SISTEMA PROAUD
UNA HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN
DEL CONTROL DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO LABORAL

UNIDAD DE RIESGOS FÍSICOS

Coordinadores de Proyecto

Ing. Alonso Carrillo M.

Ing. Ana María Salazar B.

Gerencia de Prevención

Asociación Chilena de Seguridad

Santiago, junio 2010

Tabla de Contenidos

Resumen

Definiciones

1. Introducción

2. Marco Teórico

2.1 Norma Chilena NCh 1331-6

2.2 Fuente crítica de ruido

3. Metodología

3.1 Bases para el diseño del sistema PROAUD

3.2 Hipótesis

3.3 Procedimientos técnicos utilizados

3.4 Diseño de la aplicación PROAUD

4. Resultados

4.1 Acceso a PROAUD

4.2 Página de presentación

4.3 Página de selección de tarea

4.4 Operación de selección empresa

4.5 Operación de selección de método de cálculo e instrumento de medición

4.6 Operación de ingreso y selección de fuentes críticas para cálculo NCh 1331-6

4.7 Operación de selección de otros factores presentes en el lugar de trabajo

4.8 Operación de selección de tipo de elemento de protección personal

4.9 Operación de opciones del contenido del reporte o informe

4.10 Reporte en línea

4.11 Operación de exportar listado de protectores auditivos seleccionados a Excel
4.12 Tarea resultados de cálculo e informe final
5. Discusión
6. Referencias bibliográficas y bibliografía
6.1 Referencias bibliográficas
6.2 Bibliografía

Resumen

El hombre ha tenido conocimiento del efecto del ruido sobre su organismo, desde tiempos muy remotos, especialmente al relacionar ciertos tipos de profesiones con el riesgo de volverse sordos.

En Chile, la pérdida auditiva por ruido adquirida en los lugares de trabajo presenta una alta prevalencia en relación con otras enfermedades de origen ocupacional.

Existen medidas de control de la exposición a ruido laboral, que se pueden aplicar a nivel de la fuente emisora, del medio de transmisión o propagación y/o del receptor; desafortunadamente, ya sea por problemas de índole técnica o económica, en nuestro país la medida de control más utilizada es la asignación de protección auditiva.

La asignación y evaluación de protección auditiva en Chile, tradicionalmente se ha efectuado mediante el índice NRR (noise rating reduction), método que en la actualidad se encuentra bajo revisión y modificación, ya que diferentes estudios, realizados durante los últimos 25 años, han demostrado que el NRR sobreestima la protección lograda con el uso de un determinado protector auditivo, observándose reducciones de la protección otorgada de hasta un 50% y en algunos casos mayores.

Teniendo en consideración las limitaciones del índice NRR, asociado al hecho que en nuestro país existía la norma técnica NCh 1331/6, se diseño PROAUD con el fin de entregar una herramienta que permita generalizar el uso de

esta normativa y mejorar la gestión en el control de la exposición a ruido de los trabajadores.

Definiciones

Elemento de protección auditiva (EPA): son elementos de protección personal cuyas propiedades de atenuación sonora tienen por objeto prevenir los efectos dañinos en el órgano de la audición, reduciendo los niveles de presión sonora que llegan al oído.

Elementos de protección personal (EPP's): todo equipo, aparato o dispositivo especialmente proyectado y fabricado para proteger el cuerpo humano, en todo o en parte, de riesgos específicos de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales.

Grado de protección: porcentaje de situaciones para las cuales el nivel de presión sonora efectivo ponderado "A", cuando se utiliza el protector auditivo, es igual o menor que el valor calculado.

Limite máximo permisible (LMP): cantidad de energía o condición en el ambiente de trabajo, al que puede someterse o exponerse una persona en su jornada laboral diaria, por debajo de la cual existen pocas probabilidades de adquirir una enfermedad

profesional.

Orejera: tipo de protector auditivo compuesto por un arnés y un par de copas diseñadas para cubrir cada pabellón auditivo (orejas).

Reducción de ruido efectiva: reducción del NPS_A proporcionada por el uso de un protector auditivo, teniendo en cuenta el tiempo de uso durante la exposición al ruido.

Tapón: tipo de protector auditivo que se introduce en los conductos auditivos o que los cubren, para bloquear su entrada. En algunos casos se suministran con un cordón de unión o con un arnés. Los tapones pueden ser desechables (destinados a un sólo uso) o reutilizables (para ser utilizados más de una vez).

