un documento debe tener fecha de revisión, numeración de páginas, el número total de páginas, y el personal que esté autorizado para emitir el documento.
- Se debe tener un registro de los cambios realizados en un documento y del estado de revisión del documento.
- Todo documento del sistema de gestión de calidad deber ser legible y fácil de identificar.
- Se debe identificar y controlar la distribución de los documentos generados fuera del laboratorio.
- Se debe asegurar que las distintas ediciones autorizadas de un documento se encuentren disponibles en los sitios donde se lleven a cabo operaciones esenciales.
- Los documentos obsoletos deben ser retirados de los puntos de emisión o deben ser protegidos para evitar el uso no intencionado de los mismos.
- Todos los documentos obsoletos retenidos por motivos legales o por preservación de conocimiento tienen que estar debidamente marcados.

Todo servicio ofrecido deberá llevar un código, el cual tendrá que ser registrado en todos los documentos desarrollados para ofrecer dicho servicio, tales como: cotizaciones, hojas de campo, informes, hojas de cálculo, contratos, entre otros.

PDG02-2.2

La oferta del servicio tiene que ir de acuerdo al tipo de ensayo (ruido aéreo, ambiental, impacto, fachada, vibraciones en edificaciones) los puntos de medición establecidos, los equipos utilizados y el tiempo que tome realizar el ensayo.

Si el servicio prestado es fuera del campo habitual de trabajo, la oferta impuesta debe cubrir los viáticos tales como: transporte, manutención, alojamiento, entre otros.

Cuando el servicio solicitado por el cliente no pueda ser realizado por diferentes circunstancias, este deberá ser notificado ya sea de manera verbal o escrita justificando la razón por la cual no puede ser atendido.

En caso de requerir una cotización del servicio, esta deberá ser ingresada al registro con la fecha correspondiente. Toda cotización deberá llevar la firma del Técnico de Laboratorio o una de sus delegados, y llevará la siguiente información:

- Número de cotización
- Código del servicio
- Nombre del cliente
- Número de contacto o correo del cliente
- Fecha de emisión
- Fecha de validez
- Tipo de servicio ofrecido
- Subtotal del servicio ofrecido
- Impuesto del IVA
- Precio Total del servicio ofrecido

Todo contrato se realizará de manera escrita con un documento en el cual consten los requerimientos del cliente de forma clara y completa. Cuando sea necesario mencionar en un contrato los métodos a utilizar, estos deberán ser adecuadamente definidos. Además el contrato llevará la fecha de entrega definida y los costos por el trabajo a realizarse de acuerdo al precio total indicado en la cotización.

Una vez que el contrato esté firmado por el Técnico del laboratorio o uno de sus delegados, y por el cliente o representante de la empresa que requiera los servicios del laboratorio, la realización del ensayo estará aprobada, constatando que el laboratorio cuenta con los recursos y la capacidad

necesaria para realizar el ensayo. Después de la aprobación se procederá a notificar al personal del laboratorio acerca del trabajo a desarrollar para que obtengan la información pertinente.

Los pedidos pasarán por un personal de control para verificar si los requerimientos se encuentran debidamente detallados y que no existan diferencias con el contrato. Se llevará a cabo un registro detallado de los pedidos con una fecha correspondiente.

Antes de iniciar cualquier ensayo se debe resolver cualquier duda que se tenga entre el pedido, la oferta y el contrato, y así asegurar que el trabajo es aceptable para el laboratorio y el cliente.

Durante la ejecución del ensayo, se debe tener los siguientes registros:

- Revisiones del trabajo, incluyendo modificaciones significativas.
- Conversaciones con los clientes acerca de los requerimientos del ensayo.
- Conversaciones con los clientes acerca de los avances y resultados del trabajo.

En el caso de que un contrato tenga que ser modificado por parte del laboratorio cuando ya se haya comenzado el trabajo, se repetirá todo el proceso de revisión del contrato y el personal involucrado será apropiadamente informado acerca los cambios realizados. Toda desviación respecto al contrato debe ser notificada al cliente lo más pronto posible.

En el caso de que el cliente notifique la modificación del pedido cuando ya se haya comenzado el trabajo, se repetirá todo el proceso de revisión del pedido de trabajo y el Técnico de laboratorio será apropiadamente informado acerca los cambios realizados. Si en estos casos, es necesario realizar una desviación respecto al contrato, esta debe ser notificada al cliente lo más pronto posible.

PDG02-2.3

El subcontratista a cargo debe encontrarse acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), y debe ser evaluado por el laboratorio bajo la norma internacional ISO/IEC 17025:2005. La evaluación será realizada por un responsable del laboratorio y deberá contener la firma del mismo. Además la evaluación contendrá los siguientes datos generales:

- Fecha de evaluación

- Nombre del laboratorio subcontratado
- Dirección y número de teléfono o correo para contacto
- Conclusiones

A continuación se muestra la tabla bajo la cual el subcontratista será evaluado. Solo se aceptarán aquellos que obtengan un puntaje mayor o igual al 65% en la ponderación total.

Tabla 2. Evaluación a subcontratistas.

EVALUACIÓN	Ponderación	Puntaje	Observaciones
Acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025	25%		
Dispone de un sistema de gestión de calidad	20%		
Experiencia (mínima 1 año)	10%		
Dispone de equipos calibrados	20%		
Costos y tiempos de entrega	15%		
Participación en programas de intercomparación	10%		
TOTAL	100%		

*Estructura sujeta a cambios

El cliente debe ser advertido en caso de subcontrataciones sobre el acuerdo por escrito para obtener su aprobación, el laboratorio es responsable frente al trabajo que realiza el subcontratista, excepto si el cliente o autoridad reglamentaria designa el subcontratista a utilizar.

Se debe mantener un registro de los subcontratistas utilizados para los ensayos, y un registro de la evidencia del cumplimiento de la norma ISO/IEC 17025.

PDG02-2.4

El procedimiento sigue requerimientos sistemáticos para el ingreso de productos o servicios que cumplen con los requerimientos del laboratorio.

- El laboratorio identificará los materiales, equipos o servicio que sean necesarios, de esta manera se podrá buscar proveedores que dispongan en stock de lo solicitado.
- Comprobar el presupuesto para evaluar la necesidad de compra o de contratación.
- Solicitar ofertas, si no existe un mínimo de tres deberá ser justificado por el gestor de calidad.
- Llegar a un acuerdo si se acepta la oferta para realizar el pedido.
- Recibir el material para realizar su comprobación.
- El suministro recibido debe ser verificado de alguna forma, para comprobar que no interfiere en los procesos de los ensayos y calibraciones.
- Recopilar toda la información sobre los suministros para evaluar a los proveedores, si existen incidencias se llevará un seguimiento para su aprobación o rechazo.
- Tener un registro de toda la documentación que interviene el proceso de compras.

6. Anexos

Anexo I. Estructura de los documentos.

**NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO
CÓDIGO DEL PROCEDIMIENTO**

Fecha de redacción:

Fecha de revisión:

Firmas:

- 1. Distribución**
- 2. Objetivos**
- 3. Alcance**
- 4. Referencias**
- 5. Desarrollo**
- 6. Anexos**

ANEXO 3:

**PROCEDIMIENTO
PDG02-00
SERVICIOS AL CLIENTE**

SERVICIOS AL CLIENTE
PDG03-00

Fecha de redacción:

Fecha de revisión:

Firmas:

Tabla 1. Codificación del procedimiento Servicios al Cliente.

Codificación y apartados el documento	Procedimiento	Registro y versiones el documento
PDG03	Servicios al cliente	SC
3.1	Quejas	QC-00
3.2	Control de trabajos de ensayos o de calibraciones no conformes	CECNC-00
3.3	Mejora	MS-00
3.4	Acciones correctivas	AC-00
3.5	Acciones preventivas	AP-00
3.6	Control de los registros	CR-00
3.7	Auditorías internas	AI-00

Índice

- 1. Distribución**
- 2. Objetivos**
- 3. Alcance**
- 4. Referencias**
- 5. Desarrollo**
- 6. Anexos**

1. Distribución

Todos los integrantes de la organización de la empresa siguen las políticas de calidad, para satisfacer las necesidades de los clientes, brindando un servicio de calidad. Se aplica para los clientes de LIA-UDLA y sus respectivos representantes, seguir las políticas de servicio al cliente para brindar mayor eficacia y eficiencia a los procesos entre el cliente y el laboratorio.

2. Objetivos

- Describir la metodología para la identificación de necesidades de los clientes.
- Resolver los ensayos no conformes.
- Mejorar el servicio del laboratorio identificando las quejas más comunes.
- Brindar un servicio de atención al cliente de calidad.
- Tomar medidas y acciones para prevenir y corregir los inconvenientes que puedan ocurrir en el laboratorio.

3. Alcance

En este procedimiento se detalla lo siguiente:

- Tratamiento de quejas.
- Mejoras continuas para mejorar el servicio del laboratorio.
- Acciones que toman las autoridades y personal frente a ensayos no conformes.
- Control de los procesos mediante auditorías.

4. Referencias

UNE-ISO 10002:2015. Gestión de la calidad. Satisfacción del cliente. Directrices para el tratamiento de quejas de las organizaciones.

5. Desarrollo

El laboratorio está dispuesto a ofrecer cualquier asesoramiento al cliente, para aclarar cualquier duda que tenga con su pedido, así como también permitir el acceso al cliente a presenciar los trabajos y la preparación para dar un seguimiento al desempeño del laboratorio en relación al servicio ofrecido, asegurándose de que se mantenga la confidencialidad hacia otros clientes.

El cliente deberá firmar una carta de confidencialidad en la cual acepta las condiciones determinadas por el Laboratorio de Acústica para asegurar la privacidad frente a otros clientes en el caso de que necesite el acceso para presenciar los ensayos, ingresar a ciertas áreas pertinentes del laboratorio o verificar cierta documentación del laboratorio relacionada con el servicio ofrecido adicional al informe de ensayo (como hojas de campo, hojas de cálculo, entre otros). El laboratorio estará dispuesto a realizar análisis contradictorios cuando el cliente lo solicite.

El laboratorio mantendrá una retroalimentación con el cliente, incluyendo la gestión de los reclamos, mediante encuestas y revisiones de los informes de ensayo junto con los clientes, para mejorar el Sistema de Calidad y los procesos que intervienen en los ensayos.

PDG03-3.1

El tratamiento de quejas cuenta con un procedimiento enfocado al cliente, por lo que se trata de brindar un sistema para la solución de ensayos y calibraciones no conformes. El proceso se encuentra en el procedimiento "QC-00".

PDG03-3.2

Se deben identificar los trabajos no conformes si en algún caso pueden existir desviaciones en los procesos de los ensayos que alterarían la confiabilidad de los resultados, el gestor de calidad es el encargado de registrarlos con un código para su tratamiento.

Al existir sospechas de que el laboratorio no cumple con los requisitos establecidos por el sistema de gestión de calidad se pueden dar diferentes reclamos como los siguientes:

- Mal servicio de atención al cliente.
- Incumplimiento en la realización de los ensayos.
- Realización de los ensayos en condiciones inadecuadas que pueden influir en la confiabilidad de los resultados.
- Desviación en los resultados.
- El servicio prestado no cumplen los requerimientos establecidos.
- Errores en los cálculos e informes de los ensayos.
- Incumplimiento del tiempo de entrega.
- Incumplimiento a programas de ensayos.
- Incumplimiento de políticas de calidad.

- Mal uso de los equipos.
- Equipos sin calibración.
- Instrumentos en mal estado y/o sin calibración.
- El mal almacenamiento de instrumentos de ensayo.
- Las condiciones del lugar de ensayo.
- Personal no competente en las áreas del laboratorio.
- Uso inadecuado de guías.
- Mal seguimiento de la normativa en los diferentes procesos.
- Aspectos técnicos que intervienen en la validación de los resultados.

Señalando los diferentes tipos de trabajos no conformes que se pueden presentar, se evaluará la importancia para establecer consecuencias y tomar las medidas pertinentes, al momento de detectar cualquier desviación el director técnico es el encargado de tomar las decisiones según corresponda, se tomarán acciones rápidas si es posible.

Se notificará al cliente todo tipo de procesos para mantenerlo al tanto sobre los procesos del laboratorio evaluando la eficacia y eficiencia en la solución de trabajos no conformes, de esta manera se tomarán acciones correctivas y preventivas para no repetir inconformidades en los usuarios.

PDG03-3.3

El plan de mejora del laboratorio permite contar con personal de alta calidad, empleados aptos para realizar correctamente los procesos, controlar errores y defectos buscando siempre la optimización de las operaciones del laboratorio.

Para que un proceso de mejora tenga impacto en el laboratorio, las altas jerarquías son las que deben liderar el cambio, encaminado en centrar la atención en las exigencias de cada proceso para convertir los requerimientos en especificaciones técnicas, y éstas en un proceso de trabajo definido.

Con el fin de brindar y mejorar la calidad, el laboratorio se encuentra en un constante control creando un ambiente de confianza, tanto para los usuarios como para el personal en general.

Existen aspectos que pueden afectar el plan de mejoramiento como los siguientes:

- Desinterés de las altas jerarquías evadiendo responsabilidades.
- Personas conformistas con el status del servicio pensando que todo marcha bien.

- Personas que piensan que su laboratorio es el mejor.
- Personas que se dejan llevar por su experiencia.
- Empleados que siguen el camino más fácil para los procesos del laboratorio.
- Personas cerradas a opiniones externas.
- Personas egoístas.
- La envidia entre el personal.

Se deben identificar todos estos obstáculos que pueden presentarse en el laboratorio, tomando en cuenta que el aumento de la eficiencia del trabajo y la productividad del personal brindará una mayor satisfacción a las necesidades de los usuarios.

PDG03-3.4

Son aquellas decisiones, medidas, actividades, procesos, soluciones que permiten eliminar las principales causas de un problema.

En un proceso de calidad se deben tomar en cuenta lo siguiente:

- **Apertura.-** Se debe tomar en cuenta todos los aspectos de las situaciones que necesitan una solución, identificando los puntos más importantes del problema.
- **Análisis.-** El laboratorio debe determinar las causas que provocaron la inconformidad del usuario, para determinar una solución eficaz.
- **Planificación.-** Para eliminar el fallo detectado, se establecerán acciones que eliminarán los problemas suscitados.
- **Verificación.-** Se debe evaluar si las acciones correctivas fueron realizadas en su totalidad, de no ser así se deberán implementar nuevas acciones, para de esta manera satisfacer los requerimientos de los clientes.

PDG03-3.5

Para prevenir ocurrencias en inconformidades o problemas en el servicio del laboratorio se deben determinar acciones preventivas. Las acciones deben garantizar que se pueden evitar y prevenir de que sucedan reclamos inesperados.

El gestor de calidad es el encargado de identificar las acciones que serían de importancia, para que con una junta con los departamentos se pueda conocer todos los desperfectos o casos que podrían acarrear problemas mayores:

- Identificar la ocurrencia de las inconformidades.
- Tomar acciones con los puntos principales del problema.
- Tener un registro de las soluciones rápidas para problemas que han sucedido en el pasado.
- Dar mantenimiento necesario para que los instrumentos y equipos de los ensayos funcionen correctamente.
- Implementar mejoras para la prevención de reclamos.

El plan de mejora toma en cuenta las acciones preventivas para de esta manera disminuir la inconformidad de los ensayos.

PDG03-3.6

Los registros del laboratorio son las evidencias de las tareas realizadas en el sistema de gestión de calidad, de esta manera se pueden analizar los comportamientos y mejoras de los procesos.

Se debe especificar la identificación de los registros, así como el almacenamiento, protección, recuperación, retención y disposición de los registros. Existe un listado de registros que llevará toda la información necesaria para ayudar a los procesos de auditorías.

PDG03-3.7

Las auditorías internas se encuentran a cargo del gestor de calidad, los procesos relacionados deberán ser planificados para evaluar la eficacia del personal y de los procedimientos del sistema de calidad.

Se debe elaborar de manera anual el programa de auditorías, que debe ser aprobado por el rector, el mismo tiene la siguiente información:

- Designación de equipo auditor.
- Elaboración del plan de auditoría indicando su alcance.
- Notificar a las áreas que serán auditadas.
- Ejecutar la auditoría.
- Notificar las no conformidades encontradas.
- Entregar los informes al gestor de calidad.
- Elaborar un reporte de auditoría.

- Entregar un plan de acciones correctivas.
- Dar seguimiento a las acciones propuestas.
- Guardar las evidencias del procesos de auditorías.

6. Anexos

Anexo I. Carta de confidencialidad.

CARTA DE CONFIDENCIALIDAD PARA EL CLIENTE

Quito, [Fecha en que entre en vigencia el acuerdo]

Yo [Nombre del cliente] en representación de la compañía [empresa que requiera los servicios de LIA-UDLA] con C.I./R.U.C. [No. R.U.C ó C.I] y domicilio oficial en [Dirección completa del cliente], declaró.

Aceptar y conocer las condiciones determinadas por LIA-UDLA para asegurar la confidencialidad, integridad, independencia, imparcialidad y seguridad de los resultados frente a otros clientes al momento de tener acceso para presenciar los ensayos, ingresar a las instalaciones del laboratorio o tener acceso a la documentación funcional sustancial del servicio ofrecido.

Firmo el presente documento como prueba de conformidad.

[Firma o sello de la Institución]

Anexo II. Listado de registros

LISTADO DE REGISTROS				
CÓDIGO	NOMBRE	RESPONSABLE	LUGAR DE ARCHIVO	TIEMPO DE CONSERVACIÓN

ANEXO 4:

QUEJAS

QUEJAS
QC-00

Fecha de redacción:

Fecha de revisión:

Firmas:

Índice

- 1. Distribución**
- 2. Objetivo**
- 3. Alcance**
- 4. Referencias**
- 5. Desarrollo**
- 6. Anexos**

1. Distribución

Director Técnico: Se encarga del cumplimiento de la política de quejas de empresa, así como también es el encargado en la toma de decisiones.

2. Objetivos:

- Satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes que reclaman.
- Tomar las medidas necesarias para mejorar constantemente.
- Mejorar la calidad del servicio.
- Brindar un mejor servicio al cliente.
- Aumentar la capacidad de organización de la empresa entregando un mejor producto.
- Maximizar la calidad de los procesos entre los clientes y el personal.

3. Alcance:

Señala el tratamiento de quejas con un enfoque al cliente, el compromiso de dar un servicio de calidad tomando en cuenta la retroalimentación de los trabajos realizados. El proceso relaciona distintas actividades utilizando recursos de la organización para que de esta manera el laboratorio tenga mayor fidelidad en sus trabajos con un mejor producto.

4. Referencias

ISO 10002. (2004). Gestión de calidad. Satisfacción del cliente. Directrices para el tratamiento de las quejas en las organizaciones. *Organización Internacional de Normalización* Recuperado de Sitio web: <http://www.informacionpublicapgr.gob.sv/descargables/sia/normativa-internacional/ISO%2010002%20Ed%202004QUEJAS.pdf>

5. Desarrollo:

5.1. Proceso de tratamiento de quejas

5.1.1. Comunicación

La información del proceso de tratamiento de quejas está disponible para los clientes, reclamantes, y otras partes interesadas mediante folletos, circulares informativos o información en soportes electrónicos.

Se especifican los siguientes puntos en la información del tratamiento de quejas:

- Lugar donde realizar la queja.
- Formulario para reclamantes.
- Proceso de tratamiento de las quejas.
- Los plazos asociados a las distintas etapas del proceso.
- Las opciones de solución para el reclamante para la resolución de la queja.
- Información acerca del estado de la queja.

5.1.2. Recepción de la queja

Al recibir una queja se debe registrar la información de la misma con un código único de identificación, la información que el reclamante debe especificar es la siguiente:

- Descripción de la queja.
- Solución que solicita el reclamante.
- Los productos o prácticas de la organización objeto de la queja.
- Fecha límite para la respuesta.
- Datos acerca de personas, departamento, sucursal, organización y segmento de mercado.
- Acción inmediata si se dispone de una.

Existe un formulario de seguimiento de quejas el mismo que contiene todos los datos que los reclamantes deben llenar al no estar conforme con el laboratorio.

5.1.3. Seguimiento de la queja

Las quejas desde el momento de ser recibidas se dan un seguimiento, el mismo que actualiza el estado de la queja para tener informado al reclamante en cualquier momento, este seguimiento culmina el momento que el reclamante quede satisfecho o la decisión final haya sido tomada.

5.1.4. Acuse de recibo de la queja

Se notifica inmediatamente la recepción de la queja al reclamante.

5.1.5. Evaluación inicial de la queja

Se evalúa la severidad, implicaciones de seguridad, complejidad, impacto de la necesidad, y la posibilidad de una acción inmediata al recibir una queja.

5.1.6. Investigación de las quejas

Se investiga todas las circunstancias e información acerca de una queja. El nivel de investigación debería ser proporcionado con la seriedad, frecuencia de ocurrencia y severidad de la queja.

5.1.7. Respuesta a las quejas

Con la investigación pertinente, el laboratorio ofrece una respuesta que puede incluir:

- Reembolsos.
- Reemplazos.
- Reparación / reprocesos.
- Sustitutos.
- Asistencia técnica.
- Información.
- Referencia.
- Asistencia financiera.
- Otra asistencia.
- Compensación.
- Disculpas.
- Regalos o muestras de buena voluntad.
- Indicación de cambios en los productos, el proceso, la política o el procedimiento relacionado con la queja.

5.1.8. Comunicación de la decisión

Las decisiones tomadas con respecto a la queja se comunicará al reclamante y al personal involucrado tan pronto como se tomen.

5.1.9. Cierre de la queja

- En el momento que el reclamante acepta la decisión tomada, ésta se realizará y se registrará.

- Si el reclamante no acepta la acción propuesta, la queja quedará abierta ofreciendo alternativas disponibles.
- El laboratorio realizará el seguimiento del progreso de la queja hasta que se hayan terminado las alternativas razonables para recurrir, o el reclamante quede satisfecho.

5.2. Mantenimiento y mejora

5.2.1. Recopilación de información

Se lleva un registro de las quejas y de las respuestas para estar al tanto del desempeño de los procesos del tratamiento de quejas, protegiendo toda información personal y asegurando la confidencialidad de los reclamantes, se incluirá lo siguiente:

- Especificación de los pasos para la identificación, recopilación, clasificación, mantenimiento, almacenamiento y disposición de los registros.
- Registro de tratamiento de una queja y el mantenimiento de estos registros con el fin de no perder el resultado por un mal uso u obsolescencia.
- Mantenimiento de los registros de tipo formación e instrucción que han recibido las personas involucradas en el proceso de tratamiento de quejas.
- Especificación de los criterios de la organización en responder a los pedidos de los reclamantes.
- Especificar el momento en que se entrega la información de los datos estadísticos al público, sin la información de carácter personal.

5.2.2. Análisis y evaluación de las quejas

El laboratorio lleva una clasificación para analizar los principales problemas, tendencias sistemáticas, recurrentes y de incidencia puntual, de esta manera se podrá disminuir las quejas eliminando las causas fundamentales de las mismas.

5.2.3. Satisfacción con el proceso de tratamiento de quejas

Se aplican encuestas aleatorias u otras técnicas para determinar el nivel de satisfacción de los reclamantes.

5.2.4. Seguimiento del proceso de tratamiento de las quejas

5.2.4.1. Seguimiento Continuo

Responsabilidades de la dirección

La alta dirección:

- Definir los objetivos y responsabilidades del seguimiento.
- Dirigir las revisiones del proceso de seguimiento y asegurarse de que se implementen las mejoras.

El representante de la dirección:

- Establecer un proceso de seguimiento, evaluación y comunicación del desempeño informando a la alta dirección sobre el desempeño mostrado durante la revisión del proceso de tratamiento de las quejas.

Cada directivo de su área de responsabilidad:

- Asume y registra el adecuado seguimiento del proceso de tratamiento de quejas.
- Toman las acciones correctivas y se registran entregando la información a la alta dirección para la revisión

Criterios de seguimiento de desempeño

Tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Si se han establecido, mantenido y puesto a disposición apropiadamente una política y objetivos de tratamiento de quejas.
- La percepción del personal acerca del compromiso de la alta dirección con el tratamiento de quejas.
- Si las responsabilidades en el tratamiento de quejas se han asignado apropiadamente.

- Si el personal en contacto con el cliente está autorizado para resolver las quejas en el mismo momento.
- Si se han establecido límites discrecionales a las respuestas del personal en contacto con el cliente.
- Si se ha designado personal especializado para el tratamiento de quejas.
- La proporción de personal con formación en el tratamiento de las quejas que está en contacto con clientes.
- La eficacia y eficiencia de la formación del tratamiento de quejas.
- La frecuencia de las auditorías y revisiones por la dirección
- Tiempo utilizado en implementar recomendaciones posteriores a auditorías y revisiones.
- Tiempo en responder a los reclamantes.
- Grado de satisfacción de los reclamantes.
- Eficacia y eficiencia de procesos de acciones correctivas y preventivas, cuando sea apropiado.

Seguimiento de los datos

Indica directamente el desempeño del tratamiento de quejas incluyendo la cantidad o la proporción de:

- Quejas recibidas.
- Quejas resueltas en el momento que fueron realizadas.
- Quejas incorrectamente priorizadas.
- Quejas con acuse de recibo después del tiempo establecido.
- Quejas resueltas después del tiempo establecido.
- Quejas remitidas a métodos de resolución externa.
- Quejas repetidas o problemas recurrentes de los que no se haya recibido queja.
- Mejoras en los procedimientos debido a quejas.

5.2.5. Auditoría del proceso de tratamiento de las quejas

El laboratorio evalúa el desempeño del proceso de tratamiento de quejas con auditorías que deben tener información sobre:

- La conformidad del proceso con los procedimientos de tratamiento de quejas.
- La idoneidad del proceso para alcanzar los objetivos del tratamiento de las quejas.

5.2.6. Revisión por la dirección del proceso de tratamiento de las quejas

El gestor de calidad debe revisar con regularidad el proceso de tratamiento de quejas con el fin de disminuir los reclamos, incluyendo la siguiente información:

- Factores internos y externos
- Desempeño global
- Resultados de auditorías
- Estado de las acciones correctivas y preventivas.
- Acciones de seguimiento.
- Recomendaciones de mejora.

Los resultados incluyen las decisiones y acciones tomadas con la mejor eficacia y eficiencia y las propuestas para la mejora del producto.

5.2.7. Mejora continua

El laboratorio mejora continuamente la eficacia y eficiencia del proceso de tratamiento de quejas por lo que se intenta prevenir la recurrencia y ocurrencia de las mismas, se investiga, identifica y aplica las mejores prácticas en el tratamiento de quejas con un enfoque al cliente.

6. Anexos

6.1. Anexo I:

FORMULARIO PARA RECLAMANTES	
1 Datos del reclamante	
Nombre / Organización _____	
Dirección _____ _____	
Código Postal, Ciudad _____	
País _____	
No. Teléfono _____	
No. Fax _____	
Correo electrónico _____	
Datos de la persona que actúa en representación del reclamante (si es aplicable) _____ _____	
Persona a contactar (si es diferente del reclamante) _____ _____	
2 Descripción del producto	
Número de referencia del producto o pedido (si lo conoce) _____	
Descripción _____ _____	

3 Problema encontrado

Fecha de ocurrencia

Descripción

—

4. ¿Solicita una solución?

sí † no †

5. Fecha, firma

Fecha _____ **Firma**

6. Adjuntos

Lista de documentos que se adjuntan

6.2. Anexo II:

FORMULARIO DE SEGUIMIENTO DE QUEJAS

1 Datos del receptor de la queja

Fecha de la queja:

Hora de la queja:

Nombre del receptor:

Medio de la queja: teléfono • correo electrónico • internet • en persona • correo postal • otro •

Código de identificación único:

2 Datos del reclamante

Véase el formulario para el reclamante.

3 Datos de la queja

Número de referencia de la queja

Información relevante sobre la queja

Queja remitida por

4 Problema encontrado

Fecha del problema

Problema recurrente sí • no •

Categoría del problema

1 • **Producto no entregado**

2 • **Servicio no prestado / prestado parcialmente**

3 • **Retraso en la entrega del producto:**

Duración del retraso

4 • **Retraso en la prestación del servicio:**

Duración del retraso

5 • **Producto defectuoso**

6 • **Servicio deficiente**

Detalles:

7 • **Producto no conforme con lo solicitado**

8 • **Productos no solicitados**

9 • **Deterioros sufridos**

10 • **Negativa de cumplir la garantía**

11 • **Negativa de venta**

12 • **Negativa de prestación del servicio**

- 13 • **Prácticas comerciales**
- 14 • **Información incorrecta**
- 15 • **Información inadecuada**
- 16 • **Modo de pago**
- 17 • **Precio**
- 18 • **Incremento del precio**
- 19 • **Cargos adicionales**
- 20 • **Costos / cargos justificados**
- 21 • **Términos del contrato**
- 22 • **Cobertura del contrato**
- 23 • **Evaluación de daños**
- 24 • **Negativa para el pago de compensaciones**
- 25 • **Inadecuada compensación**
- 26 • **Modificación del contrato**
- 27 • **Desempeño deficiente del contrato**
- 28 • **Cancelación / rescisión del contrato**
- 29 • **Cancelación del servicio**
- 30 • **Reembolso del préstamo**
- 31 • **Solicitud de intereses**
- 32 • **Incumplimiento de los compromisos**
- 33 • **Incorrecta facturación**

34 • Retraso indebido en el tratamiento de una queja

35 • Otro tipo de problema:

Información adicional:

5. Evaluación de la queja

Evaluar el alcance y severidad de los efectos reales y potenciales de la queja:

Severidad:

Complejidad:

Impacto:

Necesidad de acción inmediata: sí • no •

Posibilidad de acción inmediata: sí • no •

Probabilidad de compensación: sí • no •

6. Resolución de la queja

Resolución requerida sí • no •

Acción a tomar:

36 • Entrega del producto

37 • Reparación / reproceso del producto

- 38 • **Cambio del producto**
- 39 • **Anulación de la venta**
- 40 • **Ejecución de la garantía**
- 41 • **Cumplimiento de los compromisos**
- 42 • **Finalización de un contrato**
- 43 • **Anulación / Rescisión del contrato**
- 44 • **Anulación de factura**
- 45 • **Información**
- 46 • **Corrección de la evaluación de daños**
- 47 • **Pago de una indemnización por la suma de:**

- 48 • **Reembolso de pago anticipado por la suma de:**

- 49 • **Reembolso de otros pagos efectuados por la suma de:** _____
- 50 • **Descuento del precio por la suma de:**

- 51 • **Facilidades de pago**
- 52 • **Disculpas**
- 53 • **Otras acciones:**

7 Evaluación de la queja

Acción tomada	Fecha	Nombre	Observaciones
Acuse de recibo de la queja al reclamante			
Evaluación de la queja			
Investigación de la queja			
Solución de la queja			
Información al reclamante			
Corrección			
Corrección verificada			
Cierre de la queja			

ANEXO 5:

**PROCEDIMIENTO
PDG04-00
REVISIONES POR LA
DIRECCIÓN**

**REVISIONES POR LA DIRECCIÓN
PDG04**

Fecha de redacción:

Fecha de revisión:

Firmas:

Tabla 1. Codificación de procedimiento Revisiones por la Dirección

Codificación y apartados el documento	Procedimiento	Registro y versiones el documento
PDG04	Revisiones por la dirección	RD
4.1	Personal	PS-00
4.2	Instalaciones y condiciones ambientales	ICA-00

Índice

- 1. Distribución**
- 2. Objetivos**
- 3. Alcance**
- 4. Referencias**
- 5. Desarrollo**

1. Distribución

El gestor de calidad es el responsable de

- Verificar del sistema de gestión y revisar los procedimientos de ensayo y calibración.
- Proveer una supervisión adecuada al personal en formación y asegurar la competencia de todos los que operan los equipos, realizan los ensayos, analizan los resultados y firman los informes de ensayo.

2. Objetivos

- Describir la sistemática para la revisión del sistema de gestión de calidad.
- Establecer la política para la formación, entrenamiento y calificación del personal de LIA-UDLA.

3. Alcance

Se aplica para todas las verificaciones del sistema de gestión de calidad, para todo el personal de LIA-UDLA

4. Referencias

No aplica

5. Desarrollo

El Director de Calidad realizará la verificación del sistema de gestión de calidad y revisará los procedimientos de ensayo y calibración una vez al año, con el fin de realizar acciones correctivas que permitan introducir cambios y mejoras necesarias para mantener un sistema constantemente adecuado y eficiente.

Para ello el Director de Calidad debe establecer reuniones de acuerdo a un calendario para definir las propuestas de cambio y mejora, en las que se tomara en cuenta los siguientes temas:

- Puntos que hayan quedado pendientes en reuniones previas.
- Propuestas de cambios en políticas y procedimientos.
- Análisis de los Informes del personal directivo y de supervisión.
- Análisis de los informes de auditorías internas recientes llevadas a cabo por los clientes u otras entidades.

- Programas de auditorías propuestas para el siguiente año.
- Análisis de las evaluaciones por organismos externos.
- Planes a futuro referentes a nuevo trabajo y personal.
- Estudio de modificaciones en el sistema de calidad.
- Resultados en el control de ensayos.
- Realimentaciones con los clientes.
- Estudio de no conformidades detectadas.
- Estudio de acciones correctivas y preventivas realizadas o implantadas.
- Análisis de recomendaciones para la mejora.
- Resultados de las acciones derivadas de revisiones previas.
- Los resultados de las comparaciones interlaboratorios o de los ensayos de aptitud.
- Otros factores pertinentes, tales como las actividades del control de la calidad, los recursos y la formación del personal.

Toda reunión debe ser registrada con los hallazgos o acciones derivadas de la misma. Se registrará la siguiente información:

- Lista de los asistentes a la reunión.
- Asuntos tratados.
- Objetivos, metas y acciones a ser incluidas.
- Responsables de implementación.
- Responsables de seguimiento y control.
- Plazos para la ejecución.

PDG04-4.1

Todo personal de LIA- UDLA debe cumplir con los requisitos establecidos en un contrato para mantener una relación laboral que asegure que el empleado es competente para las actividades que se le encomiende. El laboratorio es responsable de proveer una supervisión adecuada al personal en formación y al personal contratado de forma temporal para asegurar que el trabajo sea de acuerdo al sistema de gestión de calidad.

El Gestor de calidad de LIA-UDLA está obligado a asegurar que exista el personal necesario en cada ensayo que se lleve a cabo y que el número de ensayos demandados por los clientes sea el adecuado. Es necesario llevar un registro del listado de personal de LIA-UDLA que esté presente en un determinado ensayo.

Fichas de perfil

El laboratorio debe llevar registrado el currículum vitae actualizado de todo el personal, a continuación se muestra las fichas de perfil para cada puesto de LIA-UDLA de acuerdo a su título, formación y experiencia:

- Director de laboratorio (Gestor de calidad):

Título: Superior en el área de Acústica o Medio ambiente.

Formación: Conocimientos en el área de calidad, acústica y medio ambiente.

Experiencia: Mínima de 1 año en el área de calidad y de 5 años en el laboratorio de acústica.

- Técnico del laboratorio:

Título: Superior en el área de Acústica o Medio ambiente.

Formación: Conocimientos en el área de acústica o medio ambiente y conocimientos básicos en el área de calidad.