NPS_A: Nivel de Presión Sonora Equivalente con ponderación A, asociado a la fuente crítica F_C.

NPS_f: Nivel de Presión Sonora Equivalente sin ponderación (también llamada ponderación lineal) en una banda de octava determinada. Este nivel se asocia a la fuente crítica (F_C), requiriéndose por lo general, medir 8 bandas (entre 63 Hz y 8000 Hz), para caracterizarla.

NPS_C: Nivel de Presión Sonora Equivalente con ponderación C. Este nivel caracteriza la F_C.

m_f: atenuación del equipo de protección auditivo en una banda de frecuencia determinada **(f)**, proporcionada por su fabricante.

S_f: desviación estándar de la atenuación del equipo de protección auditivo, proporcionada por el fabricante del equipo de protección auditivo.

x : % de rendimiento del protector asociado a un factor α, tabulado en la TABLA 1 de NCh 1331/6 Of2001.

k: Banda de octava entre 63 Hz y 8000 Hz.

$A_{f(k)}$: Valores correspondientes a la ponderación A entre las bandas de 63 Hz y 8000 Hz.

α : constante asociada al % de rendimiento "x" , pudiendo tomar los valores de la TABLA 1 NCh 1331/6 Of2001.

$L_{Af(k)i}$: Niveles de Presión Sonora en Bandas de Octava Ponderados A, $L_{Af(K)i}$, de ocho Ruidos de Referencia Estandarizados al Nivel de Presión Sonora Ponderado "A" de 100 dB, valores de (Lc - La) y constantes "di" (Tabla 2 de NCh1331/6).

H-M-L: Valores de atenuación a frecuencias altas (H) , medias (M) y bajas (L), para un rendimiento de protección "x" y un protector auditivo determinado

SNR: Índice de reducción único (ecuación 10 de NCh 1331/6).

APV_{fx}: valor de protección asumida para un rendimiento "x" definido y para cada banda de frecuencia, formando una matriz de datos (punto 5 de NCh 1331/6).

$NPS`_A$: Nivel de Presión Sonora Efectivo Ponderado A, al que se expondría un trabajador mientras utiliza un protector auditivo determinado, calculado de acuerdo con cualquiera de los tres métodos descritos en la norma chilena NCh 1331/6. Of 2001.

PNR: Reducción del nivel de ruido predicha. Es la diferencia entre el Nivel de Presión Sonora Ponderado A **(NPS_A)** y el Nivel de Presión Sonora Efectivo Ponderado A **($NPS`_A$)**, para estimar la reducción que proporciona un equipo.

NPSac : Nivel de Acción o valor sobre el cual la exposición a ruido se considera importante y que requiere de una acción preventiva o de salud. Valor asociado a la exposición del trabajador.

1. Introducción

Técnicamente, el ruido es un tipo de energía secundaria de los procesos o actividades que se propaga, en el ambiente en forma ondulatoria compleja, desde el foco productor hasta el receptor a una velocidad determinada, disminuyendo su intensidad con la distancia y el entorno físico.

Tradicionalmente, el efecto fisiológico resultante de la exposición al ruido más conocido y estudiado es la pérdida auditiva, debido a que la relación causa efecto es bastante directa, ya que se trata de una patología detectable y evaluable con la tecnología médica y acústica disponible, aún no conociéndose perfectamente todos sus mecanismos. Sin embargo, en las últimas décadas se han identificado otros efectos, tanto fisiológicos como psicológicos, de carácter extra-auditivo, provocado por la exposición al ruido conocido, como son las alteraciones no otológicas producidas por el ruido.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido que, aproximadamente, el 16% de la población mundial tiene pérdida auditiva inducida por ruido causada por la exposición laboral a ruido [1]. En Chile, en el ámbito laboral la pérdida auditiva es una de las enfermedades profesionales más frecuentes, de hecho, el Sistema Automatizado de Información en Salud Ocupacional del Ministerio de Salud (SAISO) mostró que entre 1997 y 2000, el primer lugar de las atenciones laborales correspondía a enfermedades del órgano de la audición, con un 38% [2]. En un estudio realizado por la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), durante el período 1995 – 2001 se diagnosticaron 2.211 incapacidades, siendo la principal enfermedad profesional la hipoacusia, constituyendo un 78,1% (1.726 casos), situación que se repite al analizar cada año por separado [3].