Experiencia: Mínima de 6 meses en el área de calidad y de 1 año en el laboratorio de acústica.

- Analista:

Título: Graduados de Ing. Sonido y Acústica o egresados que hayan cumplido con un 90% de la carrera.

Formación: Conocimientos básicos en el área de calidad, conocimientos en el manejo de equipos de ensayos.

Experiencia: No requerida.

- Auxiliar Técnico:

Título: Graduados y egresados de Ing. Sonido y Acústica o estudiantes de séptimo semestre en adelante que requieran de pasantías.

Formación: Conocimientos en el área de acústica.

Experiencia: No requerida.

- Secretaria:

Título: Estudios de secretariado.

Formación: Conocimientos en el área de secretaria.

Experiencia: No requerida.

Programas de formación y capacitación

Todo personal de LIA-UDLA que intervenga en ocupaciones que afecten la calidad en los ensayos o ejecuten actividades relacionadas con el manual de calidad deberá recibir un programa de formación para desarrollarse dentro del área laboral, el cual debe realizarse de manera anual mediante un programa interno elaborado por el Director del laboratorio. Además el Director de laboratorio puede elaborar programas de formación dependiendo de las necesidades que se detecten, actividades que se manifiesten y propuestas comunicadas por parte del personal que requieran ser aprobadas.

Todo programa de formación deberá ser registrado mediante la firma del director del laboratorio con la siguiente información:

- Lugar
- Fecha propuesta
- Fecha de realización
- Tema a tratar
- Duración
- Número de asistentes

Cuando se detecte que el personal designado no tiene la formación necesaria para realizar una función o que los resultados obtenidos por parte del personal no son satisfactorios, se llevará a cabo un programa de capacitación cuyas actividades programadas deberán tener un seguimiento por parte Director del laboratorio. Si es necesario, las capacitaciones también podrán ejecutarse cuando haya cambios en la organización.

Toda capacitación deberá ser registrada mediante la firma del director del laboratorio con la siguiente información:

- Nombre de la persona que imparte la capacitación
- Fecha
- Duración
- Temas tratados
- Nombres de los asistentes
- Cargos que ocupan los asistentes dentro del laboratorio
- Firma de los asistentes mediante la cual se registrará su presencia en la capacitación.

Todo seguimiento de las actividades programadas como resultado de una capacitación deberá ser registrado mediante la firma del director del laboratorio

con el nombre de la persona evaluada, las áreas de trabajo aplicadas y observaciones que se tengan.

Evaluación

El Director del laboratorio en colaboración con el Técnico de laboratorio realizará un programa para evaluar al personal, en donde se verá reflejada la capacidad del trabajador en las actividades requeridas, la evaluación será registrada con la siguiente información:

- Fecha de la evaluación
- Nombre y cargo de la persona evaluada.
- Listado de ocupaciones por las cuales es evaluado.
- Nombre y cargo de la persona encargada de la supervisión.
- Respuesta en función de la ocupación evaluada (Mala, Buena, Regular o Excelente).
- Apartado de conclusiones.

La ponderación de la respuesta en función de la ocupación evaluada será la siguiente:

Mala (1), Regular (2), Buena (3), Excelente (4).

El criterio de aceptación en porcentaje se realizará dependiendo del número de ocupaciones por las que sea evaluada la persona. En caso de que la persona evaluada obtenga un total de 0% a 45% en la calificación final se considerará que no ha aprobado la evaluación y que no posee las capacidad para la realización de las actividades requeridas, si la persona evaluada obtiene de 46% a 69% en la calificación final será sujeta a capacitación y si obtiene un total de 70% a 100% en la calificación final habrá aprobado la evaluación personal.

Para asegurarse que todo el personal del laboratorio es competente en las actividades que realiza toda evaluación tendrá validez por un año, una vez terminado este periodo se realizará una nueva evaluación y se recalificará al personal. Toda evaluación será firmada por el Director de Laboratorio o el Técnico de Laboratorio.

Autorización de actividades

Existen ciertas actividades del laboratorio que necesitan una autorización para su realización, esta se dará al personal que el Director o el Técnico del

laboratorio considere competente y de acuerdo a la calificación obtenida en la evaluación personal, las actividades que requieren de autorización son las siguientes:

- Manejo de determinados equipos.
- Elaboración de informes de ensayo.
- Realización de muestreo y ensayos.
- Revisión y aprobación de los documentos antes de ser utilizados.

PDG04-4.2

El laboratorio debe tomar en cuenta los niveles de ruido en función de las actividades técnicas a realizar de tal forma que no influyan de forma negativa en las mediciones de ensayo, ni invaliden los resultados obtenidos. Las condiciones ambientales, y niveles de ruido serán registrados según se requiera en las especificaciones, métodos o procedimientos a llevarse a cabo para llevar un correcto seguimiento y control. En el caso de que estos factores comprometan los resultados de los ensayos y no puedan ser controlados de forma adecuada, los ensayos serán interrumpidos o pospuestos hasta que las condiciones sean favorables.

Cuando se realicen mediciones in situ se llevará un registro de las condiciones ambientales si el tipo de ensayo se ve comprometido por este factor, el registro llevará la siguiente información:

- Nombre del responsable del ensayo
- Hora del registro
- Fecha del registro
- Temperatura
- Humedad (%)
- Velocidad del viento

Se debe controlar el acceso de clientes o trabajadores externos al ensayo y el uso de áreas que puedan afectar la calidad de los ensayos, el Técnico del laboratorio debe tomar en cuenta los siguientes criterios:

1.- El acceso a las áreas donde se llevará a cabo el ensayo, debe estar limitado al personal de LIA-UDLA y para aquellas personas que estén debidamente autorizadas.

2.- No se permite la permanencia del personal ajeno a LIA-UDLA, salvo en el caso de que se encuentre acompañado de una persona autorizada.

3.- Si un cliente se encuentra en las instalaciones donde se lleva a cabo los ensayos por cualquier razón, se deben tomar medidas que garanticen la confidencialidad respecto a otros clientes.

ANEXO 6:

**PROCEDIMIENTO
PDG05-00
EQUIPOS**

EQUIPOS
PDG05-5.1-00

Fecha de redacción:

Fecha de revisión:

Firmas:

Índice

- 1. Distribución**
- 2. Objetivo**
- 3. Alcance**
- 4. Referencias**
- 5. Desarrollo**
- 6. Anexos**

1. Distribución

El gestor de calidad y el director técnico tiene la responsabilidad de seleccionar los equipos, considerando la exactitud requerida y deben cumplir con las especificaciones pertinentes para los ensayos o calibraciones .

2. Objetivo

- Entregar procesos para el mantenimiento, medición y calibración de los equipos.
- Establecer el sistema de gestión y control de los equipos del laboratorio.

3. Alcance

Se aplican a todos los equipos utilizados en los ensayos o calibraciones del laboratorio.

4. Referencias

<http://www.acustical.cl/wp-content/uploads/2010/10/2010-10-02-Calibracion-de-Instrumental-Acustico-para-el-Cumplimiento-de-la-normativa.pdf>

http://www.acustical.cl/?page_id=198

5. Desarrollo

LIA - UDLA debe disponer de todos los equipos necesarios para realizar los diferentes tipos de ensayos. Toda la instrumentación debe estar calibrada, tomando en cuenta los requerimientos y especificaciones de los mismos para su ejecución bajo la normativa ISO/IEC 17025.

5.1. Identificación de los equipos

Los equipos deberán poseer un formato de etiqueta con una identificación única, en donde se especificará la fecha de la última y siguiente calibración, ésta deberá colocarse en el equipo, al no ser posible colocarla en el dispositivo, se tendrá que identificar en el lugar de almacenamiento o en la caja del equipo.

Formato de etiqueta de equipos:

Identificación del equipo:	
Fecha de la última calibración:	
Fecha de la próxima calibración:	
Aprobó:	

5.2. Mantenimiento de equipos

5.2.1. Equipo fuera de especificación

Cuando un equipo se encuentre desperfecto, se haya estropeado o haya salido de las especificaciones necesarias para realizar las actividades dentro del laboratorio, se procederá a ponerlos fuera de operación hasta que se demuestre que el equipo funciona correctamente y no puede afectar con los resultados de los ensayos. El equipo fuera de operación deberá tener una etiqueta como la siguiente:

Identificación del equipo:
EQUIPO FUERA DE OPERACIÓN

5.2.2. Calibración de equipos

El gestor de calidad es el encargado de aprobar todas las solicitudes del director técnico con respecto a la instrumentación de LIA-UDLA.

5.2.2.1. Aplicada a los Instrumentos Acústicos

En los diferentes instrumentos se debe tener un control para la verificación y calibración de los equipos, ciertos dispositivos constan con un calibrador que sirve para la verificación del instrumento en puntos discretos.

Los instrumentos acústicos y equipos de medición de ruido deben ser calibrados una vez al año debido a que por el uso o almacenamiento pueden existir alteraciones en la respuesta de los dispositivos y resultados no confiables, asegurando de esta manera resultados reales.

5.2.2.2. Certificados de calibración

Deben existir documentos emitidos por un laboratorio competente que certifique que los instrumentos acústicos se encuentran dentro de las especificaciones requeridas para garantizar que están en óptimas condiciones de funcionamiento.

Los certificados de calibración serán renovados cada año y el de los sonómetros cada 2 años. No se realizará mediciones de ensayo con instrumentos cuyos certificados de calibración hayan caducado.

El certificado debe tener la siguiente información:

- Equipos para la calibración.
- Fecha de calibración.
- Tolerancias del equipo antes y después de la calibración.
- Tolerancias medidas

5.2.3. Control de equipos

Se debe dar un seguimiento constante a los equipos para poder verificar si los resultados entregados por el mismo son reales y no existe algún desperfecto que pudiera influir en los datos medidos.

En algún caso de que existiera un instrumento acústico con alguna falla, se deberá solicitar inmediatamente su calibración, y el equipo queda fuera de operación hasta comprobar que el desperfecto haya sido solucionado.

Posterior a la calibración se llevará un registro de las calibraciones indicando el equipo que solicitó calibración, indicando la fecha, de esta manera se podrá controlar las ocurrencias de desperfectos cumpliendo con las políticas de calidad del laboratorio.

5.3. Equipos comúnmente usados en métodos de ensayo.

5.3.1. Sonómetro CESVA SC310

Sonómetro integrador-promediador de precisión clase 1 ampliable a utilizarse como Analizador de Espectros en tiempo real por bandas de octava y tercios de octava, con filtros tipo 1.

Mide todos los parámetros simultáneamente con ponderaciones frecuenciales A, C y Z. Entre estos parámetros se encuentran: funciones S, F e I, Niveles continuos equivalentes, Percentiles, Índices de impulsividad, Niveles de pico, Niveles de exposición sonora, Short Leq, el análisis espectral por tercio de octava, análisis FFT o la medición de tiempo de reverberación.



Figura 1. Sonómetro Cesva SC310

5.3.2. Calibrador acústico CESVA CB006

Calibrador portátil acústico clase 1, para verificación de sonómetros y dosímetros tanto en el punto de medición como en el laboratorio. Diseñado para la verificación de sonómetros tipo 1, aunque también es válido para sonómetros tipo 2. Representa un medio de precisión para realizar una verificación antes y después de cada medida. Puede utilizarse con cualquier micrófono susceptible de ser verificado en una cavidad cerrada y con diámetro de 1/2". Cumple la norma IEC 60942:2003.



Figura 2. Calibrador acústico Cesva CB006

5.3.3. Software Capture Studio Editor

Software de edición para mediciones acústicas. Permite editar los datos adquiridos por los sonómetros, manipulando cualquier tramo temporal y obteniendo los valores globales y espectrales, así como la información estadística.



Figura 3. Pantalla inicial Capture Studio Editor

5.3.4. Fuente Omnidireccional CESVA BP012

Conjunto de 12 altavoces montados de forma dodecaédrica para asegurar la emisión omnidireccional del ruido. Cumple con los requisitos de directividad establecidos en las normativas ISO 140, ISO 10140, ISO 3382-1 e ISO 3382-2. Tiene la capacidad de desarrollar 123 dB de potencia acústica (PWL) en las bandas de tercio de octava de 50 a 5000 Hz.



Figura 4. Fuente omnidireccional Cesva BP012

5.3.5. Amplificador CESVA AP602

Generador de ruido blanco y rosa para fuente omnidireccional, ecualizador gráfico de un tercio de octava y amplificador de potencia. Permite amplificar y ecualizar la señal procedente de un amplificador externo o insertar en la cadena de reproducción equipos de procesado de señal adicionales al ecualizador interno del AP602.



5.3.6. Máquina de impactos CESVA MI006

Máquina de impactos para medir el aislamiento en suelos al ruido de impacto para el cumplimiento de las normativas UNE-EN ISO 10140-3, ISO 140-7 y UNE-EN ISO 717-2. Dispone de 5 martillos en línea, la distancia entre cada uno de los ejes de los martillos debe ser de aproximadamente 100 mm. Los soportes de la máquina deben estar equipados con pies aislantes de vibraciones y el golpe de todos los martillos debe ser igual y equivalente al de una masa de 500 gr que cae libremente desde una altura de 40 mm.



Figura 6. Máquina de impactos Cesva MI006

5.3.7. Vibrómetro CESVA VC431

Instrumento utilizado para evaluar las vibraciones en el campo industrial, así como en el de edificación. Vibrómetro triaxial, según la norma ISO 8041, ideal para medir vibraciones.



Figura 7. Vibrómetro CESVA VC431

5.3.8. Acelerómetro CESVA AC032

Acelerómetro triaxial IEPE para la aplicación en Edificación, diseñado para medir vibraciones de cuerpo entero en el espacio interior de edificaciones.



Figura 8. Acelerómetro CESVA AC032

5.3.9. Calibrador de vibraciones CESVA CV211

Calibrador de vibraciones multifrecuencia para verificar vibrómetros triaxiales según la norma ISO 8041.



Figura 9. Calibrador de vibraciones CESVA CV211

5.3.10. Altavoz RCF ART-315 A

Altavoz con presión adicional en la reproducción de bajas frecuencias, y el altas frecuencias una respuesta precisa con aplicaciones de sonido directo.

Especificaciones Acústicas:

Tabla 1. Especificaciones altavoz RCF.

Respuesta de frecuencia	50 Hz - 20 KHz
SPL max	128 dB
Cobertura horizontal	90°
Cobertura vertical	60°
Potencia Total	350 W RMS



Figura 10. Altavoz RCF ART-315 A

5.4. Guía general del sonómetro, amplificador y vibrómetro

5.4.1. Sonómetro



Figura 11. Sonómetro Cesva SC310

Detalle:



Botón que permite desplegar el menú del equipo.



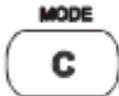
Botón que configura la medición en tercios de octava, o en octavas.



Botón que define la ponderación a utilizar en la medición



Botón que cambia la iluminación de la pantalla.



Botón que sirve para regresar en el menú.



Botón de OK, sirve para afirmar una acción en el menú.



Botón de encendido y apagado.



Depende del modo del equipo, el uso del botón de pausa/grabación.



Depende del modo del equipo, el uso del botón de play/stop.

5.4.2. Amplificador



Figura 12. Amplificador Cesva AP602



Botón que configura el modo de operación del generador de ruido.



Botón que sirve para señalar y configurar el ecualizador del amplificador.



Botón que permite reproducir o pausar el generador de ruido.



Botón de Inicio.



Botón que eleva el volumen del amplificador.



Botón que disminuye el volumen del amplificador.



Botones encargados de la configuración de las bandas del ecualizador.

5.4.3. Vibrómetro



Figura 13. Vibrómetro Cesva VC431



Botones que cumplirán distintas funciones dependiendo del menú de la pantalla de dispositivo.



Botón de apagado/encendido.



Botón que configura la iluminación de la pantalla.

5.4.4. Calibrador de vibraciones



Figura 14. Calibrador de vibraciones CESVA CV211



Botón menú que permite configurar el modo del calibrador.



Botón ESC para regresar el menú de la pantalla.



Botón para aumentar la amplitud.



Botón para disminuir la frecuencia.



Botón para disminuir la amplitud.



Botón para aumentar la frecuencia.



Botón utilizado para el apagado/encendido y para aceptar opciones de la pantalla.

5.5. Listado de equipamiento

A continuación se muestra un listado de todos los equipos con los que cuenta el laboratorio de acústica actualmente:

Equipos para simulación acústica

- Software CadnaA
- Computador HP para simulación acústica

Equipos CESVA

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Pedestal sonómetro SC310
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012

- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Pedestal fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Vibrómetro triaxial Cesva VC431
- Calibrador para analizadores de vibraciones/ multi-frecuencia Cesva CV211.
- Acelerómetro Cesva AC032

Equipo Solo 01 dB

- Sonómetro Solo 01 dB
- Pedestal para sonómetro
- Calibrador del sonómetro Solo 01 dB

Equipo SPECTRONICS

- Tubo de Kundt
- Extensión TL (Tubo de Kundt)
- Tarjeta Amplificadora (Tubo de Kundt)
- Cortador de Muestras (Tubo de Kundt)

Equipo PASCO

- Abrazadora angular ME744-1
- Agitador mecánico de onda
- Altavoz abierto WA-9900-1
- Anillo de resonancia SF-9405-2
- Cuerda física trenzada SE-8050-1
- Cuerda trenzada amarilla 699-067
- Ergopedia wave and sound Kit SE-6479
- Generador de ondas senoidales WA-98671
- Impulsor de ondas mecánicas SF-9324-1
- Impulsor de ondas mecánicas WA-9854-1
- Interfase 850 UI-5000 (con cable de poder, adaptador y cable USB).
- Juego pasamanos 8 piezas SE-7342
- Kit de platos CHLADNI WA-9601-1
- Luz estroboscópica SF-9324-2
- Pares Banana plug SE-9750
- Polea ME-9450A-1
- Poste de acero ME-8736
- Resorte de ondas longitudinales WA-9401
- Resorte Slinky SE-8760

- Sets de masas de suspensión ME-8979
- Software Capstone UI-5400
- Tiras mecánicas para resonancia SF-9404
- Vibrador de ondas mecánicas WA-9857
- Ergopediasound Kit - Diapasones
- Ergopediasound Kit - Engranaje
- Ergopediasound Kit - Masa esférica con hilo trenzado
- Ergopediasound Kit - Resorte
- Ergopediasound Kit - Resorte largo
- Ergopedia sound Kit - Resorte slinky
- Ergopediasound Kit - Soporte engranaje
- Ergopedia sound Kit - Tubo PVC 3/4
- Abrazadora de mesa ME-76B-1
- Cordón de onda elástica WA-9409-1

Micrófonos de medición

- Beyerdynamic MM1
- G.R.A.S

Extras

- Interfaz Mbox Mini
- Protectores Auditivos Truper
- Regletas
- Extensiones Eléctricas
- Cables de poder
- Caja de Herramientas

6. Anexos

Formato de registro de equipos.

Equipo	Características	Serie del equipo	Código	Última calibración	Revisado

ANEXO 7:

**Procedimiento de medición a
ruido aéreo
PGD06-RA**

**Procedimiento de medición a ruido aéreo
PGD06-RA**

Fecha de redacción:

Fecha de revisión:

Firmas:

Índice

1. Normas de referencia
2. Aclaración Previa
3. Equipo necesario
4. Conexionado - Esquema
 - 4.1. Ruido Aéreo
 - 4.2. Tiempo de reverberación
5. Procedimiento paso a paso
 - 5.1. Dimensionamiento del recinto emisor y receptor
 - 5.2. Ubicación de los puntos
 - 5.2.1. Puntos de medición
 - 5.2.2. Puntos para medición del nivel de presión acústica a baja frecuencia.
 - 5.2.3. Posiciones de la fuente dodecaédrica
 - 5.3. Hoja de campo
 - 5.4. Verificación de calibración del sonómetro
 - 5.5. Medición de comprobación del ruido emitido
 - 5.6. Ensayo para ruido aéreo
 - 5.6.1. Medición en el recinto emisor en la posición 1 de la fuente omnidireccional
 - 5.6.2. Medición en el recinto emisor en la posición 2 de la fuente omnidireccional
 - 5.6.3. Medición en el recinto emisor para nivel a baja frecuencia en la posición 1 de la fuente omnidireccional
 - 5.6.4. Medición en el recinto emisor para nivel a baja frecuencia en la posición 2 de la fuente omnidireccional
 - 5.6.5. Medición en el recinto receptor en la posición 1 de la fuente omnidireccional
 - 5.6.6. Medición en el recinto receptor en la posición 2 de la fuente omnidireccional
 - 5.6.7. Medición en el recinto receptor para nivel a baja frecuencia en la posición 1 de la fuente omnidireccional
 - 5.6.8. Medición en el recinto receptor para nivel a baja frecuencia en la posición 2 de la fuente omnidireccional
 - 5.7. Tiempo de reverberación
 - 5.7.1. Ubicación de los puntos
 - 5.7.2. Ensayo tiempo de reverberación

- 5.7.2.1. Medición del tiempo de reverberación
- 5.8. Descarga de datos
 - 5.8.1. Capture Studio Editor
- 5.9. Realización de informes
 - 5.9.1.
- 6. Casos especiales
 - 6.1. Generalidades
 - 6.2. Geometría
 - 6.2.1. Elección del recinto emisor y receptor
 - 6.2.2. Número de posiciones del micrófono y del altavoz
 - 6.3. Mediciones horizontales
 - 6.3.1. Tabla del número de posiciones del micrófono y del altavoz determinado a partir del área del suelo de los recintos emisor y receptor
 - 6.3.2. Recintos altamente amortiguados
 - 6.3.3. Recintos desplazados o escalonados
 - 6.4. Mediciones horizontales
 - 6.5. Mediciones verticales
 - 6.6. Tipo de recintos
 - 6.6.1. Recintos parcialmente divididos
 - 6.6.2. Recintos altamente amortiguados
 - 6.6.3. Recintos desplazados o escalonados
 - 6.6.4. Recintos con geometría compleja
 - 6.7. Mediciones donde las puertas forman la separación común
 - 6.7.1. Posiciones del altavoz y micrófono
 - 6.7.2. Puerta entre un Pasillo y un Recinto
 - 6.7.3. Puertas entre una escalera y un recinto
 - 6.7.4. Determinación del índice de reducción acústica aparente de una puerta en un edificio
- 7. Declaración de conformidad
- 8. Incertidumbre
- 9. Cálculos de los registros
 - 9.1. Corrección del nivel de señal por ruido de fondo
 - 9.2. Diferencia de niveles
 - 9.3. Diferencia de niveles estandarizados
 - 9.4. Índice de reducción acústica aparente
 - 9.5. Área de absorción equivalente
- 10. Terminología

1. Normas de referencia

Normativa UNE EN ISO 16283-1

“Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción - Aislamiento a ruido aéreo”

Especifica los procedimientos para determinar el aislamiento acústico a ruido aéreo entre 2 recintos en un edificio utilizando mediciones de presión acústica. Estos procedimientos están destinados a volúmenes de recintos que van desde 10 m³ hasta 250 m³ en el rango de frecuencias desde 50Hz hasta 5 kHz. Los resultados de ensayo se pueden utilizar para cuantificar, evaluar y comparar el aislamiento acústico a ruido aéreo en recintos amueblados o vacíos donde el campo sonoro puede o no aproximarse a un campo difuso. El aislamiento acústico a ruido aéreo medido depende de la frecuencia y se puede transformar en un valor único que caracteriza el comportamiento acústico utilizando los procedimientos descritos en la norma ISO 717-1.

Normativa UNE EN ISO 717-1

“Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción - Aislamiento a ruido aéreo”

En esta norma se definen magnitudes globales para el aislamiento a ruido aéreo en edificios y de elementos de construcción tales como paredes, suelos, puertas y ventanas, Además toma en consideración los diferentes espectros sonoros de la fuente de ruido tales como ruido interior a los edificios y ruido de tráfico exterior al edificio.

Normativa UNE EN ISO 3382-2

“Medición de parámetros acústicos en recintos - Tiempo de reverberación de recintos ordinarios”

Especifica los métodos para la medición del tiempo de reverberación en recintos ordinarios. Detalla el proceso de medición, la instrumentación a utilizarse, la forma de evaluar los datos y la presentación del informe de ensayo.

2. Aclaración Previa

La falta de aislamiento acústico en edificaciones es uno de los problemas por los cuales los habitantes presentan quejas debido al ruido externo o interno. Esta molestia puede ser causada por la presencia de máquinas en edificaciones, ruido de tráfico o ruidos emitidos en recintos colindantes los cuales tienden a propagarse por los elementos constructivos del recinto como paredes o forjados.

El presente documento muestra el método para poder cuantificar el nivel de aislamiento acústico a ruido aéreo en un recinto. El laboratorio realizará la medición de ruido aéreo considerando posiciones fijas de micrófono y un altavoz único funcionando en dos posiciones.

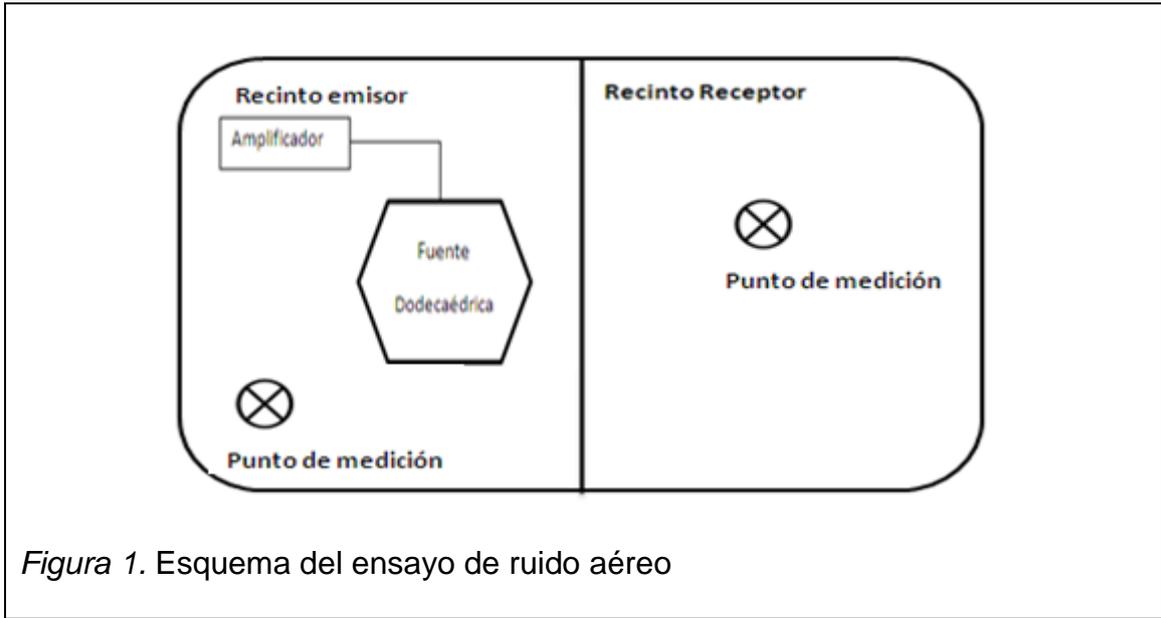
3. Equipo necesario

- Sonómetro CESVA SC310
- Calibrador acústico CESVA CB006
- Fuente Omnidireccional CESVA BP012
- Amplificador CESVA AP602

4. Conexión Esquema

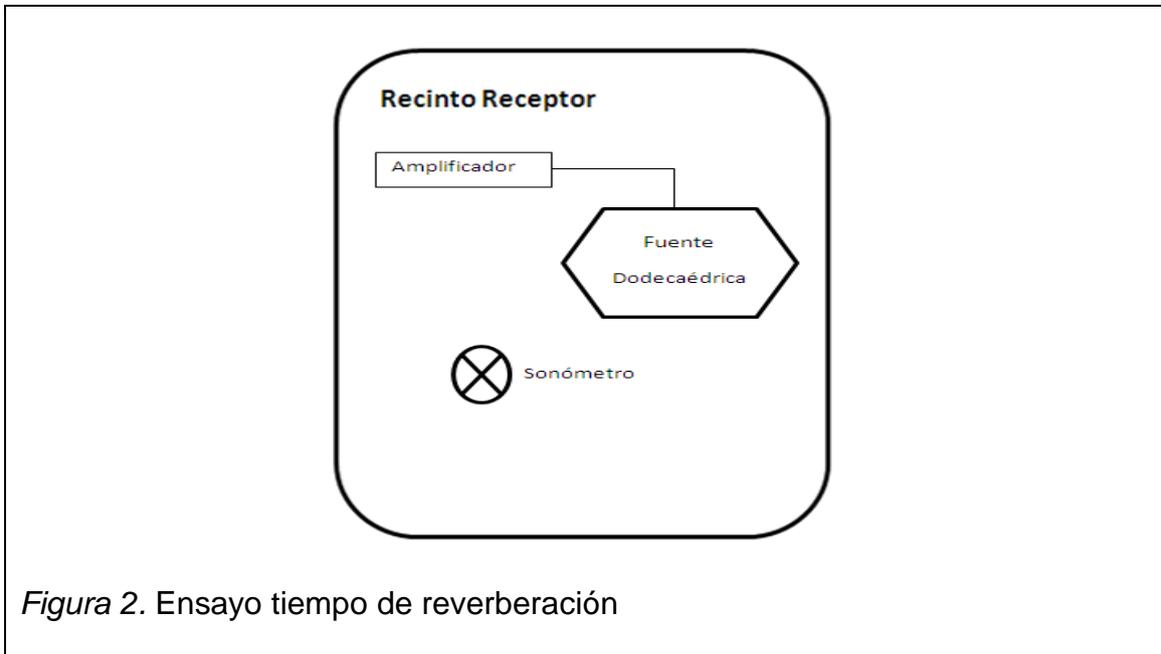
4.1. Ruido Aéreo

El esquema de conexión en el ensayo de ruido aéreo consiste en conectar la fuente a una toma de 110V, encender la fuente y colocar en las posiciones seleccionadas; la fuente debe estar en el recinto emisor y el sonómetro será colocado en ambos recintos en los puntos de medición seleccionados.



4.2. Tiempo de reverberación

El esquema de conexionado en el ensayo de tiempo de reverberación consiste en la utilización de un amplificador de potencia/generador de ruido rosa, el amplificador envía la señal a la fuente omnidireccional, en el mismo recinto en el que se toman las muestras con el sonómetro se encuentra la fuente.



5. Procedimiento paso por paso

5.1. Dimensionamiento del recinto emisor y receptor

Tomar medidas de las dimensiones (largo, ancho y profundidad) de los recintos emisor y receptor mediante un flexómetro para la realización de un croquis arquitectónico, en el que se tomara en cuenta la ubicación y tamaño de puertas y ventanas de ambos recintos. Una vez obtenidas las dimensiones se calculará la superficie total y el volumen de cada recinto.

5.2. Ubicación de los puntos

Considerar el lugar de los puntos de medición y las ubicaciones de la fuente omnidireccional, una vez obtenidos estos puntos, se debe tomar las medidas de los mismos e incluirlos en la hoja de campo. El lugar de los puntos de medición y ubicaciones de la fuente omnidireccional se toman en función de los criterios especificados en la norma UNE-EN ISO 16283-1.

5.2.1. Puntos de medición

Se determina al menos 5 puntos de medición marcados en ambos recintos. De acuerdo a la norma UNE-EN ISO 16283-1 para las distancias de los puntos de medición se establece:

- 70 cm o más entre posiciones de micrófonos
- 50 cm o más entre la posición del micrófono y bordes de la sala o superficies reflectantes.
- 1 m o más entre la posición del micrófono y el altavoz en caso de encontrarnos en el recinto emisor.

5.2.2. Puntos para medición del nivel de presión acústica a baja frecuencia.

Se determina 4 puntos de medición marcados en las esquinas de ambos recintos para la medición de presión acústica a baja frecuencia. De acuerdo a la norma UNE-EN ISO 16283-1 se establece:

- El micrófono debe estar a una distancia de 0,3 m a 0,4 m de cada límite del recinto que forma la esquina. La distancia desde cada límite que forma la esquina no tiene porque ser idéntica.
- 1 m o más entre la posición del micrófono y el altavoz en caso de encontrarnos en el recinto emisor.

Nota 1: Para cada conjunto de 4 mediciones de esquinas, 2 de las esquinas deberían estar a nivel del suelo y las otras a nivel de techo. Estas esquinas pueden estar o no adyacentes a la separación. Las esquinas deben estar formadas por 3 superficies que se cruzan cada una con un área de al menos $0,5 \text{ m}^2$.

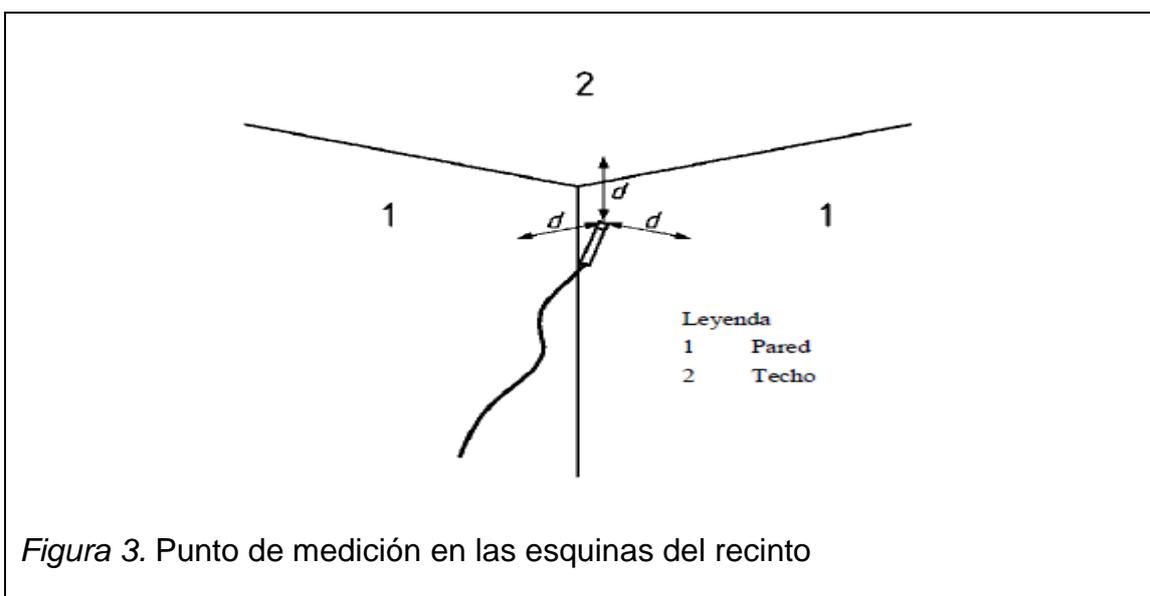


Figura 3. Punto de medición en las esquinas del recinto

Nota 2: El procedimiento de baja frecuencia se debe utilizar para las bandas de tercio de octava de 50 Hz, 63 Hz y 80 Hz en el recinto emisor y/o recinto receptor cuando su volumen es inferior a 25 m^3 .