Si bien es cierto, existen medidas de control de la exposición a ruido laboral, que se pueden aplicar a nivel de la fuente emisora, del medio de transmisión o propagación y/o del receptor; desafortunadamente, ya sea por problemas de índole técnica o económica, en nuestro país la medida de control más utilizada es la asignación de protección auditiva, la que en la mayoría de los casos se hace sin ninguna guía técnica, es decir, se compra el elemento de protección auditiva sin contar con un estudio técnico que avale dicha elección. Por otra parte, hasta el año 2000 no existían a nivel nacional normas técnicas de apoyo para efectuar dicha selección, en el año 2001 el Ministerio de Salud oficializa la norma Chilena NCh 1331/6.Of2001- "Protectores Auditivos - Parte 6: Estimación de los niveles de presión sonora efectivos ponderados A cuando se utilizan protectores auditivos". La citada norma señala tres métodos de cálculo, cada uno de los cuales para su aplicación tiene diferentes requerimientos. No obstante, su aplicación no es fácilmente aceptada ya que se requiere de cálculos un tanto complejos, lo que se deben repetir tantas veces como fuentes sonoras existan al interior de la empresa y protectores a ser considerados como probable medida de control de la exposición.

Teniendo en consideración lo anteriormente señalado, es que se detectó la necesidad de buscar una herramienta informática que permitiera facilitar la asignación de protección auditiva, así como también, evaluar la efectividad de la protección utilizada por los trabajadores, esto permitirá a través de una base técnica (Nch1331/6), conocimiento de variables ambientales (exposición a polvo, calor, etc.), del puesto de trabajo (uso de otros elementos de protección personal) y de la real exposición del trabajador, controlar la exposición a ruido laboral, siempre y cuando exista un adecuado seguimiento del uso correcto del protector seleccionado.

Basado en lo anterior se diseño el sistema PROAUD, que se transformará en una herramienta para gestionar el control de la exposición a ruido a nivel del receptor, así como también permitirá conocer la tipología de la exposición de los trabajadores expuestos.

2. Marco Teórico

2.1 Norma Chilena NCh 1331-6

La atenuación sonora que proporciona un equipo de protección auditiva varía para cada tipo de ruido al cual es sometido. La norma Chilena NCh 1331/6.Of2001- “Protectores Auditivos - Parte 6: Estimación de los niveles de presión sonora efectivos ponderados A cuando se utilizan protectores auditivos”, establece tres métodos de cálculo para obtener el nivel de presión sonora efectivo ponderado A, NPS'_A, valor que corresponde al nivel al cual se expondría el trabajador mientras utiliza protección auditiva. Para la estimación teórica de la atenuación efectiva del protector auditivo, se requiere de mediciones de ruido en las Fuentes Críticas; como también de los datos de atenuación del elemento de protección auditiva obtenidos en laboratorio.

El sistema Proaud, tiene el objetivo principal de desarrollar el calculo del nivel de presión sonora efectivo ponderado A, NPS'_A mediante uno de los tres métodos que se indican a continuación:

2.1.1 Método de banda de octava

Calcula el Nivel de Presión Sonora Efectivo Ponderado A **($NPS`_A$)**, a partir de los niveles de ruido por bandas de octava **(NPS_f)** de la fuente crítica **(Fc)** y de los datos proporcionados por el fabricante de los Elementos de Protección Auditiva, que son la atenuación sonora promedio **(m_f)** y la desviación estándar **(S_f)**, para cada banda de frecuencia.

$$NPS'_A = 10\,Log \sum_{f=63Hz}^{8000Hz} 10^{0.1\,(NPS_f + A_f + APV_f)} \qquad dB(A)$$

$$APV_f = m_f - \alpha\, S_f \qquad dB$$

donde :

NPS_f: Nivel de Presión Sonora Equivalente sin ponderación en una banda de octava determinada. Este nivel se asocia a la fuente crítica (F_C), requiriéndose por lo general, medir 10 bandas (entre 31.5 Hz y 16.000 Hz), para caracterizarla.

m_f : atenuación del equipo de protección auditivo en una banda de frecuencia determinada **(f)**, proporcionada por su fabricante.

S_f : desviación estándar de la atenuación del equipo de protección auditivo, proporcionada por el fabricante del equipo de protección auditivo.

A_f : Valores correspondientes a la ponderación A entre las bandas de 63 Hz y 8000 Hz.

α : constante asociada al % de rendimiento "x" , pudiendo tomar los valores de la TABLA 1 NCh 1331/6 Of2001.