5.2.3. Posiciones de la fuente dodecaédrica

Se determina al menos 2 posiciones de la fuente dodecaédrica marcadas en el recinto emisor. De acuerdo a la norma UNE-EN ISO 16283-1 para las distancias de las posiciones de la fuente omnidireccional se establece:

- La fuente dodecaédrica debe estar a más de medio metro respecto al techo.
- Debe haber 1,4 m o más entre las posiciones donde se va a colocar la fuente dodecaédrica
- La fuente dodecaédrica debe estar a más de un metro del suelo.
- A más de 1 m de los bordes del recinto y superficies reflectantes.

Nota: Todas estas distancias son tomadas a partir del centro de la fuente omnidireccional.

5.3. Hoja de campo

Se debe llenar los datos especificados en la hoja de campo de ruido aéreo conforme vaya avanzando el ensayo. La hoja de campo debe tener la siguiente información:

- Nombre del técnico evaluador a cargo de la medición (representante de LIA-UDLA).
- Datos generales de la empresa o persona que ordenó el ensayo (cliente): Nombre, dirección, indicativo referencial, correo o teléfono de contacto.
- Dirección del lugar donde se realiza el ensayo (en caso de que no sea la misma dirección del cliente).
- Fecha del ensayo.
- Hora de inicio y hora de finalización del ensayo.
- Croquis especificando las dimensiones del recinto receptor y emisor, con especificación del lugar de los puntos de medición y ubicaciones de la fuente omnidireccional.
- Descripción en identificación de la construcción del edificio.
- Breve descripción de la instrumentación utilizada.
- Verificación de calibración inicial y final.
- Apartado de memoria para el registro de cada punto de medición para el ensayo de ruido aéreo y tiempo de reverberación.
- Observaciones.

Nota: Se debe tomar fotografías de los recintos y de algunos procesos llevados a cabo durante el ensayo, estos podrán ser de utilidad como referencias visuales.

5.4. Verificación de calibración del sonómetro

Antes de iniciar y al finalizar cada ensayo (ensayo para ruido aéreo y ensayo de tiempo de reverberación), se debe hacer una verificación de calibración del sonómetro, mediante el siguiente proceso:

- 1) Se emplaza el calibrador sobre la cápsula del micrófono.
- 2) Se enciende el calibrador, al hacer esto el calibrador genera un tono de 1kHz a 94 dB.
- 3) Se comprueba que el sonómetro marque aproximadamente 94 dB a 1 KHZ.

Nota: Si el sonómetro está calibrado no puede marcar más o menos 0,5 de diferencia con respecto a 94 dB.

5.5. Medición de comprobación del ruido emitido

Esta medición se realiza en cualquier punto del recinto receptor para garantizar que el nivel de señal emitido no esté afectado por el ruido de fondo y para permitir una corrección del nivel de señal para el ruido de fondo. Para esto se tiene que verificar que el ruido emitido por la fuente sea de aproximadamente 10 dB mayor que el ruido de fondo, enfocándonos principalmente en las bajas frecuencias.

5.6. Ensayo para ruido aéreo

Una vez realizados los procesos anteriores, se comienza con el ensayo, usando los 5 puntos de medición de posición fija de micrófono marcados en el recinto emisor y receptor, los 4 puntos en las esquinas de los recintos emisor y receptor para el nivel de presión acústica a baja frecuencia y las 2 posiciones de la fuente dodecaédrica en el recinto emisor. De este ensayo se debe tener al menos 42 registros.

5 registros para la toma de nivel con la fuente prendida en la posición 1 (emisor).

5 registros para la toma de nivel con la fuente prendida en la posición 2 (emisor).

4 puntos para la toma de nivel a baja frecuencia en esquinas con la fuente prendida (emisor).

5 puntos para la toma de nivel con la fuente prendida en la posición 1 (receptor).

5 puntos para la toma de nivel de ruido de fondo con fuente en la posición 1 (receptor).

5 puntos para la toma de nivel con la fuente prendida en la posición 2 (receptor).

5 puntos para la toma de nivel de ruido de fondo con fuente en la posición 2 (receptor).

4 puntos para la toma de nivel a baja frecuencia en esquinas con la fuente prendida (receptor).

4 puntos para la toma de nivel a baja frecuencia en esquinas del nivel de ruido de fondo (receptor).

Nota: El sonómetro debe estar configurado de tal manera que nos entregue los resultados en ponderación A en tercios de octava.

5.6.1. Medición en el recinto emisor en la posición 1 de la fuente omnidireccional

- 1) En el recinto emisor se coloca la fuente omnidireccional en la primera posición de las 2 posiciones marcadas y se coloca el sonómetro en el primer punto de medición de los 5 puntos de medición marcados.
- 2) Se enciende la fuente omnidireccional y se aguarda hasta que el ruido generado se estabilice.
- 3) Se procede con la medición por un tiempo aproximado de 10 segundos.
- 4) Se apaga la fuente y se guarda el registro de la medición en la memoria del sonómetro.
- 5) Se repite el mismo proceso para los 4 puntos restantes de medición.

Nota: Se debe anotar en el apartado de memoria de la hoja de campo la hora y el registro de cada medición hecha durante el ensayo.

5.6.2. Medición en el recinto emisor en la posición 2 de la fuente omnidireccional

Se repite el mismo proceso señalado anteriormente pero se coloca la fuente omnidireccional en la segunda posición de las 2 posiciones marcadas.

5.6.3. Medición en el recinto emisor para nivel a baja frecuencia en la posición 1 de la fuente omnidireccional

- 1) En el recinto emisor se coloca la fuente omnidireccional en la primera posición de las 2 posiciones marcadas y se coloca el sonómetro en la esquina marcada como primer punto de medición de los 4 puntos de medición marcados.
- 2) Se enciende la fuente omnidireccional y se aguarda hasta que el ruido generado se estabilice.
- 3) Se procede con la medición por un tiempo aproximado de 15 segundos.
- 4) Se apaga la fuente y se guarda el registro de la medición en la memoria del sonómetro.
- 5) Se repite el mismo proceso para los 3 puntos restantes de medición marcados en las esquinas.

5.6.4. Medición en el recinto emisor para nivel a baja frecuencia en la posición 2 de la fuente omnidireccional

Se repite el mismo proceso señalado anteriormente pero se coloca la fuente omnidireccional en la segunda posición de las 2 posiciones marcadas.

5.6.5. Medición en el recinto receptor en la posición 1 de la fuente omnidireccional

- 1) En el recinto emisor se coloca la fuente omnidireccional en la primera posición de las 2 posiciones marcadas y en el recinto receptor se coloca el sonómetro en el primer punto de medición de los 5 puntos de medición marcados.
- 2) Se enciende la fuente y se espera hasta que el ruido generado se estabilice.
- 3) Se procede con la medición por un tiempo aproximado de 10 segundos.
- 4) Se apaga la fuente y se guarda el registro de la medición en la memoria del sonómetro.
- 5) Para realizar las correcciones de ruido de fondo, es necesario medir el nivel durante 10 segundos con la fuente apagada en el mismo punto marcado.
- 6) Se guarda el registro de la medición de ruido de fondo en la memoria del sonómetro.
- 7) Se repite el mismo proceso para los 4 puntos restantes de medición.

5.6.6. Medición en el recinto receptor en la posición 2 de la fuente omnidireccional

Se repite el mismo proceso señalado anteriormente pero se coloca la fuente omnidireccional en la segunda posición de las 2 posiciones marcadas.

5.6.7. Medición en el recinto receptor para nivel a baja frecuencia en la posición 1 de la fuente omnidireccional

- 1) En el recinto emisor se coloca la fuente omnidireccional en la primera posición de las 2 posiciones marcadas y en el recinto receptor se coloca el sonómetro en la esquina marcada como primer punto de medición de los 4 puntos de medición marcados.
- 2) Se enciende la fuente omnidireccional y se aguarda hasta que el ruido generado se estabilice.
- 3) Se procede con la medición por un tiempo aproximado de 15 segundos.
- 4) Se apaga la fuente y se guarda el registro de la medición en la memoria del sonómetro.
- 5) Para realizar las correcciones de ruido de fondo, es necesario medir el nivel durante 15 segundos con la fuente apagada en el mismo punto marcado.
- 6) Se guarda el registro de la medición de ruido de fondo en la memoria del sonómetro.

7) Se repite el mismo proceso para los 3 puntos restantes de medición marcados en las esquinas.

5.6.8. Medición en el recinto receptor para nivel a baja frecuencia en la posición 2 de la fuente omnidireccional

Se repite el mismo proceso señalado anteriormente pero se coloca la fuente omnidireccional en la segunda posición de las 2 posiciones marcadas.

5.7. Tiempo de reverberación

Hay 3 métodos para la medición del tiempo de reverberación: Método de control, Método de Ingeniería y Método de precisión. El método de ingeniería es considerado como el más conveniente para la verificación del comportamiento de los edificios con respecto a las especificaciones del tiempo de reverberación o de absorción del recinto, es por ello, que para este ensayo se utilizará el método de ingeniería.

5.7.1. Ubicación de los puntos

Considerar la posición de los puntos de medición y posición de la fuente dodecaédrica en el recinto receptor, una vez obtenidos estos puntos, se debe tomar las medidas de los mismos e incluirlos en la hoja de campo. La posición de los puntos de medición y la posición de la fuente dodecaédrica se toman en función de los criterios especificados en la norma UNE EN ISO 3382-2.

En la siguiente tabla obtenida de la norma UNE EN ISO 3382-2 se indica los mínimos puntos de medición adecuados para un recinto dependiendo del método a utilizarse. Se debe tomar en consideración que en recintos con geometría complicada se deben utilizar más posiciones de medición.

	Control	Ingeniería^a	Precisión
Combinaciones fuente-micrófono	2	6	12
Posiciones de la fuente ^b	≥ 1	≥ 2	≥ 2
Posiciones de micrófono ^c	≥ 2	≥ 2	≥ 3
Número de decrecimientos en cada posición (método del ruido interrumpido)	1	2	3

^a Cuando el resultado se utiliza para un término de corrección en otras mediciones del nivel de ingeniería, solo se requiere una posición de la fuente y tres posiciones de micrófono.

^b Para el método del ruido interrumpido, se pueden utilizar simultáneamente fuentes no correlativas.

^c Para el método del ruido interrumpido y cuando el resultado se utiliza para un término de corrección, se puede utilizar una percha de micrófono rotativo en lugar de múltiples posiciones de micrófono.

Figura 4. Número mínimo de posiciones y mediciones

Tomando en cuenta que el resultado obtenido de este ensayo va ser utilizado como término de corrección para el ensayo de máquina de impactos se establece solo una posición de la fuente dodecaédrica y 3 posiciones de la fuente de micrófono.

Para la posición de la fuente dodecaédrica se establece:

- Las ubicaciones de la fuente pueden ser la posición normal en función del uso del recinto (donde se encuentre normalmente un orador o fuente).
- En los recintos pequeños como viviendas, es conveniente ubicar una posición de la fuente a una esquina del recinto.

Para los puntos de medición se establece:

- Las ubicaciones de micrófono deben estar de preferencia distanciadas por lo menos media longitud de onda, es decir, a una distancia mínima de 2 m para el rango de frecuencias habitual.
- La distancia desde cualquier lugar de posición de micrófono a la superficie reflectante más cercana, incluyendo suelo, debe ser de preferencia al menos un cuarto de longitud de onda, generalmente en torno a 1 metro.
- Prevenir las posiciones simétricas.

Nota: Antes de iniciar el ensayo de tiempo de reverberación no hay que olvidar hacer la verificación de calibración del sonómetro.

5.7.2. Ensayo tiempo de reverberación

La señal que recibe la fuente procederá de un ruido de banda ancha aleatorio. La fuente omnidireccional debe ser capaz de producir el NPS necesario para asegurar una curva de decrecimiento que empiece al menos 35 dB por encima del ruido de fondo en la banda de frecuencias correspondiente.

Si se tiene que medir el parámetro T30, la fuente debe producir un nivel de presión acústica de al menos de 45 dB por encima del ruido de fondo. Para las mediciones en bandas de tercio de octava el ancho de banda de la señal, debe ser mayor o igual a un tercio de octava. La permanencia de excitación del recinto debe ser la necesaria para que el campo acústico alcance un estado estacionario antes de apagar la fuente omnidireccional. Por lo que es primordial emitir el ruido al menos T/2 segundos. En recintos grandes, el tiempo de excitación debe ser al menos de 2 segundos.

En el ensayo de tiempo de reverberación se necesita un total de 6 mediciones, de tal forma, que se hará dos mediciones en cada punto de medición, manteniendo la posición de la fuente dodecaédrica fija.

5.7.2.1. Medición del tiempo de reverberación

- 1) Se coloca la fuente dodecaédrica en la posición establecida, esta permanecerá fija durante todo el ensayo.
- 2) Se coloca el sonómetro en el primer punto de medición.
- 3) Se configura el sonómetro hacia el programa de tiempo de reverberación
- 4) Se mide el ruido de fondo durante diez segundos.
- 5) Se prende la fuente dodecaédrica.
- 6) Se mide el ruido emitido durante diez segundos.
- 7) Se apaga la fuente y se espera en silencio a que aparezcan los resultados de la medición.
- 8) Se conserva el registro en la memoria del sonómetro.
- 9) Se repite el proceso para una segunda medición bajo las mismas condiciones.
- 10) Se repite el mismo proceso para los 2 puntos restantes de medición.

Nota 1: Se debe anotar en el apartado de memoria de la hoja de campo la hora y el registro de cada medición hecha durante el ensayo.

Nota 2: Al finalizar el ensayo no hay que olvidar hacer la verificación de calibración del sonómetro.

5.8. Descarga de datos

5.8.1. Capture Studio Editor

Una vez instalado el software conectaremos el sonómetro mediante un puerto usb al ordenador, al abrir el programa tenemos la siguiente pantalla inicial.



Figura 5. Pantalla inicial Capture Studio Editor.

A continuación en el menú configuración PC damos click en el submenú carpeta de trabajo indicando de esta manera el lugar donde se almacenará las memorias del sonómetro.

Posteriormente en el menú archivo damos click en la opción nueva sesión para configurar el conexionado eligiendo el modelo del sonómetro y el puerto que está utilizando.



Figura 6. Configuración de la conexión.

Una vez concluida la configuración, podemos visualizar el área de trabajo.

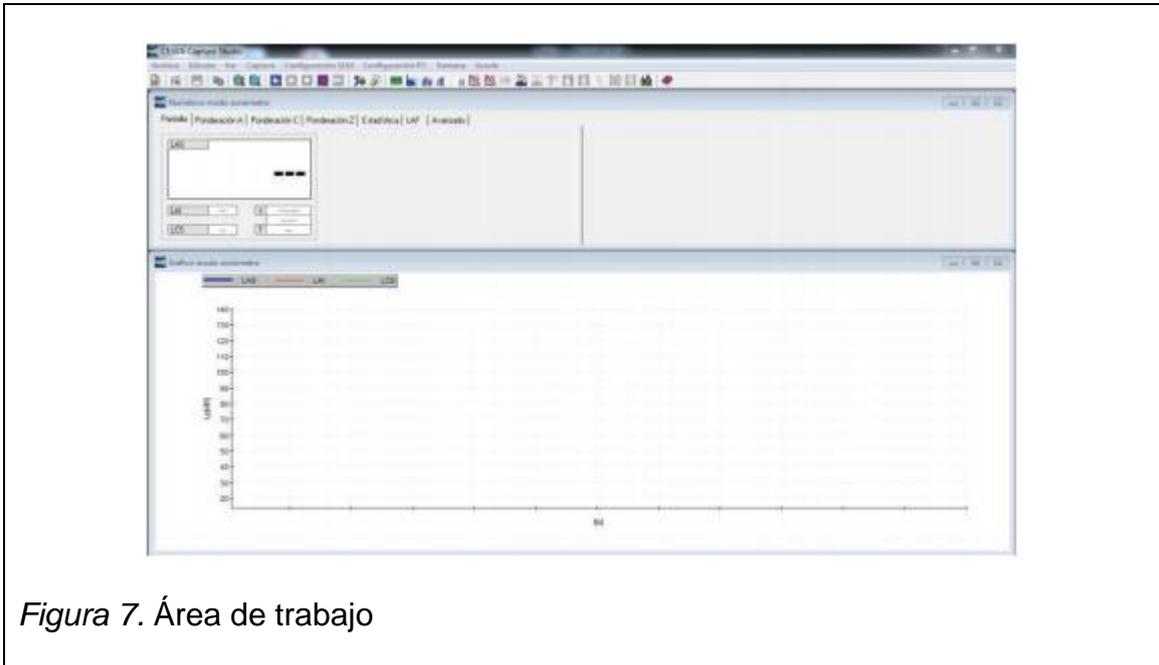


Figura 7. Área de trabajo

Al encontrarnos en el área de trabajo buscamos la opción recibir registros que se encuentra en el menú captura (submenú memoria)



Figura 8. Carga de los procesos

Al terminar el proceso de registro los datos obtenidos se encontrarán en la carpeta de trabajo dando por finalizada la descarga de los datos.

Finalmente se puede apagar y desconectar el sonómetro.

5.9. Realización de informes

5.9.1. Insulation Studio

Luego de haber realizado el punto anterior se abre el software insulation studio.

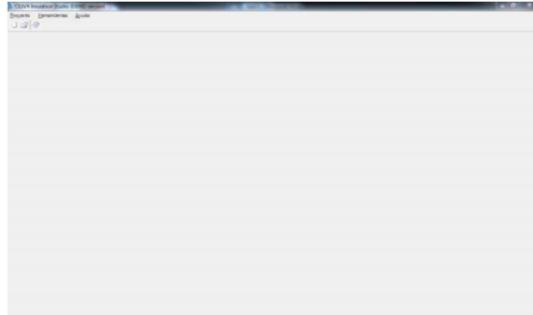


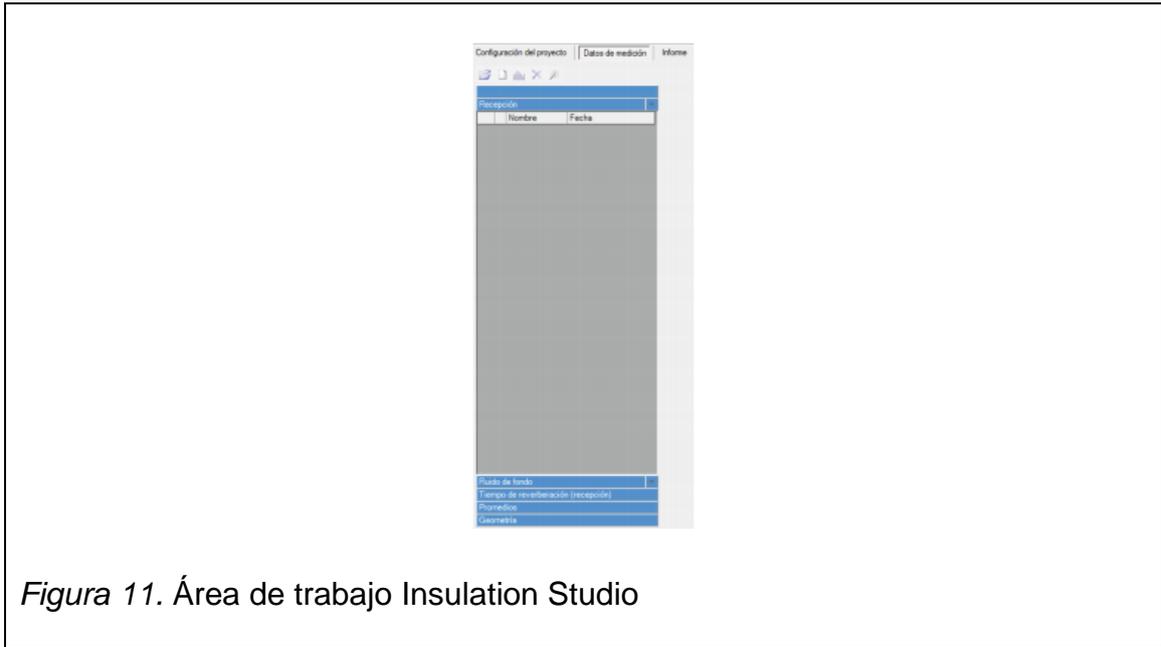
Figura 9. Pantalla inicial Insulation studio

A continuación dirigirse al menú proyecto opción nuevo y dar click, apareciendo el siguiente formulario:

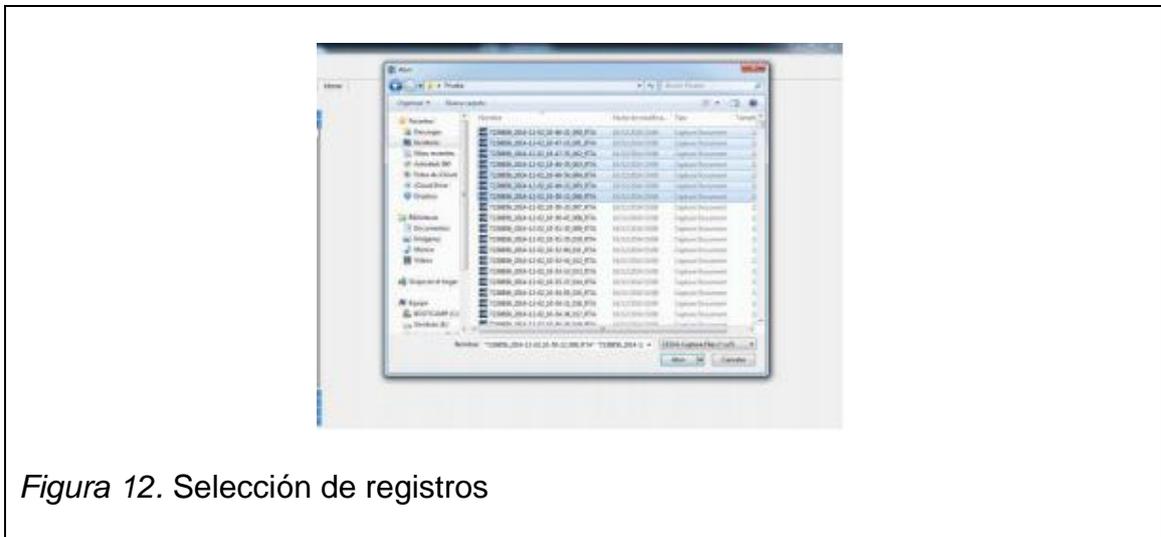
Figura 10. Formulario

Se debe completar los campos según sea el caso.

Al dar click en la opción datos de medición se mostrará una área de trabajo como la siguiente:



Ubicamos el click en la carpeta abrir, desplegándose una ventana mediante la cual podremos señalar los registros obtenidos, indicando el tipo de archivo en la parte inferior derecha de la ventana. En este caso se seleccionan los registros dando click en abrir.



Inmediatamente aparecerá una ventana preguntando si deseamos configurar cada espectro, al aceptar la pregunta podremos verificar si existe alguna irregularidad en las mediciones por lo que daremos click en Sí.



Figura 13. Entrada de datos

Verificamos todos los datos seleccionados.

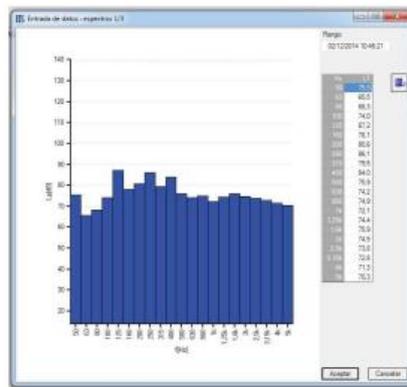


Figura 14. Verificación de datos

Posteriormente seleccionamos todos los registros que aparecen en el área de trabajo dando click en la opción visualizar se pueden observar todos los espectros en una tabla.

- En mediciones horizontales si uno de los recintos tiene un volumen simple bien definido (forma de caja) y el otro recinto tiene una geometría compleja, se debería usar como recinto receptor el primero, incluso si es el de mayor volumen.
- En mediciones verticales solo se puede utilizar el recinto superior como emisor cuando el altavoz omnidireccional se encuentre a una distancia significativa del suelo colocándolo sobre un material elástico, de esta manera se puede prevenir cualquier excitación significativa del sonido directo y la entrada de potencia acústica estructural al suelo.

6.3. Número de posiciones del micrófono y del altavoz

6.3.1. Tabla del número de posiciones del micrófono y del altavoz determinado a partir del área del suelo de los recintos emisor y receptor

Tabla 1. Posiciones del micrófono y del altavoz

Configuración de la medición	Área del suelo	Número de posiciones	
		Altavoces (recinto emisor)	Posiciones del micrófono
A	< 50	2	5a (10)
B	50 a 100	2	10b (10)

a. Se puede utilizar las mismas cinco posiciones del micrófono para las dos posiciones de altavoz.

b. Se deberían utilizar las mismas posiciones del micrófono para los dos altavoces.

Los números totales de mediciones del nivel de presión acústica que se tiene que realizar en el recinto son los números entre paréntesis.

6.4. Mediciones horizontales

Se recomienda que las posiciones del altavoz deberían ser las dos esquinas próximas a la pared trasera del recinto emisor, ubicadas al lado opuesto de la separación común.

Si el área del suelo emisor no excede de 50 m², los altavoces no se deben localizar a una distancia de la separación común que supere de 10 m, o 2,5 veces el ancho de la separación en el recinto emisor empleando el criterio de la distancia más corta.

No se debe ubicar el altavoz cerca de un elemento flanco al momento de que la transmisión sonora esté dominada por la transmisión a través de una pared de flanco, suelo de flanco o fachada de flanco.

6.5. Mediciones verticales

Se deben localizar los altavoces lo más cercano posible a las esquinas del recinto.

No se debe ubicar el altavoz cerca de un elemento flanco, al momento de que la transmisión sonora esté dominada por la transmisión a través de una pared de flanco, suelo de flanco o fachada de flanco.

Cuando el recinto receptor es menor que el emisor, los altavoces se deben localizar en la parte del recinto emisor más cercana a la separación común si el área del suelo del recinto emisor excede de 50 m².

6.6. Tipo de recintos

6.6.1. Recintos parcialmente divididos

Existen recintos parcialmente divididos en:

- a) Edificios en construcción terminados

En la transmisión horizontal, el área de la abertura es igual o menor a un tercio del área total de la sección vertical del recinto en el plano que contiene la pared divisoria, se puede considerar como dos recintos individuales.

Al considerar al recinto como un único volumen se emplea según corresponda la medición B de la tabla 1 del punto 6.3.1.

Las posiciones del altavoz deben cubrir la mayor parte posible del área total de la separación común, la misma que debería ser visible desde las dos posiciones del altavoz. Esto aplica también a paredes divisorias de recintos con una altura inferior a la altura del recinto.

En la transmisión vertical si uno o los dos recintos se encuentran parcialmente divididos por una pared se utiliza los principios de la transmisión horizontal.

b) Edificios en construcción no terminados

Si dos recintos se encuentran sin terminar y unidos por una gran abertura, dicha abertura se deberá cubrir con material laminado como un tablero contrachapado o una plancha de yeso para tener recintos definidos.

6.6.2. Recintos altamente amortiguados

Cuando los recintos poseen un corto tiempo de reverberación, es decir recintos grandes o largos amortiguados, el nivel de presión acústica puede decaer considerablemente respecto a la distancia del altavoz, en los recintos receptores que poseen alta amortiguación puede ser necesario limitar la parte del volumen del recinto receptor en el que se muestrea el nivel de presión acústica, no se debe tomar en cuenta las partes del recinto receptor donde el nivel de presión acústica se encuentre 6 dB o más por debajo del nivel en la parte del recinto más próxima a la separación común.

En mediciones horizontales, desde el centro de la separación común la posición de medición de referencia es de 0,5 m y por encima del nivel del suelo es de 1,5 m. En mediciones verticales la posición de medición de referencia es de 1,5 m por encima del centro de la separación común.

En recintos con alto nivel de amortiguamiento, a 1m en frente del altavoz a una posición de 0,5 m en frente de la separación común la caída de nivel de presión acústica no debería exceder de 6 dB, si la caída de nivel excede los 6 dB el altavoz debería cambiar de posición acercándose a la separación común.

Caída del nivel de presión acústica.

Se puede utilizar un sonómetro y estimar con el altavoz en el recinto emisor conectado midiendo el nivel de presión acústica ponderado A en la posición referencial y en posiciones separadas a ésta. El volumen del recinto receptor se emplea en mediciones y en el cálculo del índice de reducción acústica.

6.6.3. Recintos desplazados o escalonados

Recintos que no poseen separación común. Si el área del recinto emisor supera los 50 m² en recintos desplazados o escalonados los altavoces se deben colocar en la parte del recinto emisor más cercana a la separación

común. En mediciones verticales no se pueden ubicar los altavoces a una distancia de la pared trasera del recinto emisor que exceda en 2,5 veces el ancho del recinto emisor, o de 10 m, empleando criterios de distancia mínima.

Se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- En mediciones horizontales si el ancho de la separación común es menor que la mitad del ancho de la separación en el recinto emisor, la distancia entre las posiciones del altavoz se reducen 2,5 veces el ancho de la separación común (aplica si el recinto receptor es mucho menor que el recinto emisor, o si los recintos se encuentran desplazados o escalonados).
- Las posiciones deben ser en la parte más cercana a la separación común.
- La distancia no se debería reducir a menos de 5 m.
- Evitar ubicar el altavoz en líneas simétricas del recinto.
- La distancia entre altavoces no se debe reducir en recintos completamente desplazados o escalonados.

6.6.4. Recintos con geometría compleja

Se pueden dar casos en los que los recintos poseen una geometría muy compleja e inusual como: viviendas por niveles, de espacio abierto, constando cada una con espacios acoplados. En estos casos, no se pueden dar directrices para las mediciones, debido a que no se pueda indicar el volumen del recinto receptor y el área de separación común.

Como norma general se deben ubicar los altavoces en la parte de la vivienda más cercana a lo anteriormente definido como separación común, ciertos casos requerirán tres o cuatro posiciones de altavoz.

6.7. Mediciones donde las puertas forman la separación común

6.7.1. Posiciones del altavoz y micrófono

Se considera:

- Se puede indicar que un lado de la puerta es el exterior en casos como cuando el lado de la puerta de cara a un pasillo o a una escalera, éstos se deberían utilizar como el recinto emisor con dos posiciones del altavoz sobre el suelo en una esquina del recinto opuesta a la puerta.

- No se debe ubicar el altavoz cerca de la puerta, ni de la pared en la que está montada la puerta.
- Cinco posiciones de micrófono en cada recinto, emisor y receptor.

6.7.2. Puerta entre un Pasillo y un Recinto

En lugares como un recibidor o vestíbulo las posiciones del altavoz se deben ubicar aproximadamente a una distancia de 6 metros entre sí tratando de evitar la simetría situando por ejemplo a 2,5 m a la derecha de la puerta y 3,5 m a la izquierda.

6.7.3. Puertas entre una escalera y un recinto

Al no existir esquinas apropiadas en escaleras estrechas, se deben ubicar los dos altavoces a mitad de la planta de arriba y a mitad de la planta de abajo, ya sea en las escaleras o en el rellano.

6.7.4. Determinación del índice de reducción acústica aparente de una puerta en un edificio

Se determina que la fórmula 6.7.4.1. presupone que todo el sonido se transmite a través del área S puerta, siendo R' puerta un valor adecuado para el índice de reducción acústica de la puerta.

$$6.7.4.1. \quad R'_{puerta} = L1 - L2 + 10 \lg \left(\frac{S_{puerta}}{A} \right)$$

R'_{puerta} Índice en decibelios de reducción acústica aparente de la puerta.

$L1$ Nivel en decibelios de presión acústica promedio en el recinto emisor.

$L2$ Nivel en decibelios de presión acústica promedio en el recinto receptor.

A Área de absorción equivalente en metros cuadrados en el recinto receptor.

S_{puerta} Área en metros cuadrados de la abertura libre en la que se monta la puerta, incluyendo su cerco.

Se debe realizar una segunda medición para comprobar la transmisión por flancos, proporcionando aislamiento adicional a la puerta. Mediante la fórmula 6.7.4.2. se determina el índice de reducción acústica aparente para la puerta con aislamiento.

$$6.7.4.2. \quad R'_{puerta_aisl} = L1_aisl - L2_aisl + 10 \lg \left(\frac{S_{puerta}}{A} \right)$$

$L1_aisl - L2_aisl$ Niveles del recinto emisor y receptor, respectivamente.

El índice de reducción acústica aproximado de la puerta se debería evaluar con la siguiente fórmula:

$$R'_{puerta_aprox} = -10 \lg \left(10^{\frac{-R'_{puerta}}{10}} - 10^{\frac{-R'_{puerta_aisl}}{10}} \right)$$

Se puede evaluar un límite inferior de la reducción acústica de la puerta a partir de la fórmula:

$$R'_{puerta_aprox} > R'_{puerta} + 1,3 \text{ dB}$$

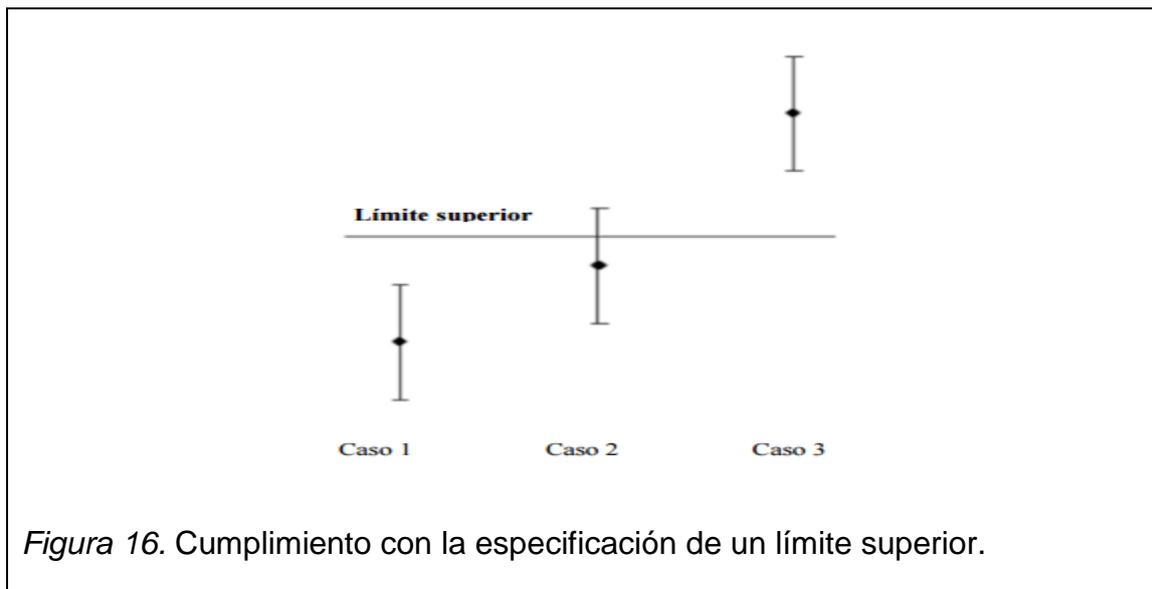
Los trabajos de aislamiento acústico deben garantizar que la transmisión acústica a través de la puerta con aislamiento es despreciable en comparación con la transmisión a través de la pared circundante y otras trayectorias laterales, al cumplir esta garantía el índice de reducción acústica aparente R'_{puerta} , por lo tanto no es necesario realizar la segunda medición ya que siempre se aplica la siguiente fórmula de desigualdad:

$$R'_{puerta_aprox} \geq R'_{puerta}$$

7. Declaración de conformidad

LIA-UDLA, declara que el ensayo de ruido aéreo, se ha realizado bajo la disposición de calidad de la normativa ISO/IEC 17025, mediante las especificaciones técnicas indicadas en la normativa ISO 16283-1. Se puede resaltar que los resultados del ensayo se validan de acuerdo a lo siguiente:

El valor numérico de los límites superior e inferior de la incertidumbre de la magnitud con la cual se evalúa el cumplimiento debe ser dado como máximo dos cifras significativas, de tal forma que se establecen 3 casos para toda organización evaluada por el laboratorio.