2.1.2 Método HML

Requiere de los Niveles de Presión Sonora Equivalente con ponderación A, **(NPS_A)** y Nivel de Presión Sonora Equivalente con ponderación C, **(NPS_C)** y la diferencia "NPS_C – NPS_A". Además, hay que disponer de los valores de atenuación a frecuencias altas (**H),** atenuación a frecuencias medias **(M)** y atenuación a frecuencias bajas **(L)** del protector auditivo, proporcionados por el fabricante o calculado según el punto 7.1 de la norma NCh 1331/63Of2001 y como se indica a continuación:

$$H = 0.25\sum_{i=1}^{4} PNR_i - 0.48\sum_{i=1}^{4} d_i\ PNR_i$$

$$M = 0.25\sum_{i=5}^{8} PNR_i - 0.16\sum_{i=5}^{8} d_i\ PNR_i$$

$$H = 0.25\sum_{i=5}^{8} PNR_i - 0.23\sum_{i=5}^{8} d_i\ PNR_i$$

en que

$$PNR_i = 100\,dB - 10Log\sum_{i=1}^{8} 10^{0.1\,(NPS_{Af(k)} - APV_{f(k)})} \qquad dB(A)$$

donde :

$L_{Af(k)}$ **:** Niveles de Presión Sonora en Bandas de Octava Ponderados A, de ocho Ruidos de Referencia Estandarizados (Tabla 2 de NCh1331/6).

$APV_{f(k)}$ **:** Valor de protección asumida para cada banda de frecuencia, formando un conjunto de 8 valores (punto 5 de NCh 1331/6).

di **:** índice obtenido del procesamiento de espectros de referencia (tabla 2 norma NCh 1331-6)

El valor PNR (Reducción del Nivel de Ruido Pronosticada), se obtiene utilizando los siguientes algoritmos de cálculo:

- Para ruidos de bajas frecuencias, es decir, aquellos con diferencias C – A mayor que 2 dB, se calculará con:

$$PNR = M - \frac{(M-L)}{8}(NPS_C - NPS_A - 2)$$

- Para ruidos de medias o altas frecuencias, es decir, aquellos con diferencias C – A menor o igual que 2 dB, se calculará con:

$$PNR = M - \frac{(H-M)}{4}(NPS_C - NPS_A - 2)$$

Este valor PNR de un protector auditivo para un tipo de ruido y protector auditivo específico, se resta del nivel de ruido existente de la fuente crítica, para obtener el nivel de presión sonora efectivo ponderado “A”:

$$NPS'_A = NPS_A - PNR$$

2.1.3 Método SNR

Requiere de los Niveles de Presión Sonora Equivalente con ponderación C, **(NPS_C)** o “**NPS_C-NPS_A**” de la fuente crítica **(Fc)** y el **valor del índice de reducción único** (SNR) del protector auditivo proporcionado por el fabricante o calculado según lo establecido en la norma NCh 1331/6.Of2001, como se indica a continuación :

$$SNR = 100\,dB - 10Log\sum_{k=1}^{8} 10^{0.1(NPS_{Af(k)} - APV_{f(k)})} \qquad dB(A)$$

donde:

$L_{Af(k)}$: Niveles de Presión Sonora en Bandas de Octava Ponderados A, de un Ruido de Referencia (Tabla 3 de NCh1331/6).

$APV_{f(k)}$: valor de protección asumida para cada banda de frecuencia, formando un conjunto de 8 valores (punto 5 de NCh 1331/6).

El cálculo del **NPS`$_A$** y **PNR,** se realiza con la siguiente expresión:

$$NPS'_A = NPS_A + (NPS_C - NPS_A) - SNR = NPS_C - SNR$$

2.2 Fuente crítica de ruido

La selección o evaluación de un EPA, dependerá de las características de atenuación determinadas en laboratorio, información proporcionada por su fabricante, y de los niveles que caracterizan la fuente de ruido. Un EPA entregará una reducción de ruido pronosticada PNR distinta para cada fuente de ruido, por lo tanto, se plantea el siguiente criterio de selección de fuentes de ruido:

Se entenderá por Fuente Crítica a toda máquina, equipo, actividad y/o proceso que genere niveles de presión sonora continuo equivalente, NPS_A, sobre 80 dB(A); valor considerado como nivel de acción ocupacional, nps_{ac}.

La calificación de “Fuente Crítica” de ruido está determinada por dos condiciones:

- Que su emisión afecte a trabajadores por un tiempo determinado dentro de su jornada de trabajo.