Caso 1: Se puede declarar que el organismo evaluado cumple con los parámetros expuestos en la normativa.

Caso 2: No es posible declarar si el organismo evaluado cumple o no con los parámetros expuestos en la normativa.

Caso 3: Se puede declarar que el organismo evaluado no cumple con los parámetros expuestos en la normativa.

8. Incertidumbre

El cálculo de incertidumbres para ruido aéreo está especificado en el trabajo de titulación del Ing. Gary Sebastián Sotalín Quijía. “Comparación de las normativas UNE-EN ISO 140-4 y UNE-EN ISO 16283-1 mediante mediciones in situ en edificaciones de Quito y cálculo de incertidumbres”.

Sotalín, G. (2016). *Comparación de las normativas UNE-EN ISO 140-4 y UNE-EN ISO 16283-1 mediante mediciones in situ en edificaciones de Quito y cálculo de incertidumbres*. Quito, Ecuador. (Tesis de Grado). Universidad de las Américas

9. Cálculos de los registros

9.1. Corrección del nivel de señal por ruido de fondo

El nivel de ruido de fondo debe estar al menos 6 dB, preferible más de 10 dB por debajo del nivel de señal y el ruido de fondo combinado, para cada banda de frecuencia.

$$L = 10 \lg(10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10})$$

L es el nivel de señal ajustado en dB.

L_{sb} es el nivel de la señal y el ruido de fondo combinado.

L_b es el nivel de ruido de fondo en dB.

Al obtener diferencias entre los niveles iguales e inferiores a 6 dB en cualquier banda de frecuencia. Se utiliza la corrección de 1,3 dB, misma que se deberá detallar que se la ha realizado en el informe, al igual que los valores límites de la medición.

9.2. Diferencia de niveles

Diferencia en los niveles de presión acústica promediados energéticamente entre los recintos emisor y receptor.

$$D = L_1 - L_2$$

L₁ nivel de presión acústica promediado energéticamente en el recinto emisor cuando su volumen es mayor o igual a 25 m³ o el nivel de presión acústica de baja frecuencia promediado energéticamente solo en bandas de 50, 63 y 80 Hz en el recinto emisor con su volumen menor a 25 m³.

L₂ nivel de presión acústica promediado energéticamente en el recinto receptor cuando su volumen es mayor o igual a 25 m³ o el nivel de presión acústica de baja frecuencia promediado energéticamente solo en bandas de 50, 63 y 80 Hz en el recinto receptor con su volumen menor a 25 m³.

9.3. Diferencia de niveles estandarizados

$$D_{nt} = D + 10 \lg \frac{T}{T_0}$$

T Tiempo de reverberación en el recinto receptor.

T₀ Tiempo de reverberación de referencia = 0,5 segundos.

9.4. Índice de reducción acústica aparente

$$R' = D + 10 \lg \frac{S}{A}$$

S área en m² de la separación común

$A = \frac{0,16V}{T}$ Área de evaluación equivalente del recinto receptor en m².

9.5. Área de absorción equivalente

Utiliza la fórmula de Sabine.

$$A = \frac{0,16V}{T}$$

V Volumen del recinto receptor, en m³.

T Tiempo de reverberación en el recinto receptor.

10. Terminología

Tiempo de reverberación: Tiempo requerido por el nivel de presión acústica en un recinto para decrecer en 60 dB una vez que haya cesado la fuente sonora.

Nivel de ruido de fondo: Nivel de presión acústica medido en el recinto receptor debido a todas las fuentes, excepto el altavoz que se encuentra en el recinto emisor.

Separación: Superficie total del elemento separador del recinto de emisión y el recinto de recepción.

Separación común: Parte del elemento de separación que es común tanto en recinto emisor como el receptor.

ANEXO 8:

**Procedimiento de medición a
ruido de impactos
PGD06-RI**

**Procedimiento para medición a ruido de impactos
PGD06-RI**

Fecha de redacción:

Fecha de revisión:

Firmas:

Índice

1. Normas de referencia
2. Aclaración Previa
3. Equipo necesario
4. Conexionado - Esquema
 - 4.1. Ruido Impacto
 - 4.2. Tiempo de reverberación
5. Procedimiento paso a paso
 - 5.1. Dimensionamiento del recinto emisor y receptor
 - 5.2. Ubicación de los puntos
 - 5.2.1. Puntos de medición
 - 5.2.2. Puntos para medición del nivel de presión acústica a baja frecuencia.
 - 5.2.3. Posiciones de la máquina de impactos
 - 5.3. Hoja de campo
 - 5.4. Verificación de calibración del sonómetro
 - 5.5. Ensayo para ruido de impactos
 - 5.5.1. Medición del ensayo a ruido de impactos
 - 5.5.2. Medición en el recinto receptor para nivel a baja frecuencia
 - 5.6. Tiempo de reverberación
 - 5.6.1. Ubicación de los puntos
 - 5.6.2. Ensayo tiempo de reverberación
 - 5.6.2.1. Medición del tiempo de reverberación
 - 5.7. Descarga de datos
 - 5.7.1. Capture Studio Editor
 - 5.8. Realización de informes
 - 5.8.1. Insulation Studio
6. Casos especiales
 - 6.1. Generalidades
 - 6.1.1. Revestimiento del suelo
 - 6.1.2. Número de posiciones de la máquina de martillos y el micrófono
 - 6.2. Mediciones verticales
 - 6.2.1. Generalidades
 - 6.2.2. Recintos no desalineados
 - 6.2.2.1. Recintos cuya área del suelo del recinto de emisión es igual o menor al área del suelo del recinto de recepción

1. Normas de referencia

Normativa UNE EN ISO 16283-2

“Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción - Aislamiento a ruido de impactos”

Especifica los procedimientos para determinar el aislamiento acústico a ruido de impactos haciendo uso de mediciones de presión acústica con una fuente de impactos que actúa sobre un suelo o unas escaleras en un edificio. Estos procedimientos se aplican a recintos con volúmenes que van desde 10 m³ hasta 250 m³ en el rango de frecuencias comprendido entre 50 Hz y 5 kHz. Los resultados de ensayo se pueden utilizar para cuantificar, evaluar y comparar el aislamiento acústico a ruido de impactos en recintos amueblados o vacíos donde el campo sonoro puede o no aproximarse a un campo difuso.

Normativa UNE EN ISO 717-2

“Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción - Aislamiento a ruido de impactos”

En esta norma se definen magnitudes globales para el aislamiento a ruido de impactos en edificios, casas y recintos. Estas magnitudes globales tienen por objeto clasificar el aislamiento acústico y simplificar la formulación de los requisitos acústicos en los códigos de la edificación.

Normativa UNE EN ISO 3382-2

“Medición de parámetros acústicos en recintos - Tiempo de reverberación de recintos ordinarios”

Especifica los métodos para la medición del tiempo de reverberación en recintos ordinarios. Detalla el proceso de medición, la instrumentación a utilizarse, la forma de evaluar los datos y la presentación del informe de ensayo.

2. Aclaración previa

La falta de aislamiento acústico en edificaciones es uno de los problemas por los cuales los habitantes presentan quejas debido al ruido externo o interno. Esta molestia puede ser causada por la presencia de máquinas en edificaciones, ruido de tráfico o ruidos emitidos en recintos colindantes los

cuales tienden a propagarse por los elementos constructivos del recinto como paredes o forjados.

El presente documento muestra el método para poder cuantificar el nivel de aislamiento acústico a ruido de impactos en un recinto. El laboratorio realizará la medición a ruido de impactos considerando posiciones fijas de micrófono y una máquina de impactos como fuente de impactos funcionando en 4 posiciones.

3. Equipo necesario

- Sonómetro CESVA SC310
- Calibrador acústico CESVA CB006
- Fuente Omnidireccional CESVA BP012
- Amplificador CESVA AP602
- Máquina de impactos CESVA MI006

4. Conexionado esquema

4.1. Ruido Impacto

El esquema de conexionado en el ensayo de ruido de impacto consiste en conectar la máquina de impacto a una toma de 110 V, encender la máquina y colocar en las posiciones seleccionadas; la máquina debe estar sobre el suelo en el que se va a realizar el ensayo y en la parte inferior del suelo se tomarán las muestras con el sonómetro.

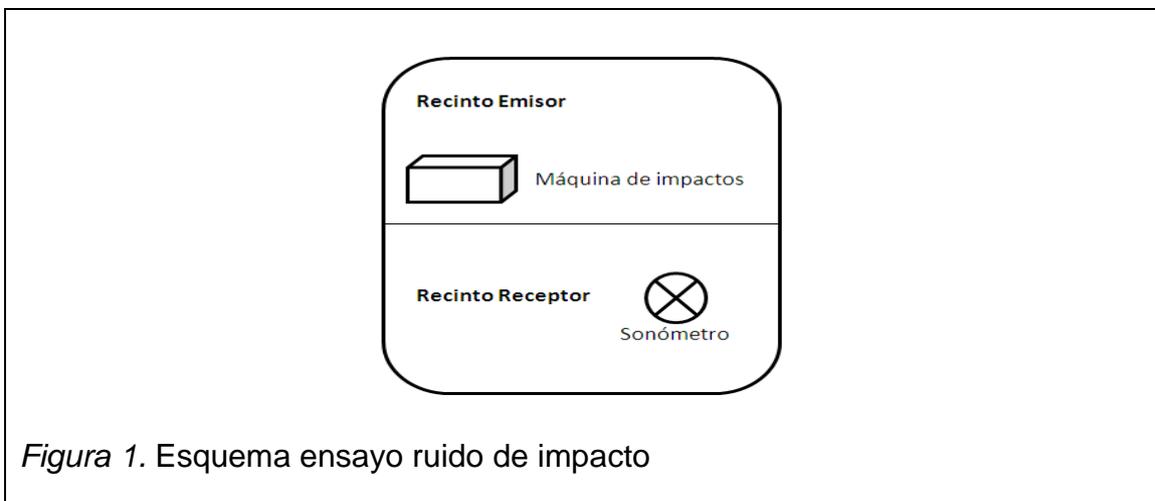


Figura 1. Esquema ensayo ruido de impacto

4.2. Tiempo de reverberación

El esquema de conexionado en el ensayo de tiempo de reverberación consiste en la utilización de un amplificador de potencia/generador de ruido rosa, el amplificador envía la señal a la fuente omnidireccional, en el mismo recinto en el que se toman las muestras con el sonómetro se encuentra la fuente.

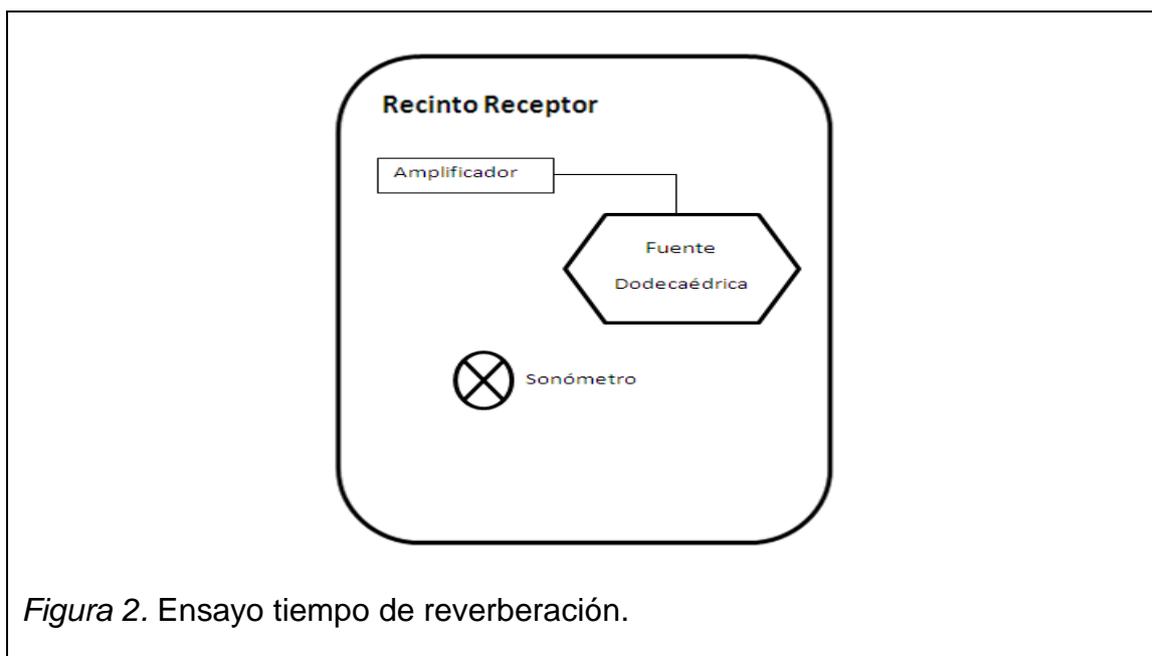


Figura 2. Ensayo tiempo de reverberación.

5. Procedimiento paso por paso

5.1. Dimensionamiento del recinto emisor y receptor

Tomar medidas de las dimensiones (largo, ancho y profundidad) de los recintos emisor y receptor mediante un flexómetro para la realización de un croquis arquitectónico, en el que se tomara en cuenta la ubicación y tamaño de puertas y ventanas de ambos recintos. Una vez obtenidas las dimensiones se calculará la superficie total y el volumen de cada recinto.

Nota: Según la normativa UNE-EN ISO 16283-2 esta medición se hace entre recintos, en el que uno esté arriba del otro, la medición es realizada de arriba hacia abajo (recinto superior es el emisor), salvo excepciones que se puedan presentar como el caso de que el recinto emisor esté debajo de un domicilio o a lado de una casa.

5.2. Ubicación de los puntos

Considerar la posición de los puntos de medición y ubicaciones de la máquina de impactos, una vez obtenidos estos puntos, se debe tomar las distancias de los mismos e incluirlos en la hoja de campo. La posición de los puntos de medición y ubicaciones de la máquina de impactos se toman en función de los criterios especificados en la norma UNE-EN ISO 16283-2.

5.2.1. Puntos de medición

Se determina al menos 4 puntos de medición marcados en el recinto receptor. De acuerdo a la norma UNE-EN ISO 16283-2 para las distancias de los puntos de medición se establece:

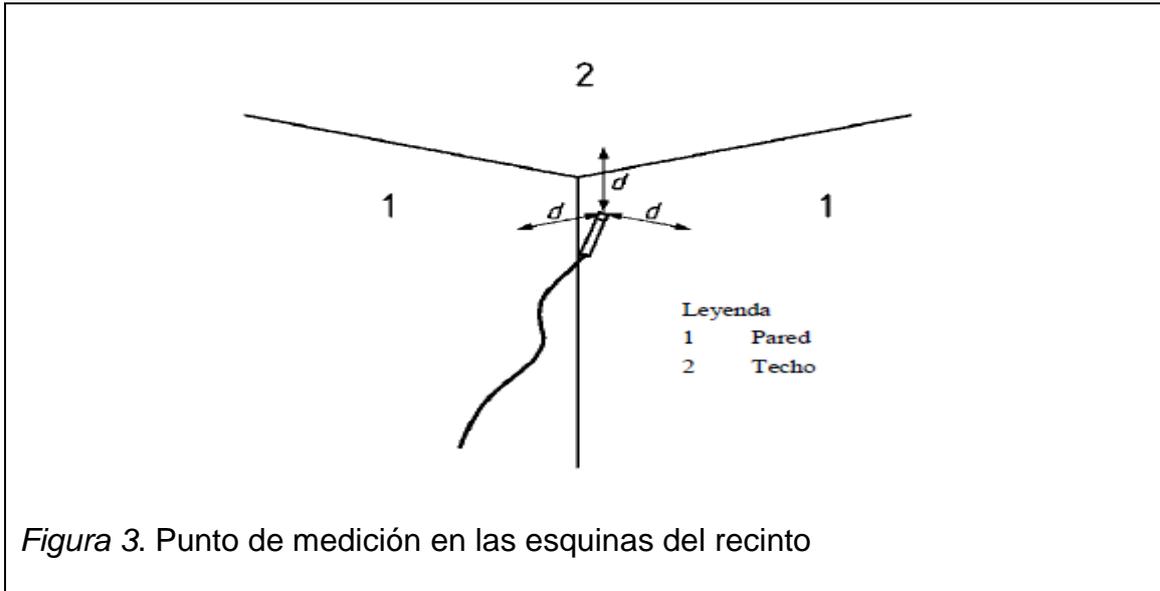
- 70 cm o más entre posiciones de micrófonos
- 50 cm o más entre la posición del micrófono y límites de la sala o superficies reflectantes.
- 1 m o más entre la ubicación del micrófono y el suelo superior excitado por la máquina de impactos.
- No puede haber un punto de medición justo debajo de la posición de la máquina de impactos.

5.2.2. Puntos para medición del nivel de presión acústica a baja frecuencia.

Se determina 4 puntos de medición marcados en las esquinas del recinto receptor para la medición de presión acústica a baja frecuencia. De acuerdo a la norma UNE-EN ISO 16283-2 se establece:

- El micrófono debe estar a una distancia de 0,3 m a 0,4 m de cada límite del recinto que forma la esquina. La distancia desde cada límite que forma la esquina no tiene porque ser idéntica.

Nota 1: Para cada conjunto de 4 mediciones de esquinas, 2 de las esquinas deberían estar a nivel del suelo y las otras a nivel de techo. Estas esquinas pueden estar o no adyacentes a la separación. Las esquinas deben estar formadas por 3 superficies que se cruzan cada una con un área de al menos 0,5 m².

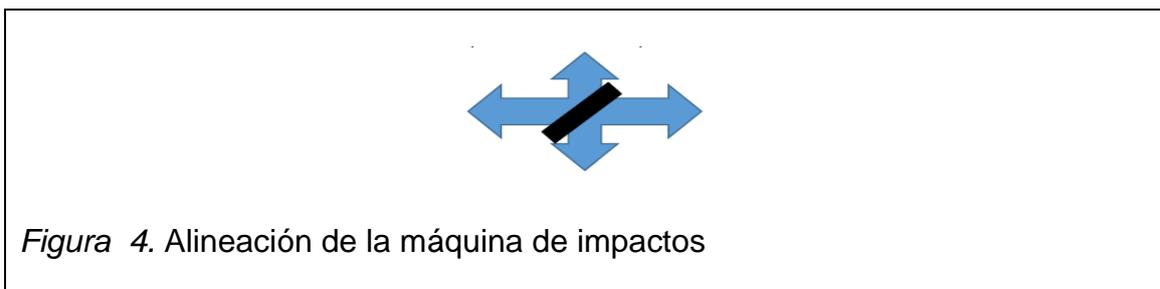


Nota 2: El procedimiento de baja frecuencia se debe utilizar para las bandas de tercio de octava de 50 Hz, 63 Hz y 80 Hz en el recinto receptor cuando su volumen es inferior a 25 m³.

5.2.3. Posiciones de la máquina de impactos

Se determina al menos 4 posiciones de la máquina de impactos marcadas en el recinto emisor. De acuerdo a la norma UNE-EN ISO 16283-2 para las distancias de las posiciones de la máquina de impactos se establece:

- La máquina debe ser colocada sobre el suelo bajo ensayo, de manera aleatoria (No se especifica una distancia entre posiciones de máquina de impactos).
- 50 cm o más de los bordes del recinto.
- No se debe colocar cerca de columnas, y alejada por lo menos a 50 cm de superficies a las que pueda transmitir vibraciones.
- La línea que forman las cabezas de los martillos estará a 45 grados con respecto a las vigas horizontales y verticales del suelo.



5.3. Hoja de campo

Se debe llenar los datos especificados en la hoja de campo de ruido de impacto conforme vaya avanzando el ensayo. La hoja de campo debe tener la siguiente información:

- Nombre del técnico evaluador a cargo de la medición (representante de LIA-UDLA).
- Datos generales de la empresa o persona que ordenó el ensayo (cliente): Nombre, dirección, indicativo referencial, correo o teléfono de contacto.
- Dirección del lugar donde se realiza el ensayo (en caso de que no sea la misma dirección del cliente).
- Fecha del ensayo.
- Hora de inicio y hora de finalización del ensayo.
- Croquis especificando las dimensiones del recinto receptor y emisor, con posición de los puntos de medición, ubicaciones de la máquina de impactos y posición de la fuente dodecaédrica.
- Tipo de Losa sobre la cual se va a realizar la evaluación (deck o losa nervada).
- Acabado del piso (especificar recubrimientos del suelo).
- Breve descripción de la instrumentación utilizada.
- Verificación de calibración inicial y final.
- Apartado de memoria para el registro de cada punto de medición para el ensayo de máquina de impactos y tiempo de reverberación.
- Observaciones.

Nota: Se debe tomar fotografías de los recintos y de algunos procesos llevados a cabo durante el ensayo, estos podrán ser de utilidad como referencias visuales.

5.4. Verificación de calibración del sonómetro

Antes de iniciar y al finalizar cada ensayo (ensayo de máquina de impactos y ensayo de tiempo de reverberación), se debe hacer una verificación de calibración del sonómetro, el proceso es el siguiente:

- 1) Se emplaza el calibrador sobre la cápsula del micrófono.
- 2) Se prende el calibrador, al hacer esto el calibrador genera un tono de 1kHz a 94 dB.
- 3) Se comprueba que el sonómetro marque aproximadamente 94 dB a 1 KHZ.

Nota: Si el sonómetro está calibrado no puede marcar más o menos 0,5 de diferencia con respecto a 94 dB.

5.5. Ensayo para ruido de impactos

Una vez realizados los procedimientos anteriores, se empieza con el ensayo, en el cual se debe realizar un total de 6 mediciones, donde se debe utilizar la combinación de al menos 4 posiciones de micrófonos y al menos 4 posiciones de la máquina de impactos.

Nota 1: Según la normativa se necesita 4 posiciones de la máquina de impactos y 4 puntos de medición diferentes que se corresponden con cada posición de la máquina de impactos, pero es necesario obtener 6 registros, por lo que en 2 posiciones de la máquina de impactos se tiene que hacer 2 mediciones en diferentes puntos de medición.

Nota 2: Para todas las mediciones del ensayo de máquina de impactos, el sonómetro debe estar configurado de tal manera que nos entregue los resultados en ponderación A, en tercios de octava.

5.5.1. Medición del ensayo a ruido de impactos

- 1) En el recinto emisor se ubica la máquina de impactos en la primera posición de las 4 posiciones marcadas y en el recinto receptor se coloca el sonómetro en el primer punto de medición de los 4 puntos de medición marcados.
- 2) Se enciende la máquina de impactos y se aguarda hasta que el ruido generado por la máquina se estabilice.
- 3) Se procede con la medición, la medición se debe realizar durante un tiempo aproximado de diez segundos.
- 4) Se detiene la máquina y se conserva el registro de la medición en la memoria del sonómetro.
- 5) Para realizar las correcciones de ruido de fondo, es necesario medir el nivel durante 10 segundos con la fuente apagada en el mismo punto marcado.
- 6) Se guarda el registro de la medición de ruido de fondo en la memoria del sonómetro.
- 7) Se vuelve a repetir el mismo proceso en las combinaciones de posiciones de máquina de impactos y puntos de medición señalados hasta obtener un mínimo de 6 registros.

Nota: Se debe anotar en el apartado de memoria de la hoja de campo la hora y el registro de cada medición hecha durante el ensayo.

5.5.2. Medición en el recinto receptor para nivel a baja frecuencia

- 1) En el recinto emisor se ubica la máquina de impactos en la primera posición de las 4 posiciones marcadas y en el recinto receptor se coloca el sonómetro en la esquina marcada como primer punto de medición de los 4 puntos de medición marcados.
- 2) Se enciende la máquina de impactos y se espera hasta que el ruido generado se estabilice.
- 3) Se procede con la medición por un tiempo aproximado de 15 segundos.
- 4) Se apaga la máquina y se guarda el registro de la medición en la memoria del sonómetro.
- 5) Para realizar las correcciones de ruido de fondo, es necesario medir el nivel durante 15 segundos con la fuente apagada en el mismo punto marcado.
- 6) Se guarda el registro de la medición de ruido de fondo en la memoria del sonómetro.
- 7) Se repite el mismo proceso para los 3 puntos restantes de medición marcados en las esquinas.
- 8) Se repite todo el proceso para las 3 posiciones restantes de la máquina de impactos.

5.6. Tiempo de reverberación

Hay 3 métodos para la medición del tiempo de reverberación: Método de control, Método de Ingeniería y Método de precisión. El método de ingeniería es considerado como el más conveniente para la verificación del comportamiento de los edificios con respecto a las especificaciones del tiempo de reverberación o de absorción del recinto, es por ello, que para este ensayo se utilizará el método de ingeniería.

5.6.1. Ubicación de los puntos

Considerar la ubicación de los puntos de medición y posición de la fuente dodecaédrica en el recinto receptor, una vez obtenidos estos puntos, se debe tomar las medidas de los mismos e incluirlos en la hoja de campo. La posición de los puntos de medición y la ubicación de la fuente dodecaédrica se toman en función de los criterios especificados en la norma UNE EN ISO 3382-2.

En la siguiente tabla obtenida de la norma UNE EN ISO 3382-2 se indica los mínimos puntos de medición adecuados para un recinto dependiendo del método a utilizarse. Se debe tomar en consideración que en recintos con geometría complicada se deben utilizar más posiciones de medición.

	Control	Ingeniería^a	Precisión
Combinaciones fuente-micrófono	2	6	12
Posiciones de la fuente ^b	≥ 1	≥ 2	≥ 2
Posiciones de micrófono ^c	≥ 2	≥ 2	≥ 3
Número de decrecimientos en cada posición (método del ruido interrumpido)	1	2	3
^a Cuando el resultado se utiliza para un término de corrección en otras mediciones del nivel de ingeniería, solo se requiere una posición de la fuente y tres posiciones de micrófono. ^b Para el método del ruido interrumpido, se pueden utilizar simultáneamente fuentes no correlativas. ^c Para el método del ruido interrumpido y cuando el resultado se utiliza para un término de corrección, se puede utilizar una percha de micrófono rotativo en lugar de múltiples posiciones de micrófono.			

Figura 5. Número mínimo de posiciones y mediciones

Tomando en cuenta que el resultado obtenido de este ensayo va ser utilizado como término de corrección para el ensayo de máquina de impactos se establece solo una posición de la fuente dodecaédrica y 3 posiciones de la fuente de micrófono.

Para la posición de la fuente dodecaédrica se establece:

- Las ubicaciones de la fuente pueden ser la posición normal en función del uso del recinto (donde se encuentre normalmente un orador o fuente).
- En los recintos pequeños como viviendas, es conveniente ubicar una posición de la fuente a una esquina del recinto.

Para los puntos de medición se establece:

- Las ubicaciones de micrófono deben estar de preferencia distanciadas por lo menos media longitud de onda, es decir, a una distancia mínima de 2 m para el rango de frecuencias habitual.
- La distancia desde cualquier lugar de posición de micrófono a la superficie reflectante más cercana, incluyendo suelo, debe ser de preferencia al menos un cuarto de longitud de onda, generalmente en torno a 1 metro.

- Prevenir las posiciones simétricas.

Nota: Antes de iniciar el ensayo de tiempo de reverberación no hay que olvidar hacer la verificación de calibración del sonómetro.

5.6.2. Ensayo tiempo de reverberación

La señal que recibe la fuente procederá de un ruido de banda ancha aleatorio. La fuente omnidireccional debe ser capaz de producir el NPS necesario para asegurar una curva de decrecimiento que empiece al menos 35 dB por encima del ruido de fondo en la banda de frecuencias correspondiente.

Si se tiene que medir el parámetro T30, la fuente debe producir un nivel de presión acústica de al menos de 45 dB por encima del ruido de fondo. Para las mediciones en bandas de tercio de octava el ancho de banda de la señal, debe ser mayor o igual a un tercio de octava. La permanencia de excitación del recinto debe ser la necesaria para que el campo acústico alcance un estado estacionario antes de apagar la fuente omnidireccional. Por lo que es primordial emitir el ruido al menos T/2 segundos. En recintos grandes, el tiempo de excitación debe ser al menos de 2 segundos.

En el ensayo de tiempo de reverberación se necesita un total de 6 mediciones, de tal forma, que se hará dos mediciones en cada punto de medición, manteniendo la posición de la fuente dodecaédrica fija.

5.6.2.1. Medición del tiempo de reverberación

- 1) Se coloca la fuente dodecaédrica en la posición establecida, esta permanecerá fija durante todo el ensayo.
- 2) Se coloca el sonómetro en el primer punto de medición.
- 3) Se configura el sonómetro hacia el programa de tiempo de reverberación
- 4) Se mide el ruido de fondo durante diez segundos.
- 5) Se prende la fuente dodecaédrica.
- 6) Se mide el ruido emitido durante diez segundos.
- 7) Se apaga la fuente y se espera en silencio a que aparezcan los resultados de la medición.
- 8) Se conserva el registro en la memoria del sonómetro.
- 9) Se repite el proceso para una segunda medición bajo las mismas condiciones.
- 10) Se repite el mismo proceso para los 2 puntos restantes de medición.

Nota 1: Se debe anotar en el apartado de memoria de la hoja de campo la hora y el registro de cada medición hecha durante el ensayo.

Nota 2: Al finalizar el ensayo no hay que olvidar hacer la verificación de calibración del sonómetro.

5.7. Descarga de datos

5.7.1. Capture Studio Editor

Una vez instalado el software conectaremos el sonómetro mediante un puerto usb al ordenador, al abrir el programa tenemos la siguiente pantalla inicial.



Figura 6. Pantalla inicial Capture Studio Editor.

A continuación en el menú configuración PC damos click en el submenú carpeta de trabajo indicando de esta manera el lugar donde se almacenará las memorias del sonómetro.

Posteriormente en el menú archivo damos click en la opción nueva sesión para configurar el conexionado eligiendo el modelo del sonómetro y el puerto que está utilizando.



Figura 7. Configuración de la conexión.

Una vez concluida la configuración, podemos visualizar el área de trabajo.

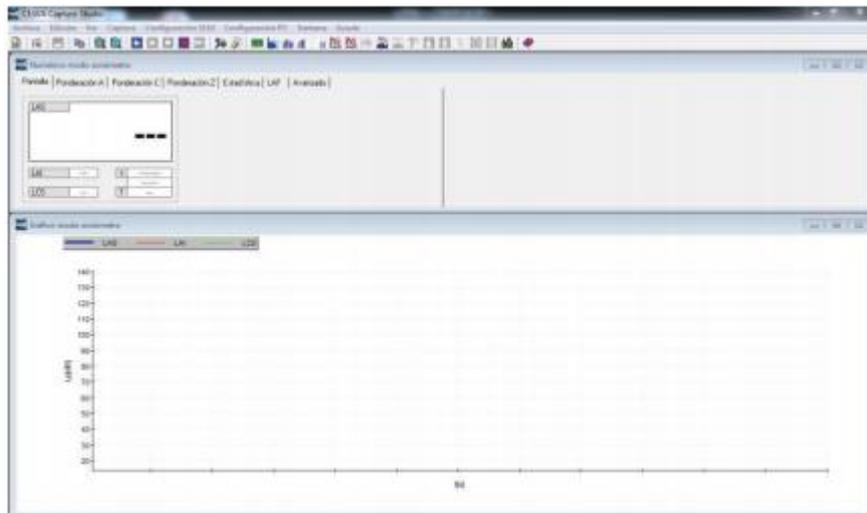


Figura 8. Área de trabajo

Al encontrarnos en el área de trabajo buscamos la opción recibir registros que se encuentra en el menú captura (submenú memoria)



Figura 9. Carga de los procesos

Al terminar el proceso de registro los datos obtenidos se encontrarán en la carpeta de trabajo dando por finalizada la descarga de los datos.

Finalmente se puede apagar y desconectar el sonómetro.

5.8. Realización de informes

5.8.1. Insulation Studio

Luego de haber realizado el punto anterior se abre el software insolationstudio.

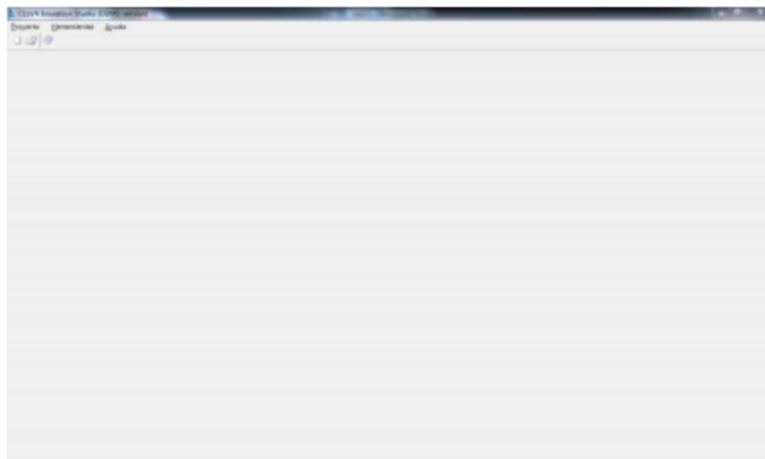


Figura 10. Pantalla inicial Insulation studio

A continuación dirigirse al menú proyecto opción nuevo y dar click, apareciendo el siguiente formulario:

Figura 11. Formulario

Se debe completar los campos con la normativa utilizada y tiempo de reverberación T_{30} o T_{20} según sea el caso.

Al dar click en la opción datos de medición se mostrará una área de trabajo como la siguiente:

Recepción	Nombre	Fecha

Figura 12. Área de trabajo Insulation Studio

Ubicamos el click en la carpeta abrir, desplegándose una ventana mediante la cual podremos señalar los registros obtenidos, indicando el tipo de archivo en

la parte inferior derecha de la ventana. En este caso se seleccionan los registros dando click en abrir.



Figura 13. Selección de registros

Inmediatamente aparecerá una ventana preguntando si deseamos configurar cada espectro, al aceptar la pregunta podremos verificar si existe alguna irregularidad en las mediciones por lo que daremos click en Sí.



Figura 14. Entrada de datos

Verificamos todos los datos seleccionados.

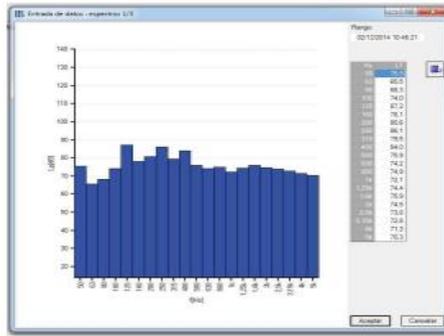


Figura 15. Verificación de datos

Posteriormente seleccionamos todos los registros que aparecen en el área de trabajo dando click en la opción visualizar se pueden observar todos los espectros en una tabla.

La tabla nos muestra la ubicación de todos los datos en filas y en columnas, al seleccionar la tabla damos click derecho y damos click en la opción copiar.

Después se abre una hoja de cálculo de Excel para copiar los registros de la medición, procedemos a pegarlos dentro de la hoja para tener los datos listos a analizarse, repetir los procesos para el ruido de fondo y tiempo de reverberación hasta tener llenos los campos cada uno con seis registros.

Por último se da click en la pestaña informe y seleccionamos el término de corrección.

6. Casos Especiales

6.1. Generalidades

Aplica a recintos con volúmenes comprendidos entre $10 \text{ m}^3 \leq V \leq 250 \text{ m}^3$ en el rango de frecuencias 100 Hz a 3150 Hz utilizando los principios básicos en las mediciones en el rango de frecuencias 50 Hz a 80 Hz (recintos $\Rightarrow 25 \text{ m}^3$) y en el rango 4000 Hz a 5000 Hz.

6.1.1. Revestimiento del suelo

Debido a que se utilizan varios revestimientos en los pisos, por lo que se deberá medir y especificar por separado. En revestimientos blandos como alfombras y moquetas se puede realizar una muestra en 1 m^2 que se desplaza

entre las posiciones de la máquina de impactos, tomar en cuenta usar adhesivo asegurando el material para obtener datos reales, el material no podrá ser demasiado grueso ya que podría dar un efecto de amortiguación en un suelo liviano.

En ciertas mediciones se deberá verificar si el material del revestimiento no depende de la temperatura ya que si así lo fuera se deberá especificar. En suelos rugosos, enlosados, las posiciones de la máquina se tendrá que ajustar de manera que no golpeen en las esquinas de las losas para que las mediciones no se encuentren bajo la influencia de excitaciones no características del suelo.

6.1.2. Número de posiciones de la máquina de martillos y el micrófono

Área del suelo del recinto emisor, m ²	Número de posiciones	Área del suelo del recinto receptor, m ²			
		≤50		> 50	
		Separación de tipo 1 ^a	Separación de tipo 2 ^b	Separación de tipo 1	Separación de tipo 2
< 20	Máquina de impactos	4	4	4	4
	Posiciones de micrófono fijo o de mano	4	4	8	8
	Posiciones de micrófono de movimiento continuo mecanizado o de barrido manual	1	1	2	2
20 a 50	Máquina de impactos	8	4	8	4
	Posiciones de micrófono fijo o de mano	4	4	8	8
	Posiciones de micrófono de movimiento continuo mecanizado o de barrido manual	1	1	2	2
> 50	Máquina de impactos	8	8	8	8
	Posiciones de micrófono fijo o de mano	4	4	8	8
	Posiciones de micrófono de movimiento continuo mecanizado o de barrido manual	1	1	2	2

^a Separación de tipo 1: particiones de vigas de madera, separación de hormigón con nervaduras o vigas y particiones de hormigón sólido con un espesor inferior a 100 mm. Se aplica a todos los revestimientos de suelo.

^b Separación de tipo 2: particiones de hormigón sólido con un espesor igual o superior a 100 mm, elementos de hormigón con óxidos pesados gruesos y elementos de hormigón hueco. Se aplica a todos los revestimientos de suelo.

Figura 16. Número de posiciones de la máquina de martillos y el micrófono.

6.2. Mediciones Verticales

6.2.1. Generalidades

Recintos no desalineados significan los recintos donde el contorno horizontal el recinto más pequeño puede estar totalmente contenido en el contorno horizontal del recinto mayor.

6.2.2. Recintos no desalineados

6.2.2.1. Recintos cuya área del suelo del recinto de emisión es igual o menor al área del suelo del recinto de recepción

Se debe cubrir el área del suelo total, tomando las posiciones de la máquina de martillos y el número de posiciones del micrófono de la figura 16 en el punto 6.1.2.

6.2.2.2. Recintos cuya área del suelo del recinto de emisión es mayor al área del suelo del recinto de recepción

En áreas del suelo del recinto emisor iguales o menores a 20 m^2 , se tomarán los valores de la figura 16 en el punto 6.1.2. En áreas del suelo que excedan de 20 m^2 y el área de la partición común es igual o inferior a 20 m^2 , se debe utilizar un área de suelo limitada de 20 m^2 para las mediciones (la máquina se debería colocar exclusivamente en ésta área. Si el área de la partición común excede de 20 m^2 , las posiciones de la máquina se deberán distribuir uniformemente sobre el área total de la partición común.

6.2.3. Recintos desalineados

Si el área de partición común es mayor a 20 m^2 , se deben utilizar las directrices del apartado 6.2.2.1. y 6.2.2.2.

Si el área de la partición común es igual o inferior a 20 m^2 , o si no existe parte común, se utilizará un área limitada de 20 m^2

6.3. Mediciones Horizontales

Si el área del suelo del recinto de emisión es igual o inferior a 20 m^2 , se puede utilizar directamente la tabla en la figura 16 en el punto 6.1.2. Si el área del suelo exceda de 20 m^2 , se debe utilizar un área limitada de 20 m^2 . No se deberían reducir las dimensiones de las áreas del suelo limitada perpendicular a la partición en el recinto emisor a menos de la mitad del ancho de la partición

en el recinto receptor. La otra dimensión del área limitada no deberá ser inferior al ancho de la participación en el recinto de recepción.

6.4. Pasillos y escaleras

6.4.1. Mediciones del aislamiento al ruido de impactos desde un pasillo

Las mediciones del aislamiento al ruido de impactos desde un pasillo a un recinto en el mismo piso de abajo se deberán realizar situando la máquina de martillos en un área limitada de pasillo próximo al recinto de recepción. El área utilizada debe ser el ancho total del pasillo y una longitud que corresponda con un área de aproximadamente 10 m² utilizando cuatro posiciones de la máquina de martillos, y el número de posiciones de micrófono se deberá escoger de acuerdo con la tabla de la figura 16 en el punto 6.1.2.

6.4.2. Mediciones del aislamiento al ruido de impactos desde las escaleras en apartamentos y desde escaleras interiores en apartamentos y viviendas adosadas

Conviene realizar las mediciones para los rellanos y los peldaños por separado. Se deben utilizar cuatro posiciones de máquina de martillos tanto en los rellenos como en los peldaños. El número de posiciones de micrófono se deberá escoger la tabla de la figura 16 en el punto 6.1.2.

Las cuatro posiciones de la máquina de martillos en los peldaños se deben elegir una en el escalón número dos desde la parte superior del voladizo y una en el escalón número dos desde la parte inferior. Las otras dos posiciones se deberán distribuir uniformemente entremedias de las posiciones superiores e inferiores.

A menudo puede ser difícil colocar la máquina de martillos en escalones estrechos. Se puede utilizar un dispositivo de apoyo especial para prolongar las patas de apoyo en un lado de la máquina de martillos. Este dispositivo permite a la máquina apoyarse en dos escalones. Cuando se utiliza un soporte especial, se debe prestar atención en garantizar que se mantenga la altura de caída de los martillos y el equilibrio horizontal de la máquina. Cualquier modificación se debe reflejar en el informe de ensayo.

El nivel de presión acústica de impactos de un rellano se mide generalmente en un recinto adyacente en el que se supone ocurrirá el nivel máximo. Si el suelo en un recinto adyacente en el mismo escalón que el relleno consiste en, por

ejemplo, paneles sobre viguetas en una plancha de hormigón, la presión acústica de impactos puede estar en su máximo nivel en un recinto en el escalón por debajo del rellano, porque el suelo de madera reduce la radiación acústica entre la plancha de hormigón y el recinto superior.

Si los peldaños no están fijados a las paredes de una escalera, se deberá medir el nivel de presión acústica de impactos de los peldaños en el mismo recinto utilizado para las mediciones de los rellanos. Si el voladizo está fijado a la pared, se deberá escoger el recinto de recepción utilizado para las mediciones del voladizo como el recinto más próximo a los puntos de agarre.

En un departamento dúplex por ejemplo las directrices indicadas anteriormente son aplicables en escaleras interiores.

6.5. Contribución de la máquina de martillos al ruido aéreo

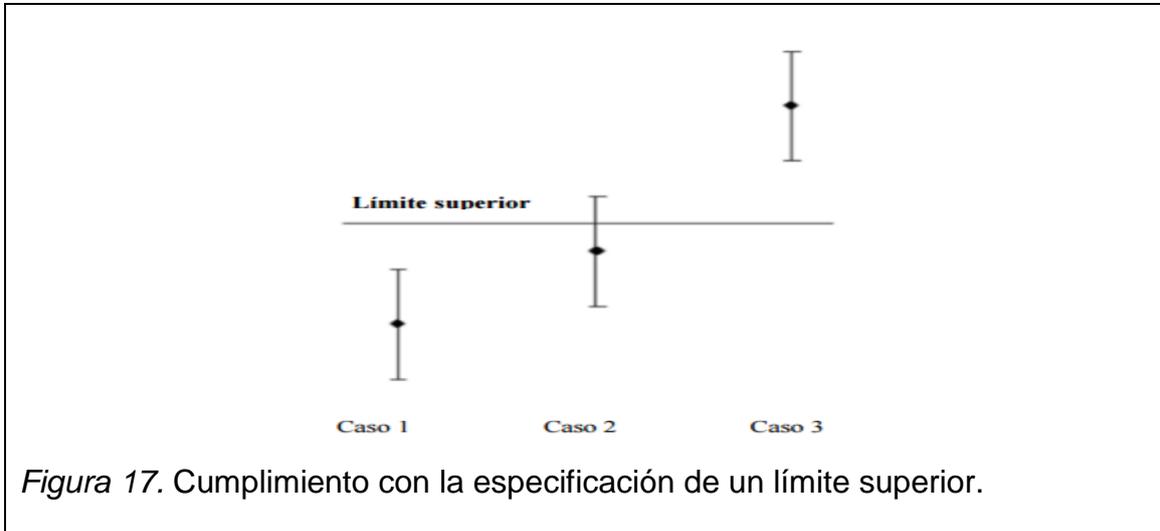
La contribución de la máquina de martillos al ruido aéreo se puede evaluar de la siguiente manera:

- Determinar la diferencia de nivel de presión acústica entre el recinto de emisión y el recinto de recepción por medio de una señal de ruido rosa emitido por un altavoz colocado en el recinto de emisión (LD,spk).
- Medir el nivel de presión acústica en el recinto de emisión con la máquina de martillos (LS,tm).
- Medir el nivel de presión acústica en el recinto de recepción con la máquina de martillos (LR,tm).
- Si la diferencia (LS,tm – LD, spk) esta 10 dB o más por debajo de LR, tm para cualquier banda de frecuencia de interés, la influencia del ruido aéreo emitido por la máquina de martillos se puede considerar despreciable.

7. Declaración de conformidad

LIA-UDLA, declara que el ensayo de ruido de impactos, se ha realizado bajo la disposición de calidad de la normativa ISO/IEC 17025, mediante las especificaciones técnicas indicadas en la normativa ISO 16283-2. Se puede resaltar que los resultados del ensayo se validan de acuerdo a lo siguiente:

El valor numérico de los límites superior e inferior de la incertidumbre de la magnitud con la cual se evalúa el cumplimiento debe ser dado como máximo dos cifras significativas, de tal forma que se establecen 3 casos para toda organización evaluada por el laboratorio.



Caso 1: Se puede declarar que el organismo evaluado cumple con los parámetros expuestos en la normativa.

Caso 2: No es posible declarar si el organismo evaluado cumple o no con los parámetros expuestos en la normativa.

Caso 3: Se puede declarar que el organismo evaluado no cumple con los parámetros expuestos en la normativa.

8. Incertidumbre

La estimación de las incertidumbres de medición debe realizarse de acuerdo a las especificaciones de la norma ISO 12999-1.

Norma PNE-EN ISO 12999-1:2014. Acústica. Determinación y aplicación de las incertidumbres de medición en la acústica de edificios. Aislamiento Acústico.

9. Cálculos de los registros

Al tener las 6 mediciones, se debe realizar un promedio logarítmico para el cálculo de L_i .

$$L_i = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_j}{10}} \right) \text{ dB}$$

Empleando los datos del tiempo de reverberación se tiene que realizar un promedio lineal por cada banda en las 6 mediciones.

$$\text{Promedio} = 1/n \sum_{j=1}^n T_j$$

9.1. Corrección del nivel de señal por ruido de fondo

El nivel de ruido de fondo debe estar al menos 6 dB, preferible más de 10 dB por debajo del nivel de señal y el ruido de fondo combinado, para cada banda de frecuencia.

$$L = 10 \lg(10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10})$$

L es el nivel de señal ajustado en dB.

L_{sb} es el nivel de la señal y el ruido de fondo combinado.

L_b es el nivel de ruido de fondo en dB.

Al obtener diferencias entre los niveles iguales e inferiores a 6 dB en cualquier banda de frecuencia. Se utiliza la corrección de 1,3 dB, misma que se deberá detallar que se la ha realizado en el informe, al igual que que los valores límites de la medición.

9.2. Cálculo de nivel de ruido de impacto estandarizado. L'nt.

Nivel de presión de ruido de impactos L_i reducido mediante un término de corrección, dado en dB.

$$L_{nt} = L_i - 10 \lg \frac{T}{T_0} \text{ dB}$$

T es el tiempo de reverberación en el recinto receptor.

T₀ es el tiempo de reverberación de referencia = 0,5 segundos.

9.3. Área de absorción equivalente

Utiliza la fórmula de Sabine.

$$A = \frac{0,16V}{T} \text{ dB}$$

V Volumen del recinto receptor, en m³.

T Tiempo de reverberación en el recinto receptor.

10. Terminología

Tiempo de reverberación: Tiempo requerido por el nivel de presión acústica en un recinto para decrecer en 60 dB una vez que haya cesado la fuente sonora.

Nivel de ruido de fondo: Nivel de presión acústica medido en el recinto receptor debido a todas las fuentes, excepto el altavoz que se encuentra en el recinto emisor.

Separación: Superficie total del elemento separador del recinto de emisión y el recinto de recepción.

Separación común: Parte del elemento de separación que es común tanto en recinto emisor como el receptor.

ANEXO 9:

**Procedimiento de medición a
ruido de fachada
PGD06-RF**

**Procedimiento para medición a ruido en fachadas
PGD06-RF**

Fecha de redacción:

Fecha de revisión:

Firmas:

Índice

1. Normas de referencia
2. Aclaración Previa
3. Equipo necesario
4. Conexionado - Esquema
 - 4.1. Ruido de fachada
 - 4.2. Tiempo de reverberación
5. Procedimiento paso a paso
 - 5.1. Dimensionamiento del recinto emisor y receptor
 - 5.2. Ubicación de los puntos
 - 5.2.1. Puntos de medición
 - 5.2.2. Puntos para medición del nivel de presión acústica a baja frecuencia.
 - 5.2.3. Posición del altavoz
 - 5.3. Hoja de campo
 - 5.4. Verificación de calibración del sonómetro
 - 5.5. Medición de comprobación del ruido emitido
 - 5.6. Ensayo para ruido de fachada
 - 5.6.1. Medición en el interior del recinto
 - 5.6.2. Medición en el exterior del recinto, delante de la fachada
 - 5.6.3. Medición en el recinto receptor para nivel a baja frecuencia
 - 5.7. Tiempo de reverberación
 - 5.7.1. Ubicación de los puntos
 - 5.7.2. Ensayo tiempo de reverberación
 - 5.7.2.1. Medición del tiempo de reverberación
 - 5.8. Descarga de datos
 - 5.8.1. Capture Studio Editor
 - 5.9. Realización de informes
 - 5.9.1. Insulation Studio
6. Casos especiales
7. Declaración de conformidad
8. Incertidumbre
9. Cálculos de los registros
 - 9.1. Corrección del nivel de señal por ruido de fondo
 - 9.2. Índice de reducción acústica aparente
 - 9.3. Diferencia de nivel
 - 9.4. Diferencia de niveles estandarizada
 - 9.5. Diferencia de niveles normalizada
 - 9.6. Área de absorción equivalente

- 9.7. Nivel de un suceso simple**
- 9.8. Diferencia de nivel de un suceso simple**
- 9.9. Diferencia de nivel de un suceso simple estandarizado**
- 9.10. Diferencia de nivel de un suceso simple normalizado**
- 9.11. Índice de reducción acústica aparente**
- 10. Terminología**

1. Normas de referencia

Normativa UNE EN ISO 16283-3

“Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción - Aislamiento a ruido de fachada”

Especifica los procedimientos para determinar el aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de fachada (métodos por elementos) y de fachadas enteras (métodos globales) haciendo uso de mediciones de la presión acústica. Estos procedimientos se aplican a recintos con volúmenes que van desde 10 m³ hasta los 250 m³ en el rango de frecuencias comprendido entre 50 Hz y 5 kHz. Los resultados de ensayo se pueden utilizar para cuantificar, evaluar y comparar recintos amueblados o vacíos donde el campo acústico puede o no aproximarse a campo difuso. El aislamiento acústico al ruido aéreo medido depende de la frecuencia y se puede convertir en una magnitud de un solo número que caracteriza el rendimiento acústico haciendo uso de los procedimientos de calificación de la Norma ISO 717-1.

Normativa UNE EN ISO 717-1

“Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción - Aislamiento a ruido aéreo”

En esta norma se definen magnitudes globales para el aislamiento a ruido aéreo en edificios y de elementos de construcción tales como paredes, suelos, puertas y ventanas, Además toma en consideración los diferentes espectros sonoros de la fuente de ruido tales como ruido interior a los edificios y ruido de tráfico exterior al edificio.

Normativa UNE EN ISO 3382-2

“Medición de parámetros acústicos en recintos - Tiempo de reverberación de recintos ordinarios”

Especifica los métodos para la medición del tiempo de reverberación en recintos ordinarios. Detalla el proceso de medición, la instrumentación a utilizarse, la forma de evaluar los datos y la presentación del informe de ensayo.

2. Aclaración previa

La falta de aislamiento acústico en edificaciones es uno de los problemas por los cuales los habitantes presentan quejas debido al ruido externo o interno. Esta molestia puede ser causada por la presencia de máquinas en edificaciones, ruido de tráfico o ruidos emitidos en recintos colindantes los cuales tienden a propagarse por los elementos constructivos del recinto como paredes o forjados.

El presente documento muestra el método para poder cuantificar el nivel de aislamiento acústico a ruido de fachada en un recinto. El laboratorio realizará la medición de ruido de fachada considerando el método global, usando un altavoz (fuente artificial) y posiciones fijas de micrófono.

3. Equipo necesario

- Sonómetro CESVA SC310
- Calibrador acústico CESVA CB006
- Fuente Omnidireccional CESVA BP012
- Amplificador CESVA AP602
- Altavoz RCF ART-315 A

4. Conexión esquema

4.1. Ruido de fachada

El esquema de conexión mostrado a continuación, muestra la conexión que se usará comúnmente por el laboratorio para la evaluación de ruido de fachada mediante métodos globales con fuente artificial que sustituye al ruido de tráfico.

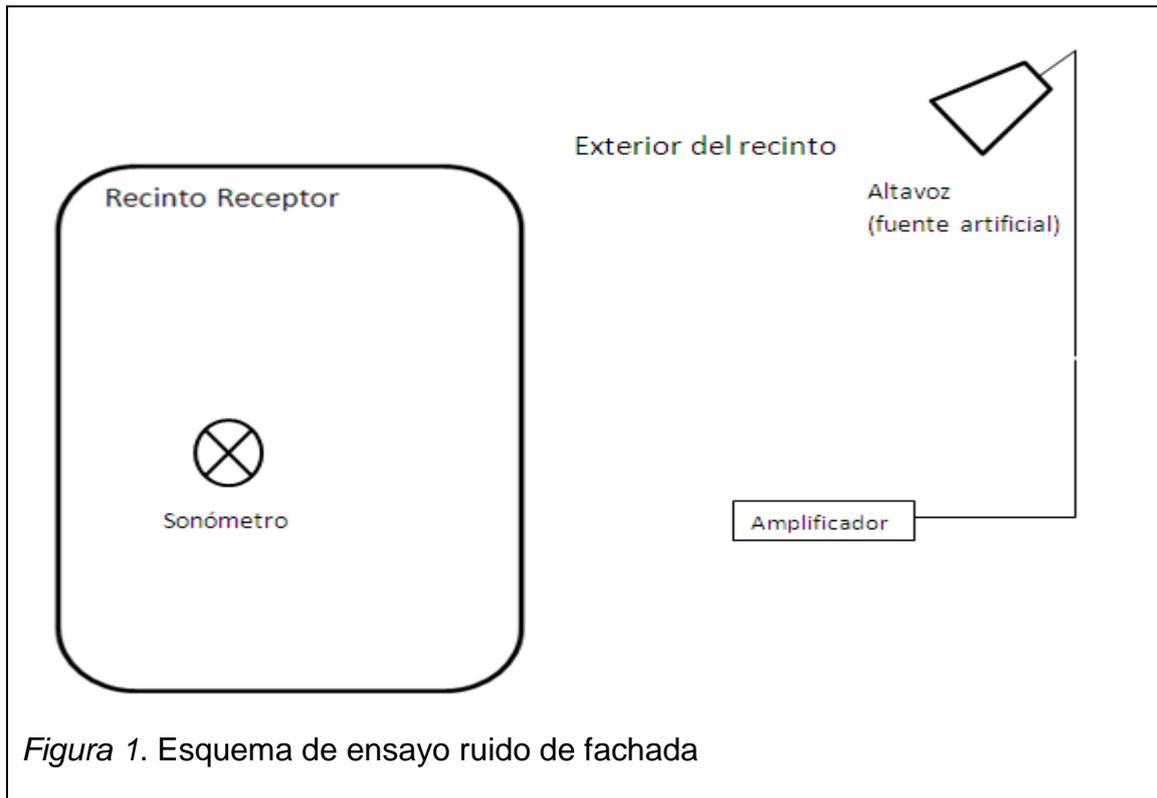


Figura 1. Esquema de ensayo ruido de fachada

4.2. Tiempo de reverberación

El esquema de conexionado en el ensayo de tiempo de reverberación consiste en la utilización de un amplificador de potencia/generador de ruido rosa, el amplificador envía la señal a la fuente omnidireccional, en el mismo recinto en el que se toman las muestras con el sonómetro se encuentra la fuente.

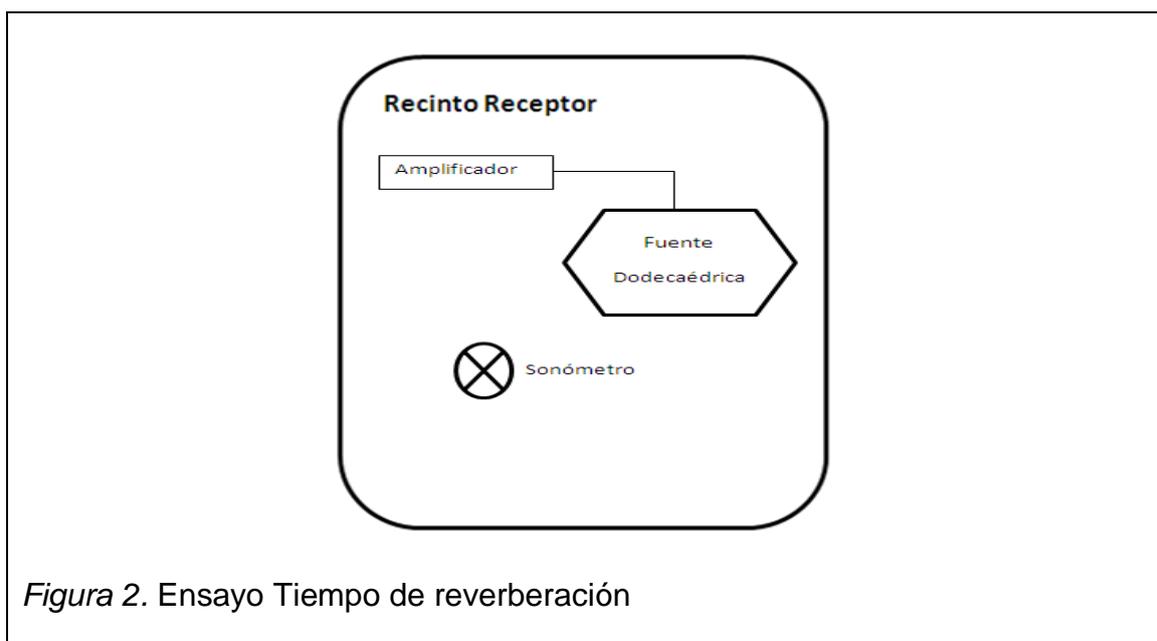


Figura 2. Ensayo Tiempo de reverberación

5. Procedimiento paso por paso:

Para la evaluación de ruido de fachada el laboratorio utilizará comúnmente el método global, usando un altavoz (fuente artificial), si se da el caso, la fuente artificial podrá ser reemplazada por el ruido de tráfico existente en el lugar, a continuación se muestra el procedimiento paso por paso.

5.1. Dimensionamiento del recinto receptor.

Tomar medidas de las dimensiones (largo, ancho y profundidad) del recinto receptor mediante un flexómetro para la realización de un croquis arquitectónico, en el que se tomara en cuenta la ubicación y tamaño de puertas y ventanas. Tomar en consideración la superficie de la fachada a evaluar (aquella que esté expuesta al ruido existente). Una vez obtenidas las dimensiones se calculará la superficie total y el volumen del recinto.

Nota: En el caso de que la superficie de la fachada a evaluar sea superior al área de cobertura del altavoz o no sea totalmente plana, se deberá dividir la superficie de la fachada para diferentes secciones de medición para de esta manera evaluar la superficie en partes hasta completar la superficie total de la fachada.

5.2. Ubicación de los puntos

Considerar la ubicación de los puntos de medición y posición del altavoz directivo, una vez obtenidos estos puntos, se debe tomar las medidas de los mismos e incluirlos en la hoja de campo. La ubicación de los puntos de medición y posición del altavoz se toman en función de los criterios especificados en la norma UNE-EN ISO 16283-3.

5.2.1. Puntos de medición

Se determina al menos 5 puntos de medición marcados en el recinto receptor. De acuerdo a la norma UNE-EN ISO 16283-3 para las distancias de los puntos de medición se establece:

- 70 cm o más entre posiciones de micrófonos
- 50 cm o más entre la posición del micrófono y bordes de la sala o superficies reflectantes.
- Las posiciones no deben situarse en los nodos de un hipotético enrejado rectangular.

- 1 m o más entre la posición del micrófono y el altavoz cuando se miden los tiempos de reverberación.

Se determina un punto de medición en el exterior del recinto delante de la fachada para determinar el nivel de presión acústica medio. Según la normativa UNE-EN ISO 16283-3 se establece.

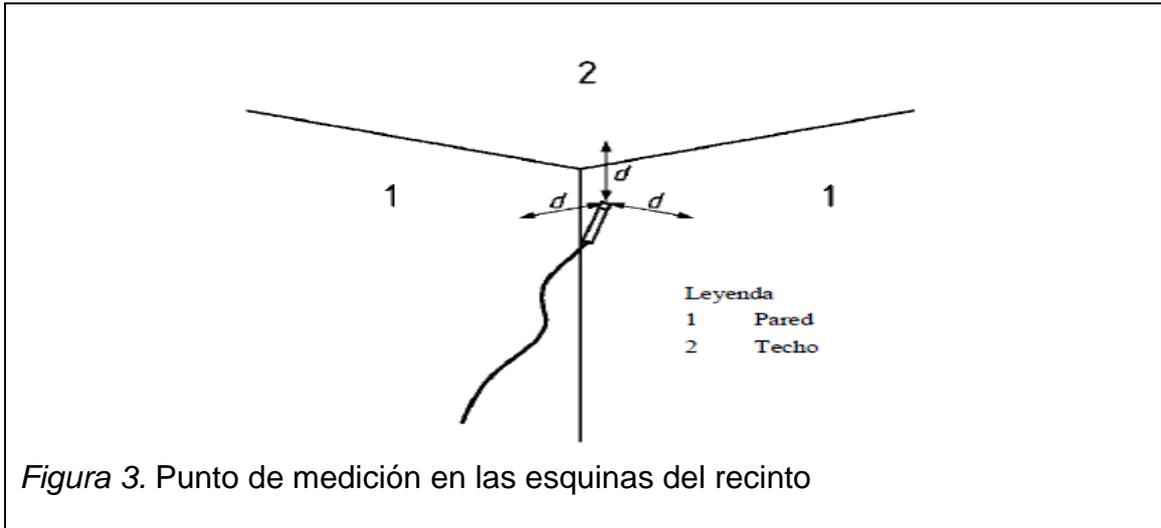
- El micrófono debe situarse en la parte exterior central de la fachada (o en la parte central de la sección de la fachada en el caso de que el plano de cobertura del altavoz sea menor a la fachada total a evaluarse).
- El punto de medición estará alejado a 2 m delante de la fachada.
- El micrófono estará a 1,5 m de altura sobre el suelo del local de recepción.
- A 1 m de la balaustrada u otra posible saliente.

5.2.2. Puntos para medición del nivel de presión acústica a baja frecuencia.

Se determina 4 puntos de medición marcados en las esquinas del recinto receptor para la medición de presión acústica a baja frecuencia. De acuerdo a la norma UNE-EN ISO 16283-3 se establece:

- El micrófono debe estar a una distancia de 0,3 m a 0,4 m de cada límite del recinto que forma la esquina. La distancia desde cada límite que forma la esquina no tiene que ser idéntica.

Nota 1: Para cada conjunto de 4 mediciones de esquinas, 2 de las esquinas deberían estar a nivel del suelo y las otras a nivel de techo. Estas esquinas pueden estar o no adyacentes a la separación. Las esquinas deben estar formadas por 3 superficies que se cruzan cada una con un área de al menos 0,5 m².

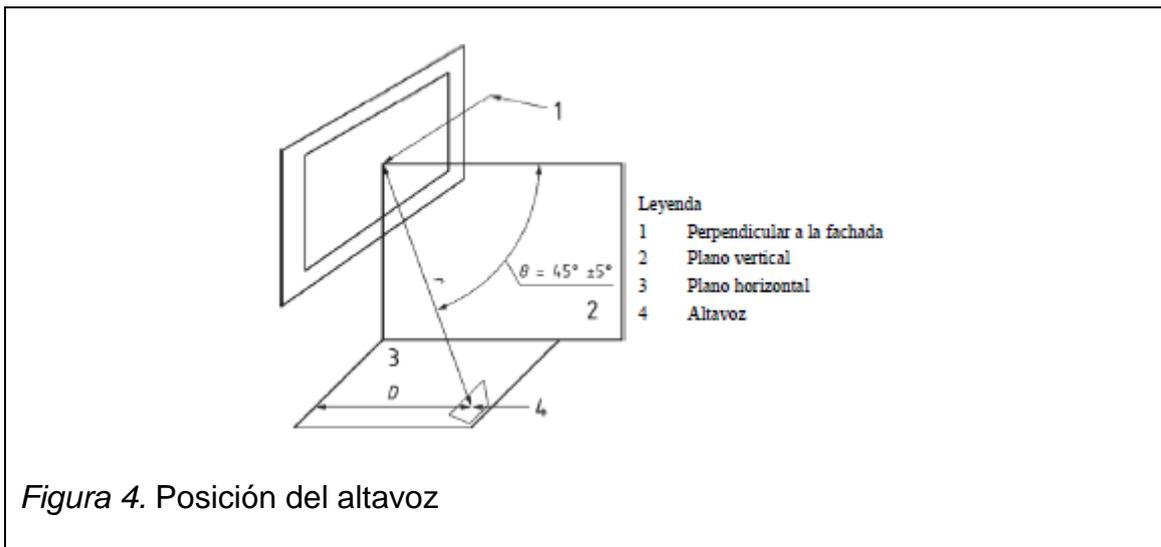


Nota 2: El procedimiento de baja frecuencia se debe utilizar para las bandas de tercio de octava de 50 Hz, 63 Hz y 80 Hz en el recinto receptor cuando su volumen es inferior a 25 m³.

5.2.3. Posición del altavoz

De acuerdo a la norma UNE-EN ISO 16283-3 para la ubicación del altavoz direccional (fuente artificial) en el exterior del recinto se establece:

- El altavoz se coloca a una distancia “D” de la fachada o sección de la fachada a evaluar, con un ángulo de incidencia del sonido de aproximadamente 45 grados.



Nota 1: Generalmente el laboratorio considerará la distancia “D” equivalente a 5 m.

Nota 2: En el caso de que el plano de cobertura del altavoz sea menor a la fachada total a evaluarse, se determinará más de una posición del altavoz, cuyo plano de cobertura servirá para la evaluación de una de las secciones de la fachada, y se repetirá el mismo proceso hasta que se cubra la superficie total de la fachada.

5.3. Hoja de campo

Se debe llenar los datos especificados en la hoja de campo de ruido de impacto conforme vaya avanzando el ensayo. La hoja de campo debe tener la siguiente información:

- Nombre del técnico evaluador a cargo de la medición (representante de LIA-UDLA).
- Datos generales de la empresa o persona que ordenó el ensayo (cliente): Nombre, dirección, indicativo referencial, correo o teléfono de contacto.
- Dirección del lugar donde se realiza el ensayo (en caso de que no sea la misma dirección del cliente).
- Fecha del ensayo.
- Hora de inicio y hora de finalización del ensayo.
- Croquis especificando las dimensiones del recinto receptor, la superficie de la fachada, con ubicación de los puntos de medición y posición del altavoz.
- Descripción de la fachada o del elemento de fachada.
- Área de la superficie de ensayo.
- Breve descripción de la instrumentación utilizada.
- Verificación de calibración inicial y final.
- Apartado de memoria para el registro de cada punto de medición para el ensayo de ruido de fachada y tiempo de reverberación.
- Observaciones

Nota: Se debe tomar fotografías de los recintos y de algunos procesos llevados a cabo durante el ensayo, estos podrán ser de utilidad como referencias visuales.

5.4. Verificación de calibración del sonómetro

Antes de iniciar y al finalizar cada ensayo (ensayo de ruido de fachada y ensayo de tiempo de reverberación), se debe hacer una verificación de calibración del sonómetro, mediante el siguiente proceso:

- 1) Se emplaza el calibrador sobre la cápsula del micrófono.
- 2) Se prende el calibrador, al hacer esto el calibrador genera un tono de 1kHz a 94 dB.
- 3) Se comprueba que el sonómetro marque aproximadamente 94 dB a 1kHz.

Nota: Si el sonómetro está calibrado no puede marcar más o menos 0,5 de diferencia con respecto a 94 dB.

5.5. Medición de comprobación del ruido emitido

Esta medición se realiza en cualquier punto del recinto receptor para garantizar que el nivel de señal emitido no esté afectado por el ruido de fondo y para permitir una corrección del nivel de señal para el ruido de fondo. Para esto se tiene que verificar que el ruido emitido por la fuente sea de aproximadamente 10 dB mayor que el ruido de fondo, enfocándonos principalmente en las bajas frecuencias.

5.6. Ensayo para ruido de fachada

Una vez realizados los procesos anteriores, se comienza con el ensayo, usando los 5 puntos de medición de posición fija de micrófono marcados en el recinto receptor, los 4 puntos en las esquinas del recinto receptor para el nivel de presión acústica a baja frecuencia, la posición de micrófono delante de la fachada y la ubicación del altavoz direccional.