- Que su nivel de presión sonora continuo equivalente NPS_A, supere el nivel de acción ocupacional, nps_{ac}. Si se conoce el tiempo de exposición estimado, te, del trabajador a la fuente sonora, se podrá calcular el nps_{ac} con la siguiente expresión:

$$nps_{ac} = lmp - 5 \quad dB(A)$$

en que

$$lmp = 3\log_2\left(\frac{8}{te}\right) + 85 \quad dB(A)$$

donde:

nps_{ac} : nivel Límite de acción ocupacional.
lmp (te): Límite Máximo Permisible del D.S. Nº594, articulo 75, dependiente del tiempo de exposición estimado efectivo (te) del trabajador para la fuente crítica determinada.

El nivel de acción ocupacional se asume como 80 dB (A) cuando no se dispone del tiempo de exposición estimado, te, a la fuente crítica observada.

3. Metodología

3.1 Base para el diseño del sistema PROAUD

Uno de los recursos de control de la exposición a ruido, más utilizado es la protección auditiva cuando no se puede controlar la fuente, se utiliza en forma permanente como medida de control, o transitoriamente mientras se implementan medidas definitivas.

La asignación y evaluación de protección auditiva en Chile, tradicionalmente se ha efectuado mediante el índice NRR (noise rating reduction), método que en la actualidad se encuentra bajo revisión y modificación[1], ya que diferentes estudios, realizados durante los últimos 25 años, han demostrado que el NRR sobreestima la protección lograda con el uso de un determinado protector auditivo, observándose reducciones de la protección otorgada de hasta un 50% y en algunos casos mayores.

Teniendo en consideración las limitaciones del índice NRR, asociado al hecho que en nuestro país existía la norma técnica NCh 1331/6 que fuera oficializada el año 2001 por el Ministerio de Salud, se detectó la necesidad de contar con una herramienta informática que facilitara la selección de protección auditiva adecuada para cada puesto de trabajo, lo que permitirá, con una adecuado seguimiento del uso del elemento de protección auditiva, controlar la exposición a ruido de los trabajadores y disminuir la pérdida auditiva por ruido.

[1] www.nrrupdate.com

Al iniciar el proyecto, nos encontramos con que en Chile no existía una base de datos actualizada de los elementos de protección auditiva comercializados en el país, con el detalle de sus fabricantes y distribuidores, por lo que esta fue la primera tarea que había que desarrollar. Al momento de confeccionar la base de datos, observamos que un protector auditivo puede disponer de diversas curvas de atenuación según la norma aplicada en su estudio por el laboratorio de ensayo (ANSI, ISO, UNE, etc.).

Por otra parte, otra variable fundamental está relacionada con la calidad de las mediciones, aquí es fundamental que, la instrumentación requerida para medir los niveles de ruido que se requieren para desarrollar los procesos de cálculo establecidos por NCh 1331-6, deben presentar trazabilidad comprobable y cumplir con requisitos de respuesta y construcción determinados.

3.2 Hipótesis

El uso de una herramienta informática para seleccionar protección auditiva aumentará la cobertura de la gestión del control de la exposición a ruido a nivel del receptor.

3.3 Procedimientos técnicos utilizados

Se efectuó una revisión de los elementos de protección auditiva comercializados en el país, registrando la información relacionada con sus características de atenuación sonora, desviación estándar, norma de ensayo e identificación. Con los datos obtenidos se confeccionó una base de datos en planilla Excel. Posteriormente, se clasificaron los distintos tipos de elementos de

protección auditiva disponibles, de tal forma que el usuario pueda escoger o filtrar entre distintos tipos.

Se analizó el procedimiento de trabajo de los expertos en prevención de la Asociación Chilena de Seguridad, ACHS, en relación al reconocimiento de las fuentes sonoras y evaluación de la exposición a ruido ocupacional.

Se implementaron los procesos de cálculo de la norma NCh 1331-6 en planilla de calculo Excel, como recurso de comprobación de los cálculos efectuados por sistema PROAUD.

Se diseñó del flujo de actividades requeridas para la identificación de fuentes críticas, caracterización de las fuentes, selección del método de cálculo y desarrollo del cálculo de selección o evaluación de protección auditiva, presentación de resultados y disposición de resultados. Sobre este flujo se efectuará la programación y diseño de la interfase del usuario. El flujo mencionado se indica en la Figura A1 del Anexo.