Nota: El sonómetro debe estar configurado de tal manera que nos entregue los resultados en ponderación A, en tercios de octava.

5.6.1. Medición en el interior del recinto

- 1) En el exterior del recinto se coloca el altavoz en el lugar determinado y en el recinto receptor se coloca el sonómetro en el primer punto de medición de los 5 puntos de medición marcados.
- 2) Se enciende el altavoz y se espera hasta que el ruido generado se estabilice.

- 3) Se procede con la medición por un tiempo aproximado de 10 segundos.
- 4) Se apaga el altavoz y se guarda el registro de la medición en la memoria del sonómetro.
- 5) Para realizar las correcciones de ruido de fondo, es necesario medir el nivel durante 10 segundos con la fuente apagada en el mismo punto marcado.
- 6) Se guarda el registro de la medición de ruido de fondo en la memoria del sonómetro.
- 7) Se repite el mismo proceso para los 4 puntos restantes de medición.

Nota: Se debe anotar en el apartado de memoria de la hoja de campo la hora y el registro de cada medición hecha durante el ensayo.

5.6.2. Medición en el exterior del recinto, delante de la fachada

- 1) En el exterior del recinto se coloca el altavoz en el lugar determinado y delante la fachada se coloca el sonómetro en el punto de medición marcado.
- 2) Se enciende el altavoz y se espera hasta que el ruido generado se estabilice.
- 3) Se procede con la medición por un tiempo aproximado de 10 segundos.
- 4) Se apaga el altavoz y se guarda el registro de la medición en la memoria del sonómetro.
- 5) Se repite el mismo proceso hasta tener 5 registros de medición bajo las mismas condiciones.

Nota: Para este proceso se debe pulsar el sonómetro de forma lateral, evitando que nuestro cuerpo cause interferencia entre el ruido emitido por el altavoz y el micrófono.

5.6.3. Medición en el recinto receptor para nivel a baja frecuencia

- 1) En el exterior del recinto se coloca el altavoz en el lugar determinado y en el recinto receptor se coloca el sonómetro en la esquina marcada como primer punto de medición de los 4 puntos de medición marcados
- 2) Se enciende el altavoz y se espera hasta que el ruido generado se estabilice.
- 3) Se procede con la medición por un tiempo aproximado de 15 segundos.
- 4) Se apaga el altavoz y se guarda el registro de la medición en la memoria del sonómetro.

- 5) Para realizar las correcciones de ruido de fondo, es necesario medir el nivel durante 15 segundos con la fuente apagada en el mismo punto marcado.
- 6) Se guarda el registro de la medición de ruido de fondo en la memoria del sonómetro.
- 7) Se repite el mismo proceso para los 3 puntos restantes de medición marcados en las esquinas.

5.7. Tiempo de reverberación

Hay 3 métodos para la medición del tiempo de reverberación: Método de control, Método de Ingeniería y Método de precisión. El método de ingeniería es considerado como el más conveniente para la verificación del comportamiento de los edificios con respecto a las especificaciones del tiempo de reverberación o de absorción del recinto, es por ello, que para este ensayo se utilizará el método de ingeniería.

5.7.1. Ubicación de los puntos

Considerar la ubicación de los puntos de medición y posición de la fuente dodecaédrica en el recinto receptor, una vez obtenidos estos puntos, se debe tomar las medidas de los mismos e incluirlos en la hoja de campo. La posición de los puntos de medición y la ubicación de la fuente dodecaédrica se toman en función de los criterios especificados en la norma UNE EN ISO 3382-2.

En la siguiente tabla obtenida de la norma UNE EN ISO 3382-2 se indica los mínimos puntos de medición adecuados para un recinto dependiendo del método a utilizarse. Se debe tomar en consideración que en recintos con geometría complicada se deben utilizar más posiciones de medición.

	Control	Ingeniería^a	Precisión
Combinaciones fuente-micrófono	2	6	12
Posiciones de la fuente ^b	≥ 1	≥ 2	≥ 2
Posiciones de micrófono ^c	≥ 2	≥ 2	≥ 3
Número de decrecimientos en cada posición (método del ruido interrumpido)	1	2	3

^a Cuando el resultado se utiliza para un término de corrección en otras mediciones del nivel de ingeniería, solo se requiere una posición de la fuente y tres posiciones de micrófono.

^b Para el método del ruido interrumpido, se pueden utilizar simultáneamente fuentes no correlativas.

^c Para el método del ruido interrumpido y cuando el resultado se utiliza para un término de corrección, se puede utilizar una percha de micrófono rotativo en lugar de múltiples posiciones de micrófono.

Figura 5. Número mínimo de posiciones y mediciones

Tomando en cuenta que el resultado obtenido de este ensayo va ser utilizado como término de corrección para el ensayo de máquina de impactos se establece solo una posición de la fuente dodecaédrica y 3 posiciones de la fuente de micrófono.

Para la posición de la fuente dodecaédrica se establece:

- Las ubicaciones de la fuente pueden ser la posición normal en función del uso del recinto (donde se encuentre normalmente un orador o fuente).
- En los recintos pequeños como viviendas, es conveniente ubicar una posición de la fuente a una esquina del recinto.

Para los puntos de medición se establece:

- Las ubicaciones de micrófono deben estar de preferencia distanciadas por lo menos media longitud de onda, es decir, a una distancia mínima de 2 m para el rango de frecuencias habitual.
- La distancia desde cualquier lugar de posición de micrófono a la superficie reflectante más cercana, incluyendo suelo, debe ser de preferencia al menos un cuarto de longitud de onda, generalmente en torno a 1 metro.
- Prevenir las posiciones simétricas.

Nota: Antes de iniciar el ensayo de tiempo de reverberación no hay que olvidar hacer la verificación de calibración del sonómetro.

5.7.2. Ensayo de tiempo de reverberación

La señal que recibe la fuente procederá de un ruido de banda ancha aleatorio. La fuente omnidireccional debe ser capaz de producir el NPS necesario para asegurar una curva de decrecimiento que empiece al menos 35 dB por encima del ruido de fondo en la banda de frecuencias correspondiente.

Si se tiene que medir el parámetro T30, la fuente debe producir un nivel de presión acústica de al menos de 45 dB por encima del ruido de fondo. Para las mediciones en bandas de tercio de octava el ancho de banda de la señal, debe ser mayor o igual a un tercio de octava. La permanencia de excitación del recinto debe ser la necesaria para que el campo acústico alcance un estado estacionario antes de apagar la fuente omnidireccional. Por lo que es primordial emitir el ruido al menos T/2 segundos. En recintos grandes, el tiempo de excitación debe ser al menos de 2 segundos.

En el ensayo de tiempo de reverberación se necesita un total de 6 mediciones, de tal forma, que se hará dos mediciones en cada punto de medición, manteniendo la posición de la fuente dodecaédrica fija.

5.7.2.1. Medición del tiempo de reverberación

- 1) Se coloca la fuente dodecaédrica en la posición establecida, esta permanecerá fija durante todo el ensayo.
- 2) Se coloca el sonómetro en el primer punto de medición.
- 3) Se configura el sonómetro hacia el programa de tiempo de reverberación
- 4) Se mide el ruido de fondo durante diez segundos.
- 5) Se prende la fuente dodecaédrica.
- 6) Se mide el ruido emitido durante diez segundos.
- 7) Se apaga la fuente y se espera en silencio a que aparezcan los resultados de la medición.
- 8) Se conserva el registro en la memoria del sonómetro.
- 9) Se repite el proceso para una segunda medición bajo las mismas condiciones.
- 10) Se repite el mismo proceso para los 2 puntos restantes de medición.

Nota 1: Se debe anotar en el apartado de memoria de la hoja de campo la hora y el registro de cada medición hecha durante el ensayo.

Nota 2: Al finalizar el ensayo no hay que olvidar hacer la verificación de calibración del sonómetro.

5.8. Descarga de datos

5.8.1. Capture Studio Editor

Una vez instalado el software conectaremos el sonómetro mediante un puerto usb al ordenador, al abrir el programa tenemos la siguiente pantalla inicial.

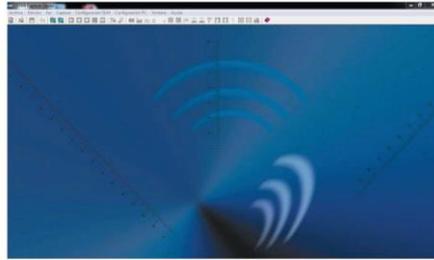


Figura 6. Pantalla inicial Capture Studio Editor.

A continuación en el menú configuración PC damos click en el submenú carpeta de trabajo indicando de esta manera el lugar donde se almacenará las memorias del sonómetro.

Posteriormente en el menú archivo damos click en la opción nueva sesión para configurar el conexionado eligiendo el modelo del sonómetro y el puerto que está utilizando.



Figura 7. Configuración de la conexión.

Una vez concluida la configuración, podemos visualizar el área de trabajo.

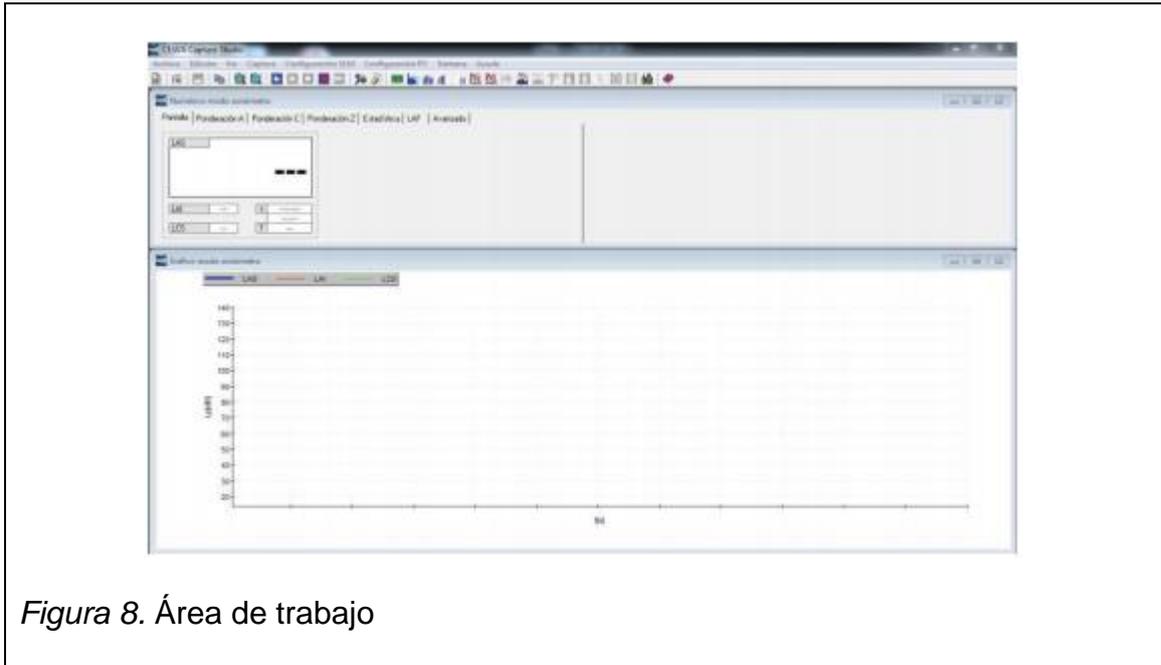


Figura 8. Área de trabajo

Al encontrarnos en el área de trabajo buscamos la opción recibir registros que se encuentra en el menú captura (submenú memoria)



Figura 9. Carga de los procesos

Al terminar el proceso de registro los datos obtenidos se encontrarán en la carpeta de trabajo dando por finalizada la descarga de los datos.

Finalmente se puede apagar y desconectar el sonómetro.

5.9. Realización de informes

5.9.1. Insulation Studio

Luego de haber realizado el punto anterior se abre el software insulation studio.

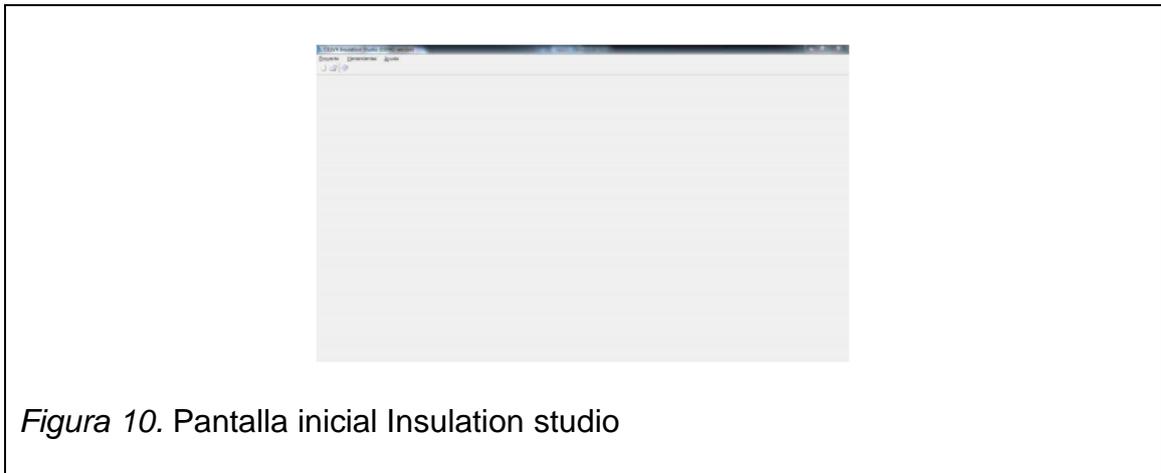


Figura 10. Pantalla inicial Insulation studio

A continuación dirigirse al menú proyecto opción nuevo y dar click, apareciendo el siguiente formulario:

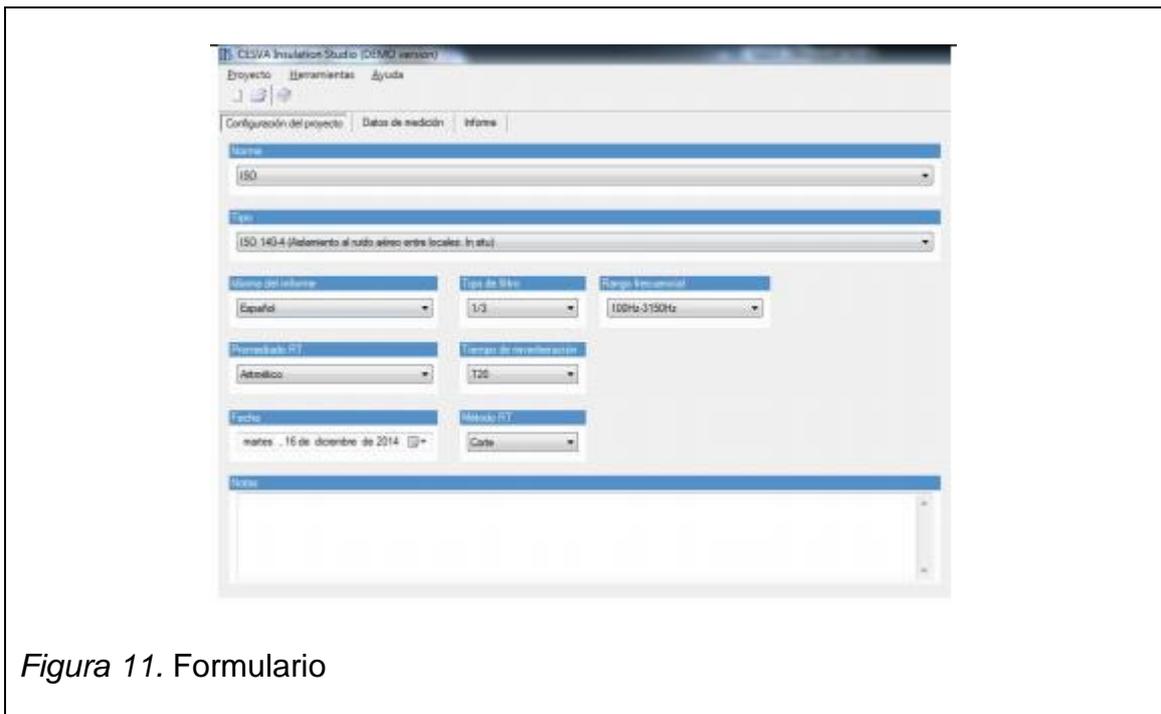


Figura 11. Formulario

Se debe completar los campos según sea el caso, al dar click en la opción datos de medición se mostrará un área de trabajo como la siguiente:

Inmediatamente aparecerá una ventana preguntando si deseamos configurar cada espectro, al aceptar la pregunta podremos verificar si existe alguna irregularidad en las mediciones por lo que daremos click en Sí.



Figura 14. Entrada de datos

Verificamos todos los datos seleccionados.

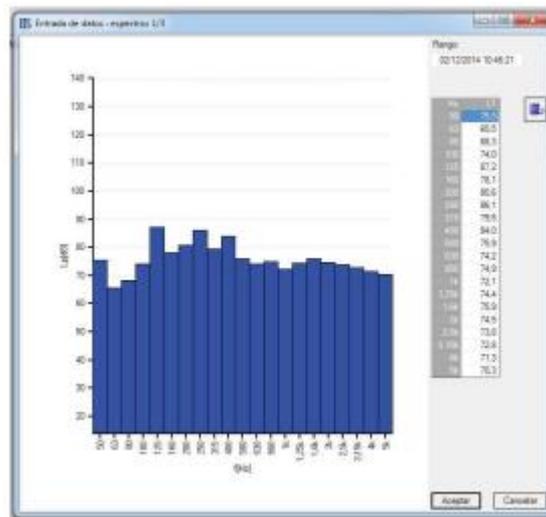


Figura 15. Verificación de datos

Posteriormente seleccionamos todos los registros que aparecen en el área de trabajo dando click en la opción visualizar se pueden observar todos los espectros en una tabla.



Figura 16. Espectro y registros.

La tabla nos muestra la ubicación de todos los datos en filas y en columnas, al seleccionar la tabla damos click derecho y damos click en la opción copiar.

Después se abre una hoja de cálculo de Excel para copiar los registros de la medición, procedemos a pegarlos dentro de la hoja para tener los datos listos a analizarse.

Por último se da click en la pestaña informe.

6. Casos Especiales

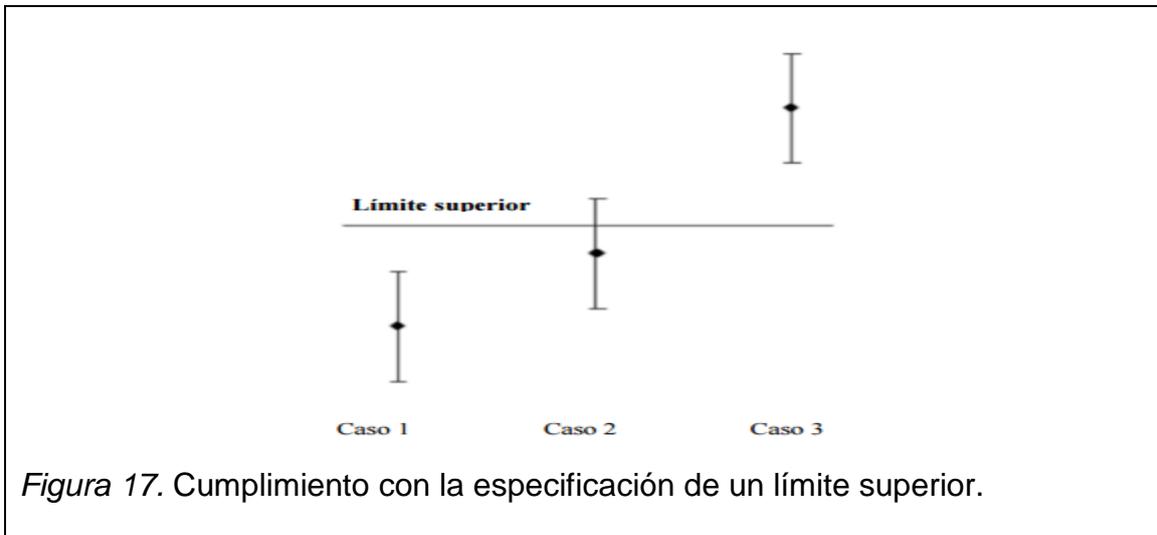
En ciertos casos se puede reemplazar la fuente artificial (altavoz) indicado anteriormente en el método global por el ruido del tráfico aéreo o ferroviario, dependiendo la ubicación de estos.

7. Declaración de conformidad

LIA-UDLA, declara que el ensayo de ruido de fachada, se ha realizado bajo la disposición de calidad de la normativa ISO/IEC 17025, mediante las especificaciones técnicas indicadas en la normativa ISO 16283-3. Se puede resaltar que los resultados del ensayo se validan de acuerdo a lo siguiente:

El valor numérico de los límites superior e inferior de la incertidumbre de la magnitud con la cual se evalúa el cumplimiento debe ser dado como máximo

dos cifras significativas, de tal forma que se establecen 3 casos para toda organización evaluada por el laboratorio.



Caso 1: Se puede declarar que el organismo evaluado cumple con los parámetros expuestos en la normativa.

Caso 2: No es posible declarar si el organismo evaluado cumple o no con los parámetros expuestos en la normativa.

Caso 3: Se puede declarar que el organismo evaluado no cumple con los parámetros expuestos en la normativa.

8. Incertidumbre

La estimación de las incertidumbres de medición debe realizarse de acuerdo a las especificaciones de la norma ISO 12999-1.

Norma PNE-EN ISO 12999-1:2014. Acústica. Determinación y aplicación de las incertidumbres de medición en la acústica de edificios. Aislamiento Acústico.

9. Cálculo de los registros

9.1. Corrección del nivel de señal por ruido de fondo

El nivel de ruido de fondo debe estar al menos 6 dB, preferible más de 10 dB por debajo del nivel de señal y el ruido de fondo combinado, para cada banda de frecuencia.

$$L = 10 \lg(10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10})$$

L es el nivel de señal ajustado en dB.

L_{sb} es el nivel de la señal y el ruido de fondo combinado.

L_b es el nivel de ruido de fondo en dB.

Al obtener diferencias entre los niveles iguales e inferiores a 6 dB en cualquier banda de frecuencia. Se utiliza la corrección de 1,3 dB, misma que se deberá detallar que se la ha realizado en el informe, al igual que los valores límites de la medición.

9.2. Índice de reducción acústica aparente

Al encontrarnos con una fuente sonora, un altavoz, que se encuentra ubicado a un ángulo de incidencia de 45° y la posición del micrófono exterior está sobre la superficie del ensayo.

$$R'_{45^\circ} = L_{1,s} - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} - 1,5 \text{ dB}$$

S Área de la muestra de ensayo, en elementos de fachada S es igual al área del hueco de la pared donde está montado el elemento. En toda la fachada de un recinto de recepción, S es igual al área de la parte de la fachada que se puede ver desde el recinto receptor.

A Área de absorción equivalente del recinto receptor.

Aislamiento acústico al ruido aéreo de un elemento de construcción cuando la fuente sonora es el tráfico rodado y la posición del micrófono exterior está sobre la superficie de ensayo.

$$R'_{te,s} = L_{1,s} - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} - 3 \text{ dB}$$

S Área de la muestra de ensayo, en elementos de fachada S es igual al área del hueco de la pared donde está montado el elemento. En toda la fachada de un recinto de recepción, S es igual al área de la parte de la fachada que se puede ver desde el recinto receptor.

A Área de absorción equivalente del recinto receptor.

9.3. Diferencia de nivel

$$D_{2m} = L_{1,2m} - L_2 \text{ dB}$$

$D_{tr,2m}$ Ruido de tráfico como fuente de ruido.

$D_{tr,2m}$ Cuando se utiliza un altavoz.

9.4. Diferencia de niveles estandarizada

Normalizada a un valor de referencia del tiempo de reverberación en el recinto receptor.

$$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \lg \frac{T}{T_0} \text{ dB}$$

T Tiempo de reverberación en el recinto receptor

T_0 Tiempo de reverberación de referencia = 0,5 segundos.

$D_{tr,2m,nT}$ Ruido de tráfico como fuente de ruido.

$D_{tr,2m,nT}$ Cuando se utiliza un altavoz.

9.5. Diferencia de niveles normalizada

Normalizada a un valor de referencia del área de absorción en el recinto receptor.

$$D_{2m,n} = D_{2m} - 10 \lg \frac{A}{A_0}$$

A_0 Área de absorción de referencia para viviendas = 10 m².

$D_{tr,2m,n}$ Ruido de tráfico como fuente de ruido.

$D_{tr,2m,n}$ Cuando se utiliza un altavoz.

9.6. Área de absorción equivalente

Utiliza la fórmula de Sabine.

$$A = \frac{0,16V}{T} \text{ dB}$$

V Volumen del recinto receptor, en m³.

T Tiempo de reverberación en el recinto receptor.

9.7. Nivel de un suceso simple

Nivel de un suceso simple de un suceso de ruido discreto.

$$L_E = 10 \lg \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{P_0^2} dt \text{ (dB)}$$

$p(t)$ Presión en pascales de la acústica instantánea.

$t_2 - t_1$ Intervalo de tiempo determinado, suficientemente largo para incluir cualquier energía acústica significativa de un suceso determinado.

P_0 Presión acústica de referencia = 20 uPa

t_0 Duración de referencia = 1 segundo

9.8. Diferencia de nivel de un suceso simple

Diferencia del nivel de un suceso simple exterior y el nivel de un suceso simple promediado en el espacio y en el tiempo.

$$D_{E,2m} = L_{E1,2m} - L_{E2} \text{ dB}$$

$D_{rt,E,2m}$ Ruido de tráfico rodado como fuente de ruido.

$D_{at,E,2m}$ Ruido de tráfico aéreo como fuente de ruido.

9.9. Diferencia de nivel de un suceso simple estandarizado

Diferencia de nivel de un suceso simple que se estandariza a un valor de referencia del tiempo de reverberación en el recinto receptor.

$$D_{E,2m,nT} = D_{E,2m} + 10 \lg \frac{T}{T_0} \text{ dB}$$

$D_{at,E,2m,nT}$ Ruido de tráfico aéreo como fuente de ruido.

$D_{rt,E,2m,nT}$ Ruido de tráfico rodado como fuente de ruido.

9.10. Diferencia de nivel de un suceso simple normalizado

Diferencia de nivel de un suceso simple que se normaliza a un valor de referencia del área de absorción en el recinto receptor.

$$D_{E,2m,n} = D_{E,2m} - 10 \lg \frac{A}{A_0} \text{ dB}$$

$D_{at,E,2m,n}$ Ruido de tráfico aéreo como fuente de ruido.

$D_{rt,E,2m,n}$ Ruido de tráfico rodado como fuente de ruido.

9.11. Índice de reducción acústica aparente

Valor del aislamiento acústico al ruido aéreo de un elemento de construcción cuando la fuente de ruido es el tráfico aéreo y la posición del micrófono exterior está sobre la superficie de ensayo.

$$R'_{at,s} = L_{E1,s} - L_{E2} + 10 \lg \frac{S}{A} - 3 \text{ dB}$$

$L_{E1,s}$ Valor promedio espacial del nivel de un suceso simple sobre la superficie de la muestra de ensayo que incluye el efecto de las reflexiones procedentes de la muestra de ensayo y de la fachada.

L_{E2} Valor promedio del nivel de un suceso simple en el recinto receptor.

S Área de la muestra de ensayo.

A Área de absorción equivalente del recinto receptor.

Valor del aislamiento acústico al ruido aéreo de un elemento de construcción cuando la fuente de ruido es el tráfico ferroviario y la posición del micrófono exterior está sobre la superficie de ensayo.

$$R'_{rt,s} = L_{E1,s} - L_{E2} + 10 \lg \frac{S}{A} - 3 \text{ dB}$$

$L_{E1,s}$ Valor promedio espacial del nivel de un suceso simple sobre la superficie de la muestra de ensayo que incluye el efecto de las reflexiones procedentes de la muestra de ensayo y de la fachada.

L_{E2} Valor promedio del nivel de un suceso simple en el recinto receptor.

S Área de la muestra de ensayo.

A Área de absorción equivalente del recinto receptor.

10. Terminología

Tiempo de reverberación: Tiempo requerido por el nivel de presión acústica en un recinto para decrecer en 60 dB una vez que haya cesado la fuente sonora.

Nivel de ruido de fondo: Nivel de presión acústica medido en el recinto receptor debido a todas las fuentes, excepto el altavoz que se encuentra en el recinto emisor.

Separación: Superficie total del elemento separador del recinto de emisión y el recinto de recepción.

Separación común: Parte del elemento de separación que es común tanto en recinto emisor como el receptor.

ANEXO 10:

**Procedimiento de medición a
ruido ambiental
PGD06-AMB**

**Procedimiento para medición de ruido ambiental
PGD06-AMB**

Fecha de redacción:

Fecha de revisión:

Firmas:

Índice

1. Normas de referencia
2. Aclaración Previa
3. Equipo necesario
4. Procedimiento paso a paso
 - 4.1. Mapa de ubicación
 - 4.2. Determinación de puntos críticos de afectación (PCA) y sitios donde la FFR emita los niveles de presión sonora (NPS) más altos
 - 4.3. Revisión de condiciones ambientales
 - 4.4. Puntos de medición
 - 4.4.1. Posición de los puntos
 - 4.4.2. Número de puntos de medición
 - 4.5. Hoja de campo
 - 4.6. Verificación de calibración del sonómetro
 - 4.7. Ensayo para medición de ruido ambiental de fuente fija
 - 4.7.1. Métodos para la toma de muestras
 - 4.7.2. Medición de la respuesta de impulsividad
 - 4.8. Descarga de datos
 - 4.8.1. Capture Studio Editor
 - 4.9. Realización de informes
 - 4.9.1. Insulation Studio
5. Criterios de ensayo
6. Casos Especiales
7. Declaración de conformidad
8. Incertidumbre
9. Cálculos de los registros
 - 9.1. Convalidar la serie
 - 9.2. Sacar un promedio logarítmico de cada serie válida
 - 9.3. Ruido específico
 - 9.4. Corrección por baja frecuencia (Kbf)
 - 9.5. Corrección por impulsividad (Kimp)
 - 9.6. Nivel de presión sonora equivalente corregido (LKeq)
10. Terminología

1. Normas de referencia

Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente. TULSMA.

“Acuerdo ministerial No. 28 Anexo 5. 2015. Niveles máximos de emisión de vibraciones y metodología de medición”.

Este texto está enfocado principalmente en la preservación de la salud, del bienestar de las personas y del medio ambiente en general, de tal forma que establece parámetros para el control de contaminación en el agua, la remediación para suelos contaminados, emisiones al aire, preservación de ecosistemas y control de la contaminación acústica.

El anexo 5 de este texto indica los niveles máximos permitidos de emisión de ruido y especifica la metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles. Además, señala los niveles máximos de emisión de vibraciones y su metodología de medición.

2. Aclaración previa

La ley Tulsma es una ley de gestión ambiental aprobada en el año 2015, que considera al ruido como uno de los principales contaminantes ambientales. El cumplimiento de esta ley obliga a la realización de mediciones de fuentes fijas y móviles, la realización de mapas de ruido, y la medición de vibraciones, de tal forma que da pie a la realización de proyectos de aislamiento acústico.

El presente documento muestra el método para mediciones en fuentes fijas, es decir, en fuentes emisoras de ruido ubicadas dentro de los límites físicos y legales de un predio ubicado en un lugar determinado.

3. Equipo necesario

- Sonómetro CESVA SC310
- Calibrador acústico CESVA CB006
- Anemómetro

4. Procedimiento paso a paso

4.1. Mapa de ubicación

Hacer un mapa de ubicación de la fuente fija de ruido (FFR) señalando también otras fuentes emisoras de ruido (FER) observadas. El mapa también debe considerar la ubicación de los eventuales lugares de afectación y de las FFR ajenas en el entorno.

4.2. Determinación de puntos críticos de afectación (PCA) y sitios donde la FFR emita los niveles de presión sonora (NPS) más altos

Los puntos críticos de afectación se refieren a sitios o lugares cercanos a una FFR ocupados por receptores sensibles (humanos, fauna, etc.) que requieren condiciones de serenidad y tranquilidad. La definición de cercano en este procedimiento no se refiere a distancia en metros, sino a sitios o lugares en los cuales se escucha el ruido proveniente de una FFR.

Los puntos críticos de afectación (PCA) y sitios donde la FFR emita los niveles de presión sonora más altos son determinados en base a estudios y evaluaciones ambientales. En caso de no existir una evaluación ambiental se tendrá que realizar un sondeo del nivel de ruido específico en el perímetro exterior de la FFR para poder definir los puntos de medición.

4.3. Revisión de condiciones ambientales

Las mediciones no deben realizarse en condiciones que puedan afectar el proceso de medición, tales como la presencia de lluvia o de truenos.

Con un Anemómetro se debe medir la velocidad del viento. Las mediciones sólo se llevarán a cabo cuando la velocidad del viento sea igual o menor a 5 m/s.

Nota: El micrófono será protegido con la pantalla protectora contra el viento en las mediciones.

4.4. Puntos de medición

Considerar la ubicación de los puntos de medición, una vez obtenidos estos puntos, se debe tomar la posición de los mismos e incluirlos en la hoja de campo. La ubicación de los puntos de medición y número de posiciones se toman en función de los criterios especificados en la TULSMA.

4.4.1. Posición de los puntos

La posición de los puntos de medición se determina a través de los siguientes criterios:

- En los puntos críticos de afectación (PCA).
- En sitios y momentos donde la FFR emita los niveles de presión sonora (NPS) más altos en el perímetro exterior (fuera del lindero).
- Por los menos a una distancia de 3 m de una superficie reflectante.
- A una altura igual o superior a 1,5 m del suelo.
- El micrófono va estar direccionado hacia la fuente con una inclinación de 45 a 90 grados, sobre su plano horizontal.

Nota: Al realizar la medición, el operador debe estar alejado del equipo, al menos un metro.

4.4.2. Número de puntos de medición

No se fija un número mínimo de puntos de medición, este número se determina a través de los siguientes criterios:

- Tomando en cuenta los puntos críticos de afectación (PCA) cercanos a la FFR.
- Tomando en cuenta los niveles de presión sonora (NPS) más altos en el perímetro exterior (fuera del lindero).

4.5. Hoja de campo

Se debe llenar los datos especificados en la hoja de campo de ruido ambiental conforme vaya avanzando el ensayo. La hoja de campo debe tener la siguiente información:

- Nombre del técnico evaluador a cargo de la medición (representante de LIA-UDLA).
- Datos generales de la empresa o persona que ordenó el ensayo (cliente): Nombre, dirección, indicativo referencial, correo o teléfono de contacto.
- Dirección del lugar donde se realiza el ensayo (en caso de que no sea la misma dirección del cliente).
- Fecha del ensayo.
- Hora de inicio y hora de finalización del ensayo.
- Condiciones Meteorológicas (como Lluvia, velocidad del viento, etc.)

- Croquis del mapa de ubicación de la FFR señalando también otras fuentes emisoras de ruido, PCA, FFR ajenas en el entorno, y ubicación de los puntos de medición.
- Descripción del ruido específico evaluado y fuentes que contribuyen al ruido residual.
- Breve descripción de la instrumentación utilizada.
- Verificación de calibración inicial y final.
- Métodos usados (15 seg. o 5 seg.)
- Apartado de memoria para el registro de cada punto de medición para el ensayo de máquina de impactos y tiempo de reverberación.
- Observaciones.

Nota: Se debe tomar fotografías de los recintos y de algunos procesos llevados a cabo durante el ensayo, estos podrán ser de utilidad como referencias visuales.

4.6. Verificación de calibración del sonómetro

Antes de iniciar y al finalizar el ensayo, se debe hacer una verificación de calibración del sonómetro, mediante el siguiente proceso:

- 1) Se coloca el calibrador sobre la cápsula del micrófono.
- 2) Se enciende el calibrador, al hacer esto el calibrador genera un tono de 1kHz a 94 dB.
- 3) Se comprueba que el sonómetro marque aproximadamente 94 dB a 1 kHz.

Nota: Si el sonómetro está calibrado no puede marcar más o menos 0,5 de diferencia con respecto a 94 dB.

4.7. Ensayo para medición de ruido ambiental de fuente fija

Una vez realizados los procesos anteriores, se comienza con el ensayo, usando los puntos de medición marcados. Cada medición debe efectuarse cuando la FFR emita los NPS más altos en cada punto de medición, en condiciones normales de funcionamiento y cuando el ruido residual influya de manera mínima en el ruido total, es decir, que la contribución del ruido específico de la FFR en el ruido total sea máxima.

Nota: El sonómetro debe estar configurado de tal manera que nos entregue los niveles equivalentes (Leq) en ponderación A y C, a tal manera que se pueda reportar el NPS mínimo (LAmin) y el NPS máximo (LAmax).

4.7.1. Métodos para la toma de muestras

El laboratorio está en libertad, de escoger el método para la toma de muestras según lo requiera. Las muestras serán tomadas en cada punto de medición.

- **Método de 15 segundos**

Se tomarán un mínimo de 5 muestras de 15 segundos cada una.

- **Método de 5 segundos**

Se tomarán un mínimo de 10 muestras de 5 segundos cada una.

Se utilizará el mismo método (Leq 15s o Leq 5s) para medir el ruido total y el residual. La serie de muestras reportadas se considerará válida, cuando la diferencia entre los valores extremos obtenidos en ella, sea menor o igual a 4 dB.

Nota 1: El laboratorio tomará 3 o 4 muestras extras del método escogido, con el fin de asegurar que la serie de muestras sea válida.

Nota 2: Se debe anotar en el apartado de memoria de la hoja de campo la hora y el registro de cada muestra tomada durante el ensayo.

4.7.2. Medición de la respuesta de impulsividad

La medición de la respuesta de impulsividad del ruido es necesaria para realizar una corrección de los resultados debido al ruido impulsivo.

El sonómetro CESVA SC310 tiene la desventaja de no poder medir los niveles equivalentes en ponderación A y C y la respuesta de impulsividad en una sola configuración, por lo que la medición según el método para la toma de muestras escogido, se repetirá bajo las mismas condiciones y en los mismos puntos de medición para registrar las respuesta de impulsividad del ruido residual y total.

Nota: Al finalizar el ensayo no hay que olvidar hacer la verificación de calibración del sonómetro.

4.8. Descarga de Datos

4.8.1. Capture Studio Editor

Una vez instalado el software conectaremos el sonómetro mediante un puerto usb al ordenador, al abrir el programa tenemos la siguiente pantalla inicial.



Figura 1. Pantalla inicial Capture Studio Editor.

A continuación en el menú configuración PC damos click en el submenú carpeta de trabajo indicando de esta manera el lugar donde se almacenará las memorias del sonómetro.

Posteriormente en el menú archivo damos click en la opción nueva sesión para configurar el conexionado eligiendo el modelo del sonómetro y el puerto que está utilizando.



Figura 2. Configuración de la conexión.

Una vez concluida la configuración, podemos visualizar el área de trabajo.

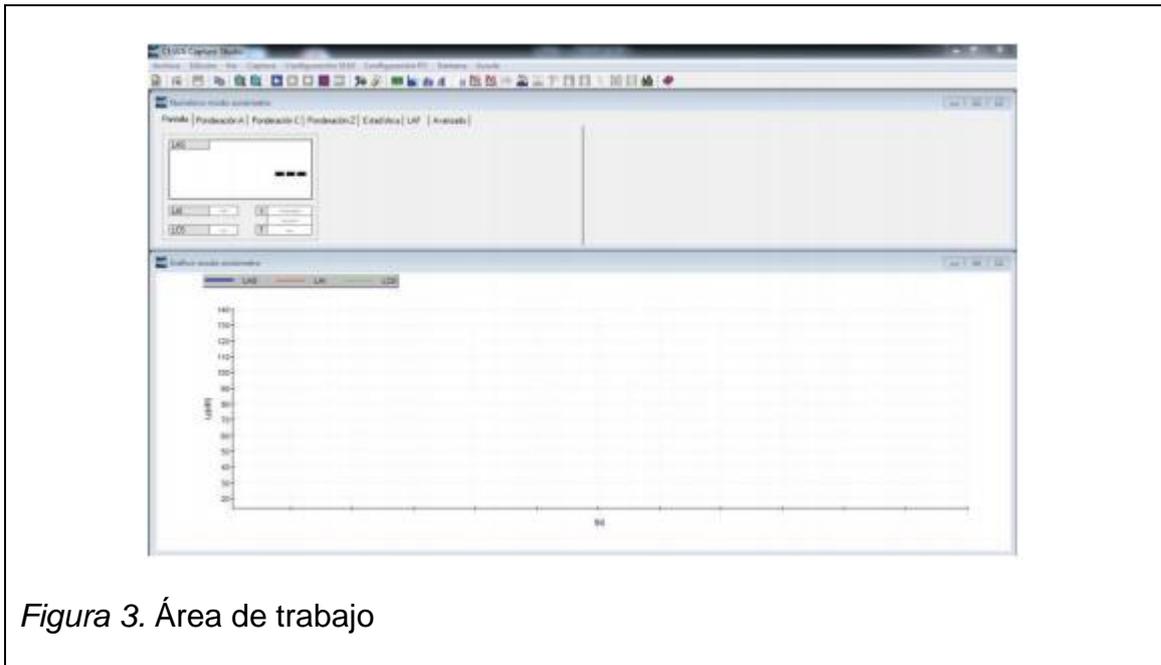


Figura 3. Área de trabajo

Al encontrarnos en el área de trabajo buscamos la opción recibir registros que se encuentra en el menú captura (submenú memoria)



Figura 4. Carga de los procesos

Al terminar el proceso de registro los datos obtenidos se encontrarán en la carpeta de trabajo dando por finalizada la descarga de los datos.

Finalmente se puede apagar y desconectar el sonómetro.

4.9. Realización de informes

4.9.1. Insulation Studio

Luego de haber realizado el punto anterior se abre el software insulation studio.

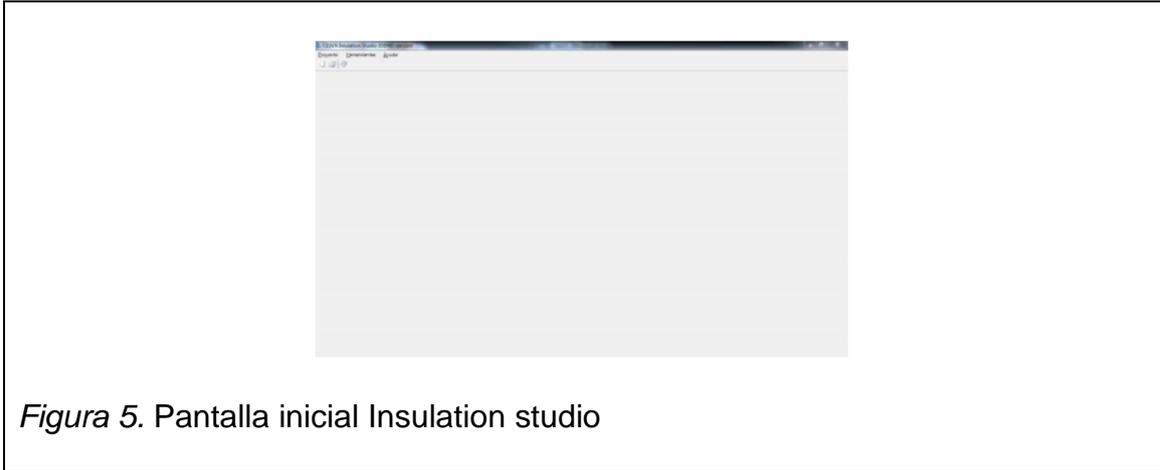


Figura 5. Pantalla inicial Insulation studio

A continuación dirigirse al menú proyecto opción nuevo y dar click, apareciendo el siguiente formulario:

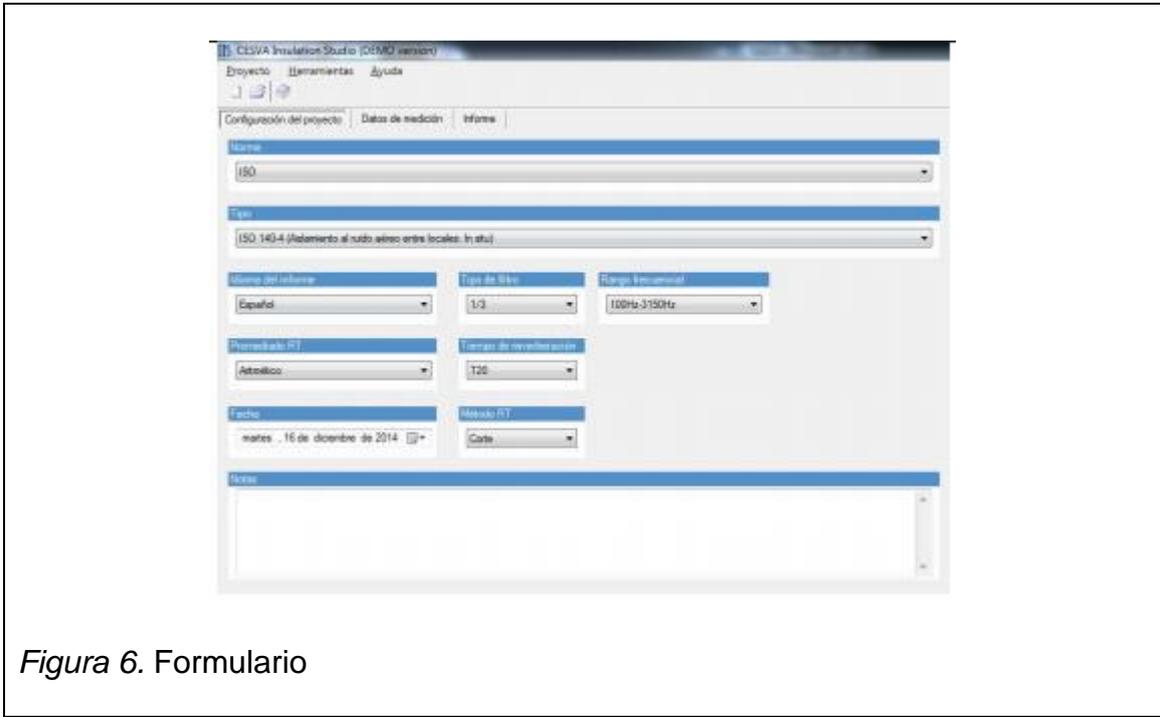


Figura 6. Formulario

Se debe completar los campos según sea el caso.

Al dar click en la opción datos de medición se mostrará una área de trabajo como la siguiente:



Figura 7. Área de trabajo Insulation Studio

Ubicamos el click en la carpeta abrir, desplegándose una ventana mediante la cual podremos señalar los registros obtenidos, indicando el tipo de archivo en la parte inferior derecha de la ventana. En este caso se seleccionan los registros dando click en abrir.

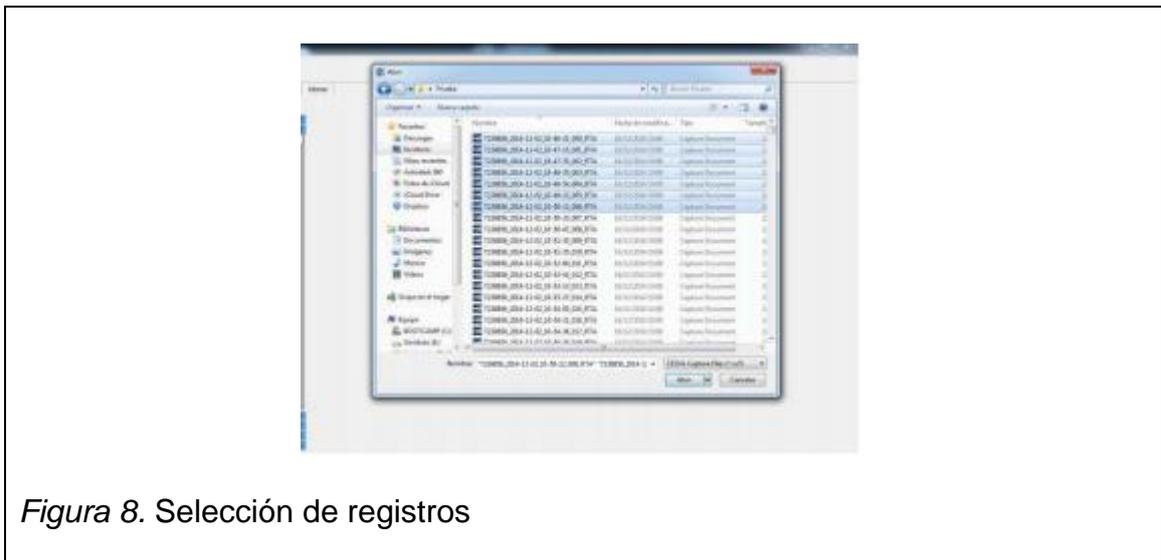


Figura 8. Selección de registros

Inmediatamente aparecerá una ventana preguntando si deseamos configurar cada espectro, al aceptar la pregunta podremos verificar si existe alguna irregularidad en las mediciones por lo que daremos click en Sí.



Figura 9. Entrada de datos

Verificamos todos los datos seleccionados.

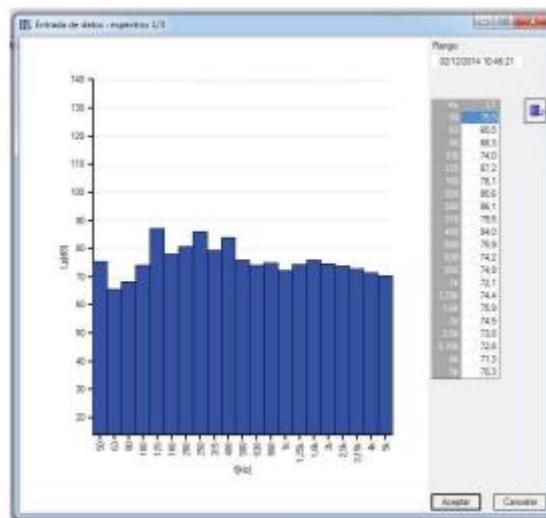


Figura 10. Verificación de datos

Posteriormente seleccionamos todos los registros que aparecen en el área de trabajo dando click en la opción visualizar se pueden observar todos los espectros en una tabla.

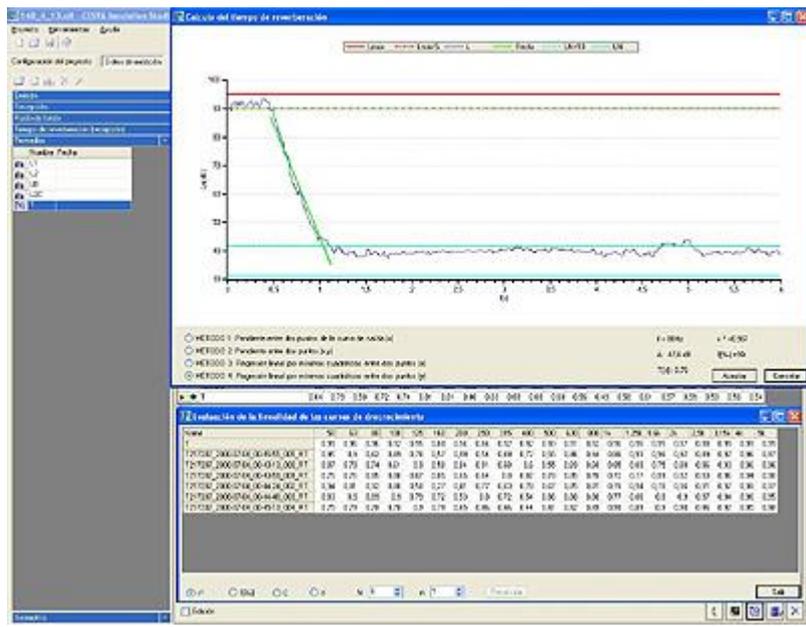


Figura 11. Espectro y registros.

La tabla nos muestra la ubicación de todos los datos en filas y en columnas, al seleccionar la tabla damos click derecho y damos click en la opción copiar.

Después se abre una hoja de cálculo de Excel para copiar los registros de la medición, procedemos a pegarlos dentro de la hoja para tener los datos listos a analizarse.

Por último se da click en la pestaña informe.

5. Criterios de ensayo

Para la aplicación de este procedimiento se aplican los siguientes horarios:

- Diurno: De las 07:01 a las 21:00 horas.
- Nocturno: De las 21H00 a las 07:00 horas.

El nivel de presión sonora equivalente corregido (LKeq) en decibeles, obtenido por la evaluación de ruido ambiental en fuente fija no tendrá que sobrepasar los valores mostrados en la siguiente tabla:

NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR		
Uso de suelo	LKeq (dB)	
	Periodo Diurno	Periodo Nocturno
	07:01 hasta 21:00 horas	21:01 hasta 07:00 horas
Residencial (R1)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el LKeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación. Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + ID2 LKeq para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45dB.	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación del LKeq para estos casos se lo llevara a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.	

Figura 12. Niveles máximos de emisión de ruido para FFR

La FFR deberá cumplir con los niveles máximos de emisión de ruido en los puntos de medición establecidos en el ensayo de ruido ambiental. La administración municipal correspondiente es la encargada de indicar por medio de un certificado el uso de suelo especificado en el que se encuentre ubicada la FFR.

En el caso de un conflicto o inexistencia del uso de suelo, la Autoridad Ambiental Competente establecerá el máximo nivel de emisión de la FFR en función de los PCA. Si la autoridad no puede establecer el máximo nivel de emisión se usará el criterio de preservación de bienestar y salud de las personas y el medio ambiente.

A continuación se muestra los usos de suelo:

Uso Residencial (R1)

Su destino principal es la vivienda humana permanente. Los usos compatibles, actividades complementarias y condicionadas a este uso deberán cumplir con los niveles máximos de emisión de ruido para este uso de suelo.

Además, el nivel máximo de emisión para uso residencial aplica al uso de suelo destinado a resguardar elementos o edificaciones que forman parte del legado histórico o con un valor patrimonial que requieren preservarse y recuperarse.

Uso Industrial (ID)

Su destino son las actividades de elaboración, transformación, tratamiento y manipulación de insumos en general para producir bienes o productos materiales. Hay 4 tipos de suelos industriales.

Industrial 1 (ID1)

Son los asentamientos industriales y procesos cuyos niveles de contaminación sonora generados al medio ambiente, son no significativos.

Industrial 2 (ID2)

Son los asentamientos industriales y procesos cuyos niveles de contaminación sonora generados al medio ambiente, son de bajo impacto.

Industrial 3 (ID3)

Son los asentamientos industriales y procesos cuyos niveles de contaminación sonora generados al medio ambiente, son de mediano impacto.

Industrial 4 (ID4)

Son los asentamientos industriales y procesos cuyos niveles de contaminación sonora generados al medio ambiente, son de alto impacto y/o de riesgo ambiental.

Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)

Su destino son los procesos e instalaciones que generen bienes y servicios vinculados a la satisfacción de las necesidades de desarrollo social, como: salud, educación, cultura, bienestar social, recreación y deporte, religioso, etc.

Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)

Su destino son los procesos de carácter de gestión y los destinados al mantenimiento del territorio y sus estructuras, como: seguridad ciudadana,

servicios de la administración pública, servicios funerarios, transporte, instalaciones de infraestructura, etc.

Uso Comercio (CM)

Su destino son los procesos de intercambio de bienes y servicios en diferentes escalas y coberturas. Por su naturaleza y su radio de influencia se los puede integrar en: comercial y de servicio barrial, comercial y de servicio sectorial, comercial y de servicios zonal, comercial y de servicios de ciudad.

Uso Agrícola Residencial (AR)

Son áreas y asentamientos humanos relacionados con las actividades agrícolas, pecuarias, forestales, piscícolas, etc.

Uso Protección Ecológica (PE)

Son las áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, al Sistema Nacional de Bosques Protectores, a los manglares, los humedales, páramos, etc.

Uso Recursos Naturales (RN)

Son las áreas destinadas al manejo, extracción y transformación de recursos naturales renovables y no renovables.

Uso Múltiple (MT)

Compuesto por 2 o más usos de suelo.

6. Casos especiales

Metodología para determinar el LKeq en usos de suelo Protección Ecológica (PE) y Recursos Naturales (RN)

Los niveles máximos de emisión de ruido (LKeq) para la FFR posicionada en usos de suelo PE y RN serán determinados, por la Autoridad Ambiental Nacional en función del nivel de ruido ambiental natural existente en el área donde esté asentada (o donde se asentara) la FFR.

En este caso la determinación del cumplimiento del LKeq por parte de la FFR se lo realizará en los sitios donde existan PCA.

El LK_{eq} se dará de acuerdo a la siguiente tabla:

Periodo Diurno		Comentario
LK _{eq}		
LA90 más bajo medido durante el periodo día más corrección (dB):	Corrección (dB)	La Autoridad Ambiental Nacional determinara la corrección más apropiada dependiendo del caso, siendo: LK _{eq} = LA90 + 10dB (Es el nivel más permisible) LK _{eq} = LA90 - 10dB (Es el nivel más restrictivo)
	10	
	5	
	0	
	-5	
-10		
Periodo Nocturno		
LK _{eq}		
LA90 más bajo medido durante el periodo nocturno más corrección (dB):	Corrección (dB)	
	10	
	5	
	0	
	-5	
-10		

Figura 13. LK_{eq} para PE y RN

Es obligación de la FFR hacer un análisis del nivel de ruido ambiental natural existente en el área. Este estudio debe determinar los niveles de ruido ambiental natural típicos (sin lluvias u otro ruido dominante ajeno al que existe naturalmente) para los periodos diurno y nocturno.

Es requerido como mínimo un punto de medición, las muestras duraran aproximadamente un tiempo de 15 minutos, en consecuencia cada hora tendrá 4 muestras y en 24 horas habrá 96 muestras. Para cada muestra determinará los siguientes parámetros acústicos: LA_{eq}, LA90, LA 10, LA_{max} y LA_{min}. Además, es recomendable registrar los valores Leq por tercios de octava de cada muestra.

Los niveles de ruido ambiental natural de cada hora no necesariamente deben ser determinados en un solo día de medición. Si por ejemplo llueve a una cierta hora y debido a esto no se puede hacer la medición, se podrá volver a medir a esa hora en otro día. Lo que interesa es conseguir datos de niveles típicos para las 24 horas del día.

7. Declaración de conformidad

LIA-UDLA, declara que el ensayo de ruido ambiental, se ha realizado bajo la disposición de calidad de la normativa ISO/IEC 17025, mediante las especificaciones técnicas indicadas en la normativa TULSMA. Se puede resaltar que los resultados del ensayo se validan de acuerdo a lo siguiente:

El valor numérico de los límites superior e inferior de la incertidumbre de la magnitud con la cual se evalúa el cumplimiento debe ser dado como máximo dos cifras significativas, de tal forma que se establecen 3 casos para toda organización evaluada por el laboratorio.

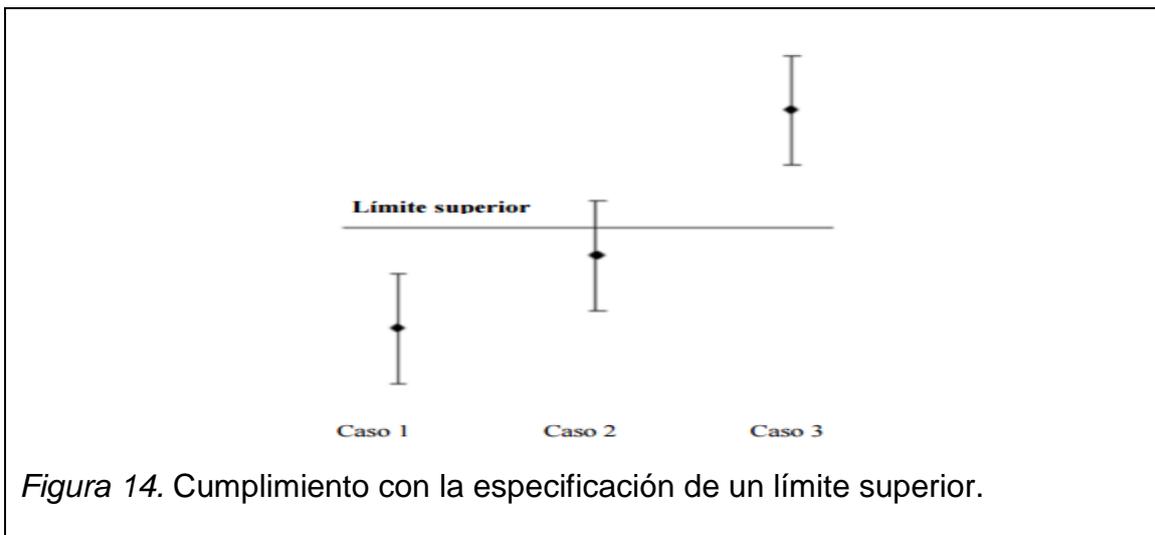


Figura 14. Cumplimiento con la especificación de un límite superior.

Caso 1: Se puede declarar que el organismo evaluado cumple con los parámetros expuestos en la normativa.

Caso 2: No es posible declarar si el organismo evaluado cumple o no con los parámetros expuestos en la normativa.

Caso 3: Se puede declarar que el organismo evaluado no cumple con los parámetros expuestos en la normativa.

8. Incertidumbre

La estimación de las incertidumbres de medición debe realizarse de acuerdo a las especificaciones de la norma ISO 1996-2.

Norma UNE-ISO 1996-2:2009. Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Determinación de los niveles de ruido ambiental.

9. Cálculos de los registros

9.1. Convalidar la serie

Para convalidar las muestras de ruido total y ruido residual tomadas en cada punto de medición se siguen los siguientes pasos:

- 1) Se toma los niveles equivalentes obtenidos en ponderación A (LAeq) de cada muestra de un punto de medición.
- 2) Se escoge el mayor y el menor de los valores obtenidos.
- 3) Se hace una diferencia entre los valores. Para que la serie sea válida debe haber una diferencia menor o igual 4 dB.

Nota: Si hay una diferencia mayor a 4 dB la muestra con menor valor se elimina, hasta que se cumpla la serie, con lo cual es obligatorio tomar muestras de respaldo.

9.2. Sacar un promedio logarítmico de cada serie válida

Se saca un promedio logarítmico para ruido residual y total de los siguientes valores:

- a) Niveles equivalentes en ponderación A (LAeq) de las series válidas.
- b) Niveles equivalentes en ponderación C (LCeq) de las series válidas.
- c) Niveles equivalentes de impulsividad (Lleq).

A continuación se muestra la fórmula general del promedio logarítmico:

$$Li = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{Li}{10}} \right) \text{ dB}$$

Siendo “n” el número de muestras.

9.3. Ruido específico

Con los valores obtenidos por promedio logarítmico LAeq, LCeq y Lleq se sigue los siguientes pasos:

- 1) Se resta los valores del ruido total promedio y ruido residual promedio de LAeq, LCeq y Lleq.

$$\Delta L = \text{Ruido total promedio} - \text{Ruido residual promedio}$$

- 2) Se obtiene el valor de corrección por ruido residual (K) para todos los valores obtenidos al restar el ruido total promedio y el ruido residual promedio, mediante la siguiente fórmula.

$$K = -10 \log (1 - 10^{-0.1\Delta L})$$

- 3) Se obtiene el ruido específico (Le) al restar los valores obtenidos de ponderación A del ruido total promedio y K.

$$\text{Ruido específico} = \text{Ruido Total} - K$$

9.4. Corrección por baja frecuencia (Kbf)

- 1) Se obtiene el el valor LCe al restar los valores obtenidos de ponderación C del ruido total promedio y K.
- 2) Se realiza una corrección a baja frecuencia del ruido específico al restar LCe - Le.
- 3) Se determina el valor de Kbf bajo los siguientes criterios

- Si la resta entre LCe y Le es menor o igual a 10, Kbf es equivalente a 0.
- Si la resta entre LCe y Le es mayor que 10 y menor o igual que 15, Kbf es equivalente a 3.
- Si la resta entre LCe y Le es mayor que 15, Kbf es equivalente a 6.

9.5. Corrección por impulsividad (Kimp)

- 4) Se obtiene el el valor Lle al restar los valores obtenidos de impulsividad del ruido total promedio y K.
- 5) Se realiza una corrección por impulsividad del ruido específico al restar Lle - Le.
- 6) Se determina el valor de Kimp bajo los siguientes criterios

- Si la resta entre Lle y Le es menor o igual a 10, Kbf es equivalente a 0.
- Si la resta entre Lle y Le es mayor que 10 y menor o igual que 15, Kbf es equivalente a 3.
- Si la resta entre Lle y Le es mayor que 15, Kbf es equivalente a 6.

9.6. Nivel de presión sonora equivalente corregido (LKeq)

Valor en ponderación A que se obtiene de la suma del ruido específico (Le), la corrección por baja frecuencia (Kbf) y la corrección por impulsividad (Kimp).

$$LKeq = Le + Kbf + Kimp$$

10. Terminología

FFR (Fuente fija de ruido): Fuente emisora de ruido o conjunto de fuentes emisoras de ruido ubicadas en los límites físicos y legales de un predio posicionado en un sitio determinado.

FER (Fuente emisora de ruido): Tarea, operación o proceso que genera o emisiones de ruido al ambiente, incluyendo ruido proveniente de seres vivos.

LA90: Índice acústico estadístico que cuantifica el nivel excedido durante el 90% del tiempo de medición.

LA10: Índice acústico estadístico que cuantifica el nivel excedido durante el 10% del tiempo de medición.

Ruido Ambiental Natural: Ruido producido espontáneamente a causa de la naturaleza existente en una zona (ríos, flora, fauna, etc.) y donde la contribución humana al ruido es insignificante. Esta definición se aplica para usos de suelo PE y RN.

PCA (Puntos críticos de afectación): Sitios donde se escucha el ruido proveniente de una FFR ocupados por receptores sensibles (humanos, fauna, etc.) que requieren condiciones de serenidad y tranquilidad.

Ruido específico: Ruido emitido por una FFR o una FMR. Es el que se evalúa para efectos del cumplimiento de los niveles máximos de emisión de ruido establecidos en la norma TULSMA por medio del Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente Corregido (LKeq).

Ruido residual: Ruido existente en el entorno donde se ejecuta el ensayo en ausencia del ruido específico en el instante de la medición.

Ruido total: Ruido formado por el ruido específico y el ruido residual.

Ruido impulsivo: Ruido formado por rápidos incrementos importantes del NPS. Un ruido impulsivo por lo general dura menos de un segundo.

Uso de suelo: Destino asignado a los predios vinculado con todos los procesos a ser desarrollados.

ANEXO 11:

**Procedimiento de medición
de vibraciones en
edificaciones
PGD06-VIB**

**Procedimiento para medición de vibraciones en edificaciones
PGD06-VIB**

Fecha de redacción:

Fecha de revisión:

Firmas:

Índice

1. Normas de referencia
2. Aclaración Previa
3. Equipo necesario
4. Procedimiento paso a paso
 - 4.1. Dimensionamiento del recinto
 - 4.2. Ubicación de los puntos
 - 4.3. Hoja de Campo
 - 4.4. Verificación de calibración
 - 4.5. Ensayo de Vibración
 - 4.5.1. Método para la toma de muestras
 - 4.6. Descarga de datos
 - 4.6.1. Capture Studio Editor
 - 4.7. Realización de informes
 - 4.7.1. Insulation Studio
5. Criterios de ensayo
6. Declaración de conformidad
7. Incertidumbre
8. Cálculos de los registros
 - 8.1. Índice de vibración (Law)
 - 8.2. Valor de la señal de la aceleración
9. Terminología

1. Normas de referencia

Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente. TULSMA.

“Acuerdo ministerial No. 28 Anexo 5. 2015. Niveles máximos de emisión de vibraciones y metodología de medición”.

Este texto está enfocado principalmente en la preservación de la salud, del bienestar de las personas y del medio ambiente en general, de tal forma que establece parámetros para el control de contaminación en el agua, la remediación para suelos contaminados, emisiones al aire, preservación de ecosistemas y control de la contaminación acústica.

El anexo 5 de este texto indica los niveles máximos permitidos de emisión de ruido y especifica la metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles. Además, señala los niveles máximos de emisión de vibraciones y su metodología de medición.

2. Aclaración previa

La ley Tulsma es una ley de gestión ambiental aprobada en el año 2015, que considera al ruido como uno de los principales contaminantes ambientales. El cumplimiento de esta ley obliga a la realización de mediciones de fuentes fijas y móviles, la realización de mapas de ruido, y la medición de vibraciones, de tal forma que da pie a la realización de proyectos de aislamiento acústico.

El presente documento muestra el método para mediciones de vibraciones transmitidas al espacio interior habitable de edificaciones.

3. Equipo necesario

- Vibrómetro triaxial Cesva VC431
- Calibrador para analizadores de vibraciones/ multi-frecuencia Cesva CV211.
- Acelerómetro Cesva AC032

4. Procedimiento paso a paso

Para la evaluación de vibraciones en edificaciones, el laboratorio excluirá el procedimiento por vibraciones producidas por voladuras, al no contar con el equipamiento óptimo para realizarlas, este tipo de procedimiento a diferencia

del resto de ensayos se realizará únicamente al presentarse una orden judicial. A continuación se muestra el procedimiento paso por paso.

4.1. Dimensionamiento del recinto

Tomar medidas de las dimensiones (largo, ancho y profundidad) del recinto en donde se presente las molestias causadas por vibración, mediante un flexómetro o distanciometro para la realización de un croquis arquitectónico, en el que se tomara en cuenta la ubicación, y tamaño de puertas y ventanas. Tomar en consideración la superficie o superficies sobre las cuales se realiza la evaluación (aquella que esté expuesta a la vibración). Una vez obtenidas las dimensiones se calculará la superficie total y el volumen del recinto.

4.2. Ubicación de los puntos

Los puntos de medición serán colocados sobre el suelo del recinto del receptor, la ubicación y número de puntos se determinará en función de los lugares que se determinen como posibles focos de vibración (lugares donde se presenten una mayor molestia), una vez obtenidos estos puntos, se debe tomar las medidas de los mismos e incluirlos en la hoja de campo.