3.4 Diseño de la aplicación PROAUD

La aplicación PROAUD se plantea conformado por un conjunto de módulos de tipo operativos o principales, complementados con módulos de apoyo a las actividades de los usuarios y administradores. Los módulos de PROAUD estarán relacionados con los usuarios y administradores por medio de procesos, cuya ejecución permite proporcionar la información necesaria para el funcionamiento adecuado de la aplicación. Los Componentes de PROAUD, procesos y relaciones entre éstos, se muestran en la figura Nº1.

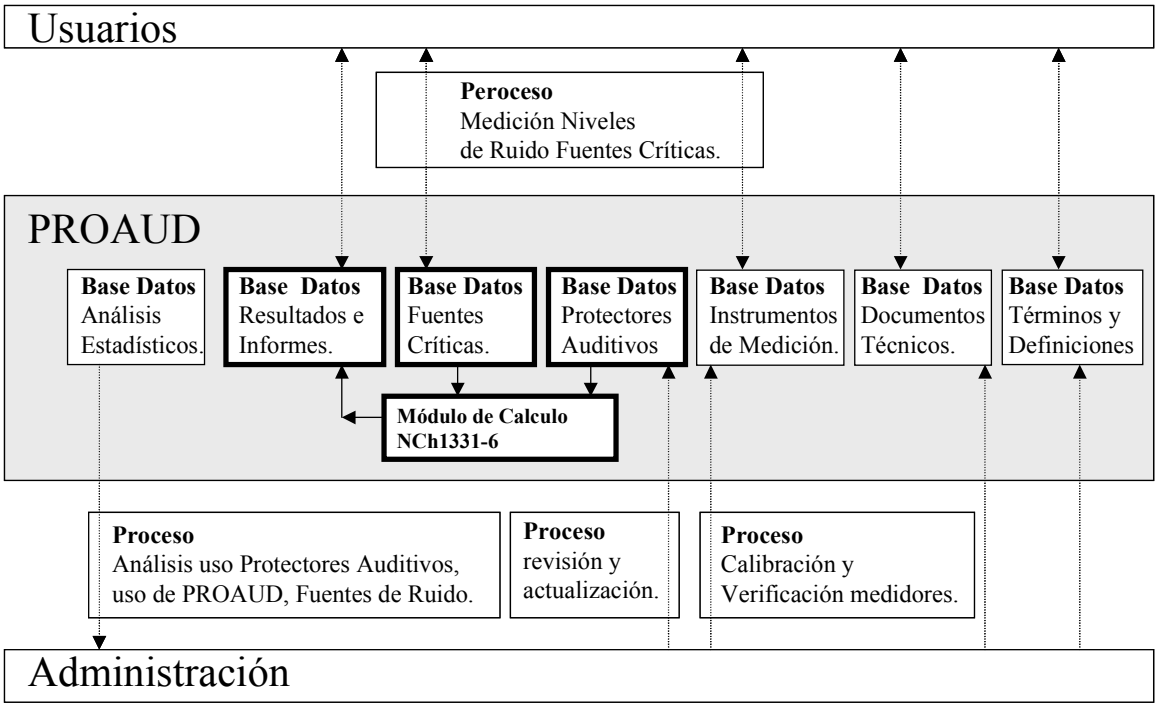


Figura Nº1: Diseñó de los módulos o componentes de PROAUD, procesos para el suministro de información y relaciones de módulos con los usuarios y administradores.

Los módulos principales de PROAUD, se indican a continuación:

- **Base de datos de Protectores Auditivos**: Este módulo se plantea para contener la información pertinente para la asignación y evaluación de protección auditiva, tales como: datos de atenuación sonora, desviación estándar, marca, modelo, clasificación, fabricante, distribuidor en el país, laboratorios de ensayo, normas de ensayo, fotografía. Este módulo se actualizará permanentemente mediante el proceso de revisión y actualización de la base de datos, por parte del administrador, tal como se observa en la figura Nº1.
- **Base de datos de Fuentes Crítica**s: Este módulo contendría el inventario de fuentes críticas de la empresa, con su identificación, ubicación, niveles

de ruido en bandas de octava, o valores en dBA y dBC, dependiendo del método de calculo que se desee utilizar. A este módulo podrán acceder usuarios controlados con clave y contraseña que serían encargados de prevención y seguridad de la empresa, como también el profesional asesor de la ACHS. El usuario podrá seleccionar una o varias fuentes que se destinarán al cálculo de protección auditiva. Este módulo estará relacionado con el proceso de "medición de niveles de ruido de las fuentes críticas", cuya ejecución alimentará y actualizará esta base de datos.

- **Módulo de Cálculo NCh 1331-6:** Ejecuta los algoritmos de cálculo indicados en la normativa señalada, señalados en el punto 2 de este documento. El usuario, seleccionará uno de los tres métodos, dependiendo de la disponibilidad de mediciones efectuadas mediante análisis de frecuencia o valores en dBA y dBC.
- **Base de Datos de Resultados e Informes:** Contendrá el historial del resultado de los cálculos solicitados por los usuarios, listado de elementos de protección auditiva seleccionados o evaluados, detalle de la instrumentación utilizada, certificados de calibración o verificación asociados, informes técnicos publicados. El usuario de la empresa podrá acceder y revisar el historial de informes y cálculos desarrollados de manera interna o efectuados por el asesor ACHS.

Los módulos de apoyo de PROAUD, se indican a continuación:

- **Base de Datos de Instrumentos de Medición:** Contendrá el listado de todos los instrumentos de medición de ruido de la ACHS que se utilizan para efectos de evaluación de la exposición a ruido de los trabajadores, por lo cual, estarán controlados en cuanto al estado de su calibración y

operatividad por medio de la verificación de la calibración. La documentación que acredita o valida su uso en terreno estará disponible en formato pdf. Esta documentación se adjuntará a los resultados de calculo e informes que se publiquen. Este módulos están relacionado con el proceso de calibración y verificación de calibración (ver figura Nº1) , de la Unidad de Riesgo Físicos de la ACHS, proceso auditado y controlado bajo ISO 9001.

- **Base de Datos de Documento Técnicos:** El propósito de este módulos es que el usuario tenga acceso a toda la información técnica que permita guiar y apoyar la realización de la selección y/o evaluación de protectores auditivos, además de otros aspectos asociados a la evaluación del riesgo por exposición a ruido. Este módulo contendrá documentos como manuales de instrumentos, procedimientos de medición, glosarios, publicaciones técnicas, etc, documentos que se podrán presentarán en formatos de video, audio, textos, etc. El usuario podrá descargar la información de este módulo.
- **Base de Datos de Términos y definiciones**: Este módulo incorpora definiciones técnicas de diferentes conceptos y variables, las que podrán ser consultadas en línea. Cada página de la interfase, también mostrará uno o varios términos de esta base de datos, relacionados con las operaciones específicas de esa pantalla. El administrador sostendrá y actualizará este módulo.
- **Bases de Datos de Análisis Estadísticos:** Este módulo, permitirá procesar los registros de fuentes de ruido, protectores auditivos seleccionados y rechazados por los métodos de cálculo. Permitirá filtrar información de la actividad en PROAUD por empresa, usuario, por niveles de las fuentes críticas. También podrá efectuar análisis de la actividad nacional, filtrando por rubro de la empresa, por rango de niveles de las

fuentes, por elemento de protección auditiva, tipo de elemento de protección auditiva, etc. La información estadística se publicará para el administrador de manera automática.

4. Resultados

A continuación se presentan las operaciones desarrolladas en el flujo habitual para la asignación y/o evaluación de protección auditiva con la opción de registro de cálculos a base de datos y elaboración de informes técnicos.

4.1 Acceso a PROAUD

El sistema de control de acceso al servidor ACHS solicita clave y contraseña del usuario.