4.3. Hoja de campo

Se debe llenar los datos especificados en la hoja de campo de vibración en edificaciones conforme vaya avanzando el ensayo. La hoja de campo debe tener la siguiente información:

- Nombre del técnico evaluador a cargo de la medición (representante de LIA-UDLA).
- Datos generales de la empresa o persona que ordenó el ensayo (cliente): Nombre, dirección, indicativo referencial, correo o teléfono de contacto.
- Dirección del lugar donde se realiza el ensayo (en caso de que no sea la misma dirección del cliente).
- Fecha del ensayo.
- Hora de inicio y hora de finalización del ensayo.
- Croquis del lugar con ubicación de los puntos de medición.
- Descripción de la fuente de vibración evaluada.
- Breve descripción de la instrumentación utilizada.
- Verificación de calibración inicial y final.
- Apartado de memoria para el registro de cada punto de medición.
- Observaciones.

Nota: Se debe tomar fotografías del recinto y de algunos procesos llevados a cabo durante el ensayo, estos podrán ser de utilidad como referencias visuales.

4.4. Verificación de calibración

El calibrador de vibraciones multifrecuencia CESVA CV211 permite verificar vibrómetros generando 5 niveles de vibración: 15,915 Hz, 40 Hz, 80 Hz, 159,15 Hz, 320 Hz, 640 Hz y 1280 Hz. Permite acelerómetros de hasta 500 g de peso.

Con la ayuda de la siguiente tabla se pueden observar las distintas combinaciones:

Tabla 1. Especificaciones del calibrador CESVA CV211

Frecuencia (Hz)	15,915	40	80	159,15	320	640	1280
Aceleración (RMS)	1	1	1	1	1	1	1
(m/s ²)	2	2	2	2	2	2	2
		5	5	5	5	5	5
			10	10	10	10	10
				20	20	20	20

4.5. Ensayo para vibración

Una vez realizados los procesos anteriores, se comienza con el ensayo, usando los puntos de medición marcados. El acelerómetro se colocará de forma que la unión con la superficie de vibración sea lo más rígida posible. Cada medición debe efectuarse en los momentos que se presente una mayor molestia, en condiciones normales de funcionamiento.

Nota 1: Las mediciones se realizarán con un acelerómetro triaxial, en las tres direcciones ortogonales simultáneamente, se registrará el valor medio de la aceleración (a_w), obteniendo el valor eficaz de aceleración en cada una de las direcciones y el índice de evaluación como suma cuadrática. El criterio de valoración está comprendido entre 1 a 80 Hz, en bandas de un tercio de octava con la ponderación W_m correspondiente.

4.5.1. Método para la toma de muestras

- 1) Se coloca el acelerómetro en el primer punto de medición marcado.
- 2) Se espera hasta que la fuente vibratoria entre en funcionamiento y las vibraciones generadas se estabilicen.
- 3) Se procede a la medición por un tiempo aproximado de un minuto.

- 4) Se guarda el registro de la medición en la memoria del vibrómetro.
- 5) Se espera hasta que la fuente vibratoria deje de funcionar.
- 6) Se realiza la medición durante al menos un minuto, con la fuente sin funcionar y en el mismo punto marcado.
- 7) Se guarda el registro de la medición en la memoria del vibrómetro.
- 8) Se repiten los mismos procesos por un mínimo de 3 veces y un máximo de 5 veces, hasta obtener 3 valores consecutivos que no difieran entre sí, en más de 2 dB.
- 9) Se repiten los mismos procesos para los puntos restantes de medición.

Nota 1: Se debe anotar en el apartado de memoria de la hoja de campo la hora y el registro de cada medición hecha durante el ensayo.

Nota 2: Al finalizar el ensayo no hay que olvidar hacer la verificación de calibración del acelerómetro.

4.6. Descarga de datos

4.6.1. Capture Studio Editor

Una vez instalado el software conectaremos el vibrómetro mediante un puerto USB al ordenador, al abrir el programa tenemos la siguiente pantalla inicial.



Figura 1. Pantalla inicial Capture Studio Editor.

A continuación en el menú configuración PC damos click en el submenú carpeta de trabajo indicando de esta manera el lugar donde se almacenará las memorias del vibrómetro.

Posteriormente en el menú archivo damos click en la opción nueva sesión para configurar el conexionado eligiendo el modelo del vibrómetro y el puerto que está utilizando.



Figura 2. Configuración de la conexión.

Una vez concluida la configuración, podemos visualizar el área de trabajo.

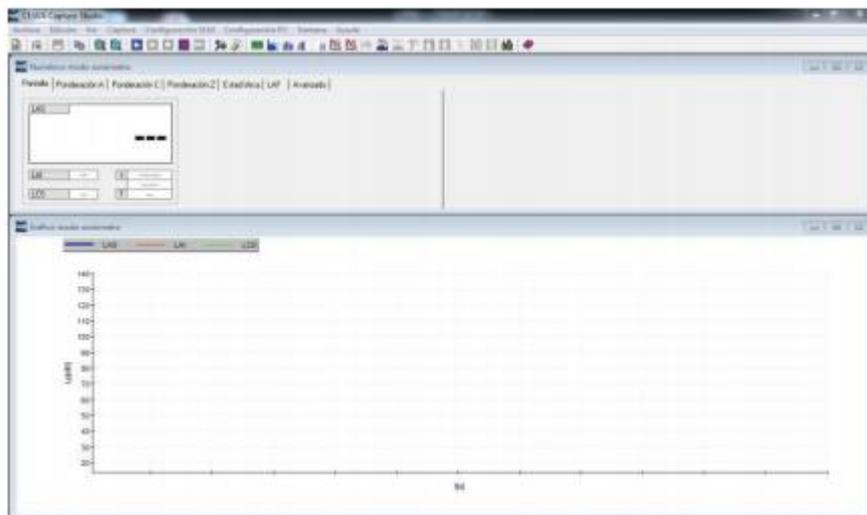


Figura 3. Área de trabajo

Al encontrarnos en el área de trabajo buscamos la opción recibir registros que se encuentra en el menú captura (submenú memoria)



Figura 4. Carga de los procesos

Al terminar el proceso de registro los datos obtenidos se encontrarán en la carpeta de trabajo dando por finalizada la descarga de los datos.

Finalmente se puede apagar y desconectar el vibrómetro.

4.7. Realización de informes

4.7.1. Insulation studio

Luego de haber realizado el punto anterior se abre el software insulation studio.

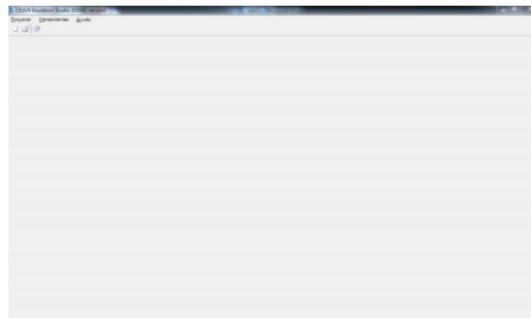


Figura 5. Pantalla inicial Insulation studio

A continuación dirigirse al menú proyecto opción nuevo y dar click, apareciendo el siguiente formulario:

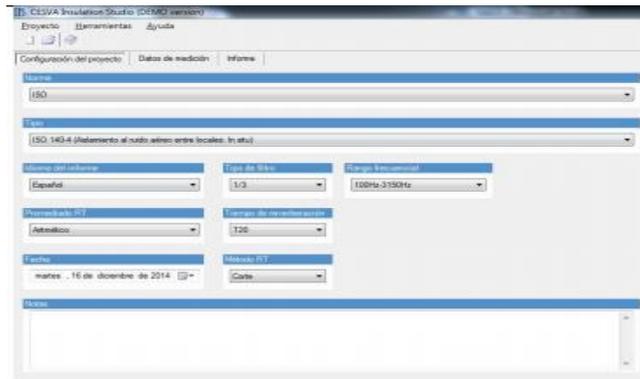


Figura 6. Formulario

Se debe completar los campos según sea el caso.

Al dar click en la opción datos de medición se mostrará una área de trabajo como la siguiente:



Figura 7. Área de trabajo Insulation Studio

Ubicamos el click en la carpeta abrir, desplegándose una ventana mediante la cual podremos señalar los registros obtenidos, indicando el tipo de archivo en la parte inferior derecha de la ventana. En este caso se seleccionan los registros dando click en abrir.



Figura 8. Selección de registros

Inmediatamente aparecerá una ventana preguntando si deseamos configurar cada espectro, al aceptar la pregunta podremos verificar si existe alguna irregularidad en las mediciones por lo que daremos click en Sí.



Figura 9. Entrada de datos

Verificamos todos los datos seleccionados.

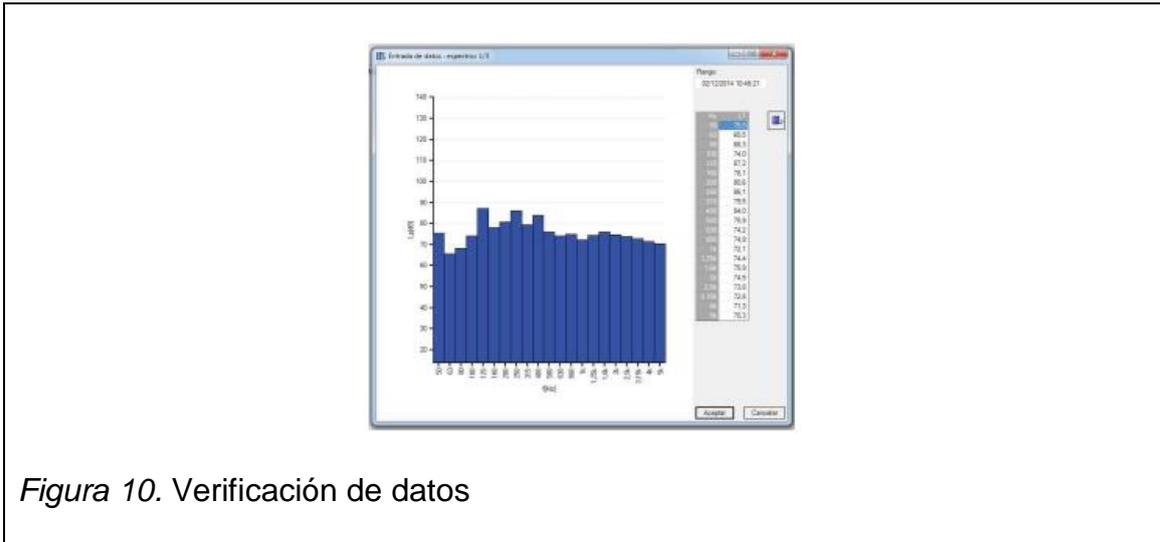


Figura 10. Verificación de datos

Posteriormente seleccionamos todos los registros que aparecen en el área de trabajo dando click en la opción visualizar se pueden observar todos los espectros en una tabla.

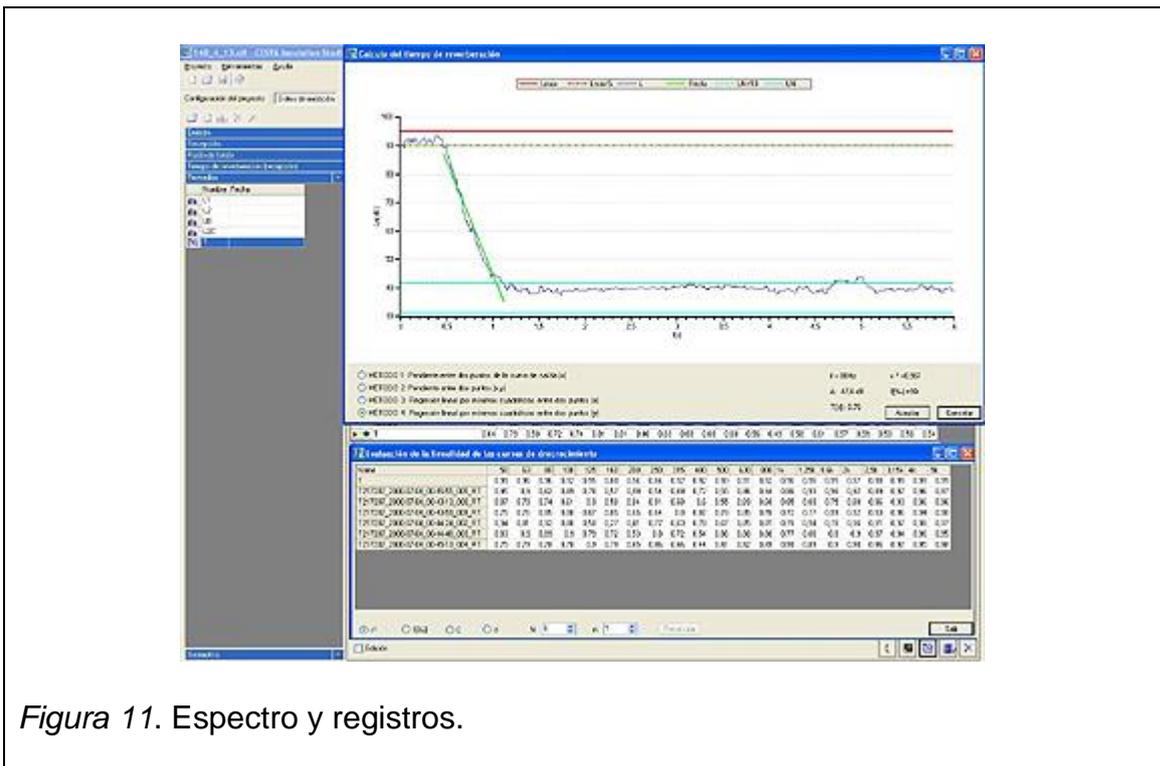


Figura 11. Espectro y registros.

La tabla nos muestra la ubicación de todos los datos en filas y en columnas, al seleccionar la tabla damos click derecho y damos click en la opción copiar.

Después se abre una hoja de cálculo de excel para copiar los registros de la medición, procedemos a pegarlos dentro de la hoja para tener los datos listos a analizarse.

Por último se da click en la pestaña informe.

5. Criterios de ensayo

Para la aplicación de este procedimiento se aplican los siguientes horarios:

Diurno: De las 08:00 a las 22:00 horas.

Nocturno: De las 22H00 a las 08:00 horas.

El índice de vibración (L_{av}) en decibeles, obtenido por la evaluación de vibración en espacios interiores habitables en edificaciones no tendrá que sobrepasar los valores mostrados en la siguiente tabla:

USO DE LA EDIFICACIÓN RECEPTORA	LÍMITE DE TRANSMISIÓN DE VIBRACIONES L_{av} [dB]	
	DIURNO	NOCTURNO
Hospitalario, Educativo, Cultural	83	80
Residencial, Hospedaje	89	86
Oficinas, Comercial	95	95

Figura 12. Límite de vibraciones transmitidas al espacio interior habitable de edificaciones.

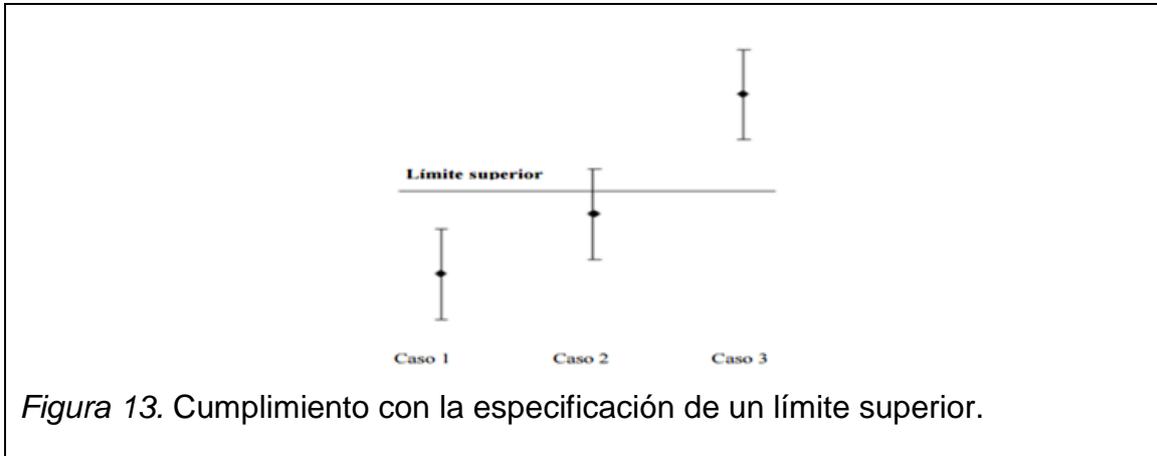
Los límites de vibraciones transmitidas se deberán cumplir en los puntos de medición determinados en el ensayo para la evaluación.

6. Declaración de conformidad

LIA-UDLA, declara que el ensayo de ruido de impactos, se ha realizado bajo la disposición de calidad de la normativa ISO/IEC 17025, mediante las especificaciones técnicas indicadas en la normativa ISO 16283-2. Se puede resaltar que los resultados del ensayo se validan de acuerdo a lo siguiente:

El valor numérico de los límites superior e inferior de la incertidumbre de la magnitud con la cual se evalúa el cumplimiento debe ser dado como máximo

dos cifras significativas, de tal forma que se establecen 3 casos para toda organización evaluada por el laboratorio.



Caso 1: Se puede declarar que el organismo evaluado cumple con los parámetros expuestos en la normativa.

Caso 2: No es posible declarar si el organismo evaluado cumple o no con los parámetros expuestos en la normativa.

Caso 3: Se puede declarar que el organismo evaluado no cumple con los parámetros expuestos en la normativa.

7. Incertidumbre

La estimación de las incertidumbres de medición debe realizarse de acuerdo a las especificaciones de la norma ISO 16063-21.

Norma ISO 16063-21:2003. Methods for the calibration of vibration and shock transducers - Vibration calibration by comparison to a reference transducer.

8. Cálculo de registros

8.1. Índice de vibración (Law)

El índice de vibración Law, medido en decibeles (dB), se define con la siguiente ecuación:

$$Law = 20 \log \frac{a_w(t)}{a_0}$$

Dónde:

$a_w(t)$: Valor eficaz (RMS) de la señal de aceleración, con ponderación frecuencial W_m ($\frac{m}{s^2}$), obtenido en el periodo de evaluación.

a_0 : Aceleración de referencia ($a_0 = 10^{-6} \frac{m}{s^2}$)

8.2. Valor de la señal de la aceleración.

Las mediciones realizadas con el acelerómetro triaxial, entregan el valor eficaz en las tres direcciones ortogonales, por lo que aplicando la siguiente expresión:

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,x}^2(t) + a_{w,y}^2(t) + a_{w,z}^2(t)}$$

Realizando un mínimo de tres mediciones y un máximo de cinco, se deberá obtener tres valores consecutivos que no difieran en más de 2dB, en casos de que esto no se cumpla se tomará la media aritmética de los tres valores más altos.

9. Terminología

Índice de vibración (Law): Índice en dB que sirve para expresar el nivel de vibración, que se relaciona con los efectos nocivos y molestias producidas.

Intensidad de las vibraciones existentes: Valor eficaz de la aceleración, medido entre 1 a 80 Hz.

MTVV: Valor máximo de vibración transitoria.

Vibración: Perturbación producida por un emisor acústico que provoca la oscilación periódica de los cuerpos sobre su posición de equilibrio.

Vibración continua o estacionaria: Producto de procesos continuos o semi-continuos, en donde predomina claramente la presencia de vibraciones sobre los periodos de descanso o reposo.

Vibración transitoria: Producto de actividades intermitentes permanentes y/o actividades de duración limitada no permanentes.

ANEXO 12:

**PROCEDIMIENTO
PDG07-00
INFORME DE
RESULTADOS**

**INFORME DE RESULTADOS
PDG07**

Fecha de redacción:

Fecha de revisión:

Firmas:

Índice

- 1. Distribución**
- 2. Objetivo**
- 3. Alcance**
- 4. Referencia**
- 5. Desarrollo**

1. Distribución

El Director Técnico del laboratorio es el responsable de establecer parámetros para la emisión y corrección de informes de resultados de ensayo, con el fin de comunicar claramente la información obtenida de los ensayos.

2. Objetivos

- Establecer pautas para asegurar la calidad en la realización informes de ensayo.
- Establecer parámetros para la emisión y corrección de informes de ensayo.
- Establecer parámetros para la revisión de certificados de calibración.

3. Alcance

Se aplica para los informes de resultados emitidos por LIA-UDLA y para certificados de calibración

4. Referencias

No aplica

5. Desarrollo

Los resultados de cada ensayo efectuados en el laboratorio deben ser informados claramente y de forma exacta evitando ambigüedades, de acuerdo con las instrucciones señaladas en cada procedimiento de método de ensayo.

En caso de incluir opiniones e interpretaciones por parte del laboratorio ya sea en un informe de resultados o en un certificado e calibración, se debe asentar por escrito las bases sobre las que se apoyan dichas interpretaciones u opiniones. Estas consisten en el cumplimiento de requisitos contractuales, recomendaciones sobre el uso de resultados, recomendaciones para la mejora de resultados y opiniones sobre la conformidad o no conformidad de los resultados.

5.1. Emisión de informes

A continuación se muestra la información requerida que debe tener un informe de resultados, dependiendo del método de ensayo:

Ruido aéreo:

El informe de resultados de ruido aéreo debe tener la siguiente información según la UNE EN ISO 16283-1:

- a) Referencia a la UNE EN-ISO 16283-1, el año de publicación, y cualquier posible enmienda.
- b) Nombre del organismo que ha llevado a cabo las mediciones.
- c) Nombre y dirección del organismo o de la persona que ha ordenado el ensayo (cliente).
- d) Fecha de ensayo.
- e) Descripción e identificación del edificio, incluyendo modificaciones temporales que puedan tener los recintos de ensayo, como por ejemplo, la introducción de difusores.
- f) Volúmenes del recinto receptor y emisor, y el área de cualquier elemento de separación.
- g) La diferencia de niveles estandarizada entre recintos o el índice de reducción acústica aparente del elemento de separación en función de la frecuencia.
- h) Descripción breve del método de ensayo, procedimiento y equipamiento usado.
- i) Indicaciones de los resultados que se tienen que coger como límites de la medición.
- j) Las curvas de los valores de referencia de acuerdo a la norma ISO 717-1. Se debe indicar claramente que la evaluación se ha basado en un resultado obtenido por un método de campo.
- k) Incertidumbre de la medición.

Ruido de impactos:

El informe de resultados a ruido de impactos debe tener la siguiente información según la UNE EN ISO 16283-2:

- a) Referencia a la UNE EN-ISO 16283-2, el año de publicación, y cualquier posible enmienda.
- b) Nombre del organismo que ha llevado a cabo las mediciones.
- c) Nombre y dirección del organismo de la persona que ha ordenado el ensayo (cliente).
- d) Fecha de ensayo.
- e) Descripción e identificación del edificio, incluyendo modificaciones temporales que puedan tener los recintos de ensayo, como por ejemplo, la introducción de difusores.

- f) Volumen del recinto receptor.
- g) La fuente de impactos.
- h) El nivel de presión acústica estandarizado del ruido de impactos o el nivel de presión acústica normalizado del ruido de impactos o el nivel de presión acústica máximo estandarizado del ruido de impactos en función de la frecuencia.
- i) Descripción breve del método de ensayo, procedimiento y equipamiento usado.
- j) Indicaciones de los resultados que se tienen que coger como límites de la medición.
- k) Las curvas de los valores de referencia de acuerdo a la norma ISO 717-2. Se debe indicar claramente que la evaluación se ha basado en un resultado obtenido por un método de campo.
- l) Incertidumbre de la medición.

Ruido de fachada:

El informe de resultados de ruido aéreo debe tener la siguiente información según la UNE EN ISO 16283-3:

- a) Referencia a la UNE EN-ISO 16283-3, el año de publicación, y cualquier posible enmienda.
- b) Nombre del organismo que ha llevado a cabo las mediciones.
- c) Nombre y dirección del organismo o de la persona que ha ordenado el ensayo (cliente).
- d) Fecha de ensayo.
- e) Descripción e identificación del edificio, incluyendo modificaciones temporales que puedan tener los recintos de ensayo, como por ejemplo, la introducción de difusores.
- f) Volumen del recinto receptor y el área de cualquier elemento de separación.
- g) La diferencia de nivel estandarizada o el índice de reducción acústica aparente en función de la frecuencia.
- h) Descripción breve del método de ensayo, procedimiento y equipamiento usado.
- i) Indicaciones de los resultados que se tienen que coger como límites de la medición.
- j) Las curvas de los valores de referencia de acuerdo a la norma ISO 717-1. Se debe indicar claramente que la evaluación se ha basado en un resultado obtenido por un método de campo.
- k) Incertidumbre de la medición.

Ruido ambiental:

El informe para ruido ambiental debe tener la siguiente información según el texto unificado de legislación ambiental secundaria del ministerio de ambiente. TULSMA.

- a) Referencia a la UNE EN-ISO 16283-3, el año de publicación, y cualquier posible enmienda.
- b) Nombre del organismo que ha llevado a cabo las mediciones.
- c) Nombre y dirección del organismo o de la persona que ha ordenado el ensayo (cliente).
- d) Fecha de ensayo y horas de medición.
- e) La fuente fija de ruido evaluada bajo regímenes de funcionamiento, puntos críticos de audición y emisión de los NPS más altos.
- f) Condiciones Meteorológicas (como Lluvia o velocidad del viento).
- g) Descripción detallada del ruido específico evaluado y fuentes que contribuyen al ruido residual.
- h) El uso de suelo donde se encuentra la fuente fija de ruido.
- i) El uso de suelos colindantes, en caso de requerirse.
- j) Los puntos de medición (su ubicación en un mapa y la distancia horizontal y vertical con respecto a la fuente).
- k) Descripción del proceso y su simultaneidad con otros procesos.
- l) Instrumentos de medición.
- m) NPS referencial del sonómetro con el calibrador.
- n) Datos mostrados en los flujos de medición.
- o) Justificación de los métodos usados (15 seg o 5 seg).
- p) Resultados y análisis de resultados.

Vibraciones en edificaciones:

El informe de vibraciones debe tener la siguiente estructura según el texto unificado de legislación ambiental secundaria del Ministerio de Ambiente. TULSMA.

- 1. RESUMEN**
- 2. OBJETIVOS**
- 3. ANTECEDENTES**
- 4. METODOLOGÍA**
 - 4.1 Equipo Profesional
 - 4.2 Instrumental utilizados
 - 4.3 Mediciones de vibraciones
 - 4.4 Parámetros obtenidos
 - 4.5 Normativa de Referencias

5. LÍNEA BASE ESTABLECIDA EN EL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Puntas de evaluación

5.2. Mapa de los puntas de evaluación

5.3. Fotografías de los puntas de evaluación

5.4. Resultados de las Mediciones (aw, Law)

Nota: Todo resultado de ensayo debe ser especificado con unidades de medida cuando corresponda.

Información adicional para los informes de resultados:

Además de los puntos señalados es necesario que todo informe de resultados también lleve la siguiente información:

- a) Título.
- b) Identificación única del informe de ensayo y en cada página del informe debe haber una identificación para asegurar que la página es reconocida como parte del informe de ensayo.
- c) Identificación del final del informe de ensayo.
- d) Lugar donde se realizaron los ensayos, si fuera diferente que la dirección del cliente.
- e) Fotografías de los puntos de evaluación.

Cuando se considere necesario el informe llevará la siguiente información para facilitar la interpretación de los resultados:

- a) Desviaciones o exclusiones del método de ensayo.
- b) Declaración sobre el cumplimiento o no con los requisitos o especificaciones.
- c) Declaración sobre la incertidumbre, cuando esta afecte el cumplimiento con un límite de especificación.
- d) Condiciones que puedan afectar la interpretación de los resultados de ensayo, tales como condiciones ambientales o casos especiales que sean señalados en las normativas.
- e) Opiniones, interpretaciones por parte del laboratorio, comentarios y/o observaciones.

Nota: En el caso de que el informe de ensayo contenga resultados remitidos por subcontratistas, estos deben ser claramente identificados. El subcontratista debe informar los resultados por escrito.

5.2. Formato de informes

Todo informe de ensayo deberá tener la siguiente estructura:

Cabecera:

- Número de informe de ensayo.
- Datos del organismo acreditador.
- Datos del laboratorio que ha realizado el ensayo.

Portada:

- Datos del cliente.
- Fecha de realización del ensayo.
- Fecha y firma de emisión, indicando nombre y cargo de la persona autorizada que elaboró los informes.

Pie de página:

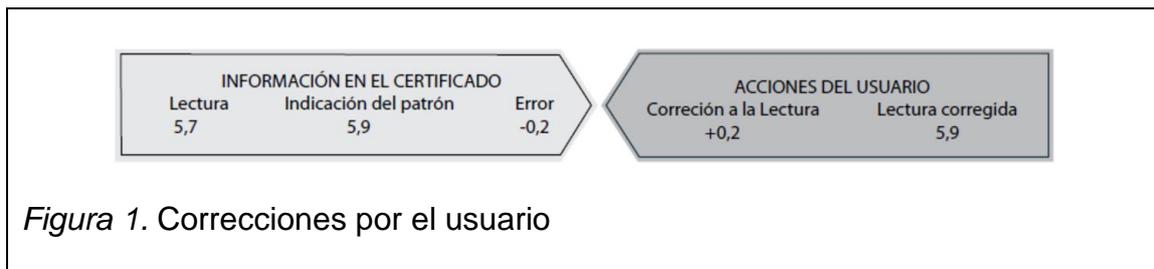
- Número de página y total de páginas.
- Indicación de que el informe no se realizará sin una previa autorización escrita de LIA-UDLA.

5.3. Certificados de calibración

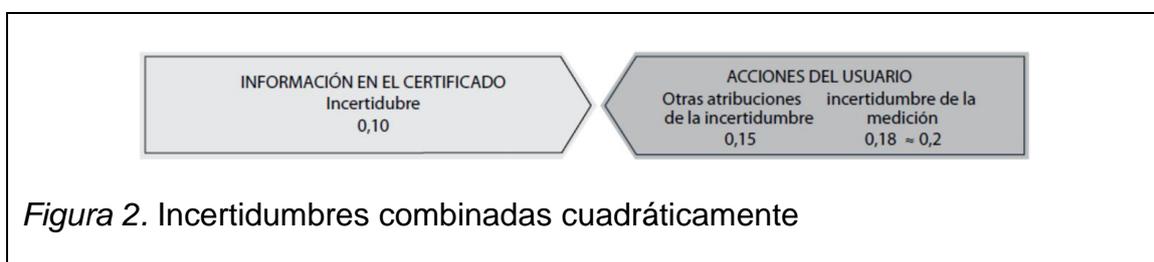
Los certificados de calibración son documentos físicos o digitales que contienen los resultados de la calibración de un instrumento, indicando el ajuste de medición y el estado de su funcionamiento. El resultado de una calibración es la relación entre las lecturas de un instrumento y los valores indicados por un patrón, incluyen los errores de medición de las lecturas del instrumento respecto de los valores indicados del patrón, y la incertidumbre relacionada a esos mismos errores.

Los certificados de calibración son emitidos por empresas acreditadas, debido a que son los únicos que pueden garantizar los resultados realizando las verificaciones con respecto a normas, reglamentos y especificaciones.

Dependiendo de los resultados de calibración emitidos en el certificado se pueden realizar correcciones como las siguientes:



El resultado debe especificar la incertidumbre, ya que esto representa a todos los componentes desconocidos que rodean la calibración. El usuario debe combinar las contribuciones de la calibración y definir la incertidumbre de las mediciones.



De esta manera se puede optimizar el uso de certificados de calibración, puesto a que los resultados de calibración muchas veces son obtenidos bajo condiciones específicas del laboratorio.

5.3.1. Contenido de los certificados

Un certificado de calibración deber contener como mínimo la siguiente información:

- Título (certificado de calibración).
- Nombre y domicilio del laboratorio de calibración, y la localidad donde se realizaron las calibraciones.
- Identificación del certificado de calibración (como número de serie), y en cada página una identificación, para reconocer que la página es perteneciente al certificado de calibración, y una identificación del final del certificado.
- Nombre y domicilio del cliente (LIA-UDLA).
- Descripción del método y la instrumentación utilizada para la calibración del equipo (modelo, marca, serie y clase del equipo).
- Descripción e identificación de los ítems calibrados.
- Fecha de realización de la calibración y de recepción de los ítems sometidos a calibración.

- Referencia a la normativa aplicada para el proceso de calibración.
- Resultados de la calibración.
- Nombres, funciones y firmas de quienes autorizan el certificado de calibración.
- Condicionales bajo las cuales se realizó la calibración (presión, temperatura, y humedad relativa).
- Incertidumbre de la calibración y/o declaración de conformidad con una especificación.
- Evidencia de la trazabilidad de la calibración.

5.3.2. Presentación de los resultados en los certificados

Los resultados en un certificado de calibración por lo general, contienen la siguiente información:

- Parámetros referenciales o nominales que se deben cumplir cuando el equipo esta calibrado con su respectiva unidad de medida.
- Parámetros que van hacer evaluados con su respectiva unidad de medida (como el nivel de presión sonora, la frecuencia, la distorsión armónica, entre otros).
- Medida obtenida de los parámetros evaluados.
- La Incertidumbre, que es el intervalo alrededor del valor resultante de la medida, este intervalo representa una estimación adecuada de una serie de valores, entre los cuales se encuentra el valor verdadero de la magnitud evaluada.
- La tolerancia, que es el intervalo de valores en el que debe encontrarse dicha magnitud para que se acepte como validez.
- Error, que es la diferencia entre el valor verdadero de la magnitud, y el valor medido, se recomienda que el error este comprendido entre +1 y - 1.
- Afirmación de cumplimiento de la calibración.

Nota: Cuando el intervalo de incertidumbre está contenido en el intervalo de tolerancia, se está en condiciones de afirmar, casi con seguridad, que el valor es admisible. Cuando los intervalos de incertidumbre y de tolerancia son disjuntos, hay seguridad casi total en rechazar la medición. Cuando los intervalos de incertidumbre y de tolerancia se solapan en parte, es decir, cuando poseen una parte común y otra no común, la determinación de aceptación o rechazo es dudosa. En la práctica se opta por un criterio de seguridad, que consiste en rechazar cualquier valor en situación dudosa.

5.4. Modificaciones

El Director Técnico podrá ordenar cambios o modificaciones en un informe de resultados en el caso de que se demuestre un error por parte del laboratorio, después de receptor los reclamos por parte del cliente.

Cuando se acepte la necesidad de modificación, se realizará un análisis de la causa que originó el reclamo y en caso de ser necesario se registrara una no conformidad según el procedimiento de quejas "PDG03-3.1".

Los cambios de un informe de ensayo se realizarán en un nuevo documento que tendrá una referencia al documento original al que se modifica, donde se indicará los datos o resultados que son cambiados.

ANEXO 13:

REGISTRO FOTOGRAFÍCO



Figura 1. Sistema de ingreso al Laboratorio de Acústica



Figura 2. Puerta de ingreso al Laboratorio de Acústica



Figura 3. Instalaciones del Laboratorio de Acústica



Figura 4. Instalaciones del Laboratorio de Acústica



Figura 5. Tubo de Kundt del Laboratorio de Acústica



Figura 6. Sala de investigación del Laboratorio de Acústica