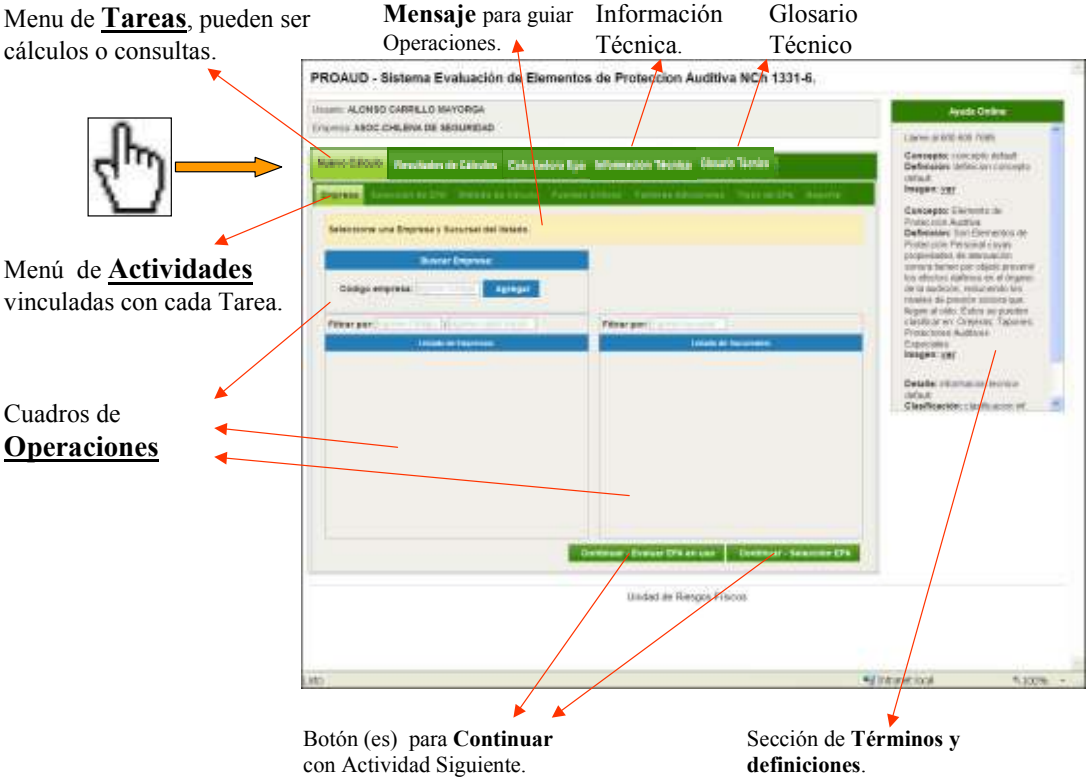
4.2 Pagina de presentación

Esta página contiene opciones de acceso a objetivo y alcance de PROAUD, requerimientos de uso, contacto y comenzar aplicación.

4.3 Página de selección de tarea

PROAUD despliega cinco opciones de tarea en su menú de tareas que son:

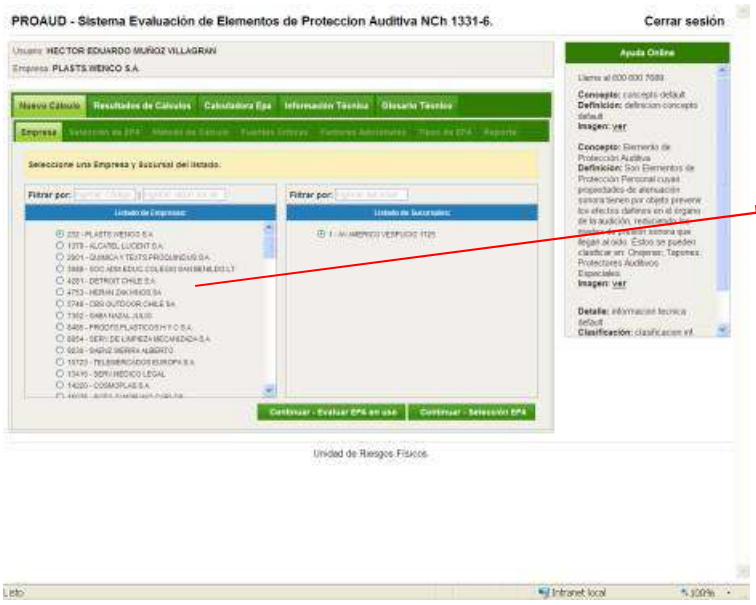
- **Nuevo Calculo**: permite asignar EPA nuevos para empresa o evaluar EPA(s) en uso en la empresa.
- **Resultado de Calculo**: permite consultar base de datos con Reportes y cálculos efectuados (históricos). También permite Generar Informes a Empresas.
- **Calculadora EPA:** permite efectuar Calculo Rápido de EPA sin registro en base de datos.
- **Información Técnica:** permite consultar la Base de datos de Información Técnica.
- **Glosario Técnico**: permite consultar Términos y Definiciones relacionados con PROAUD, ruido ocupacional y otros.



Cada Tarea implica un conjunto de actividades que se muestran en el submenú de Actividades

4.4 Operación de selección de empresa

Una vez seleccionada la tarea de “Nuevo Calculo”, se muestra al usuario su cartera de empresas asignada y acordada previamente.



En cuadro de operaciones se selecciona empresa.

4.5 Operación de selección de método de cálculo e instrumento de medición

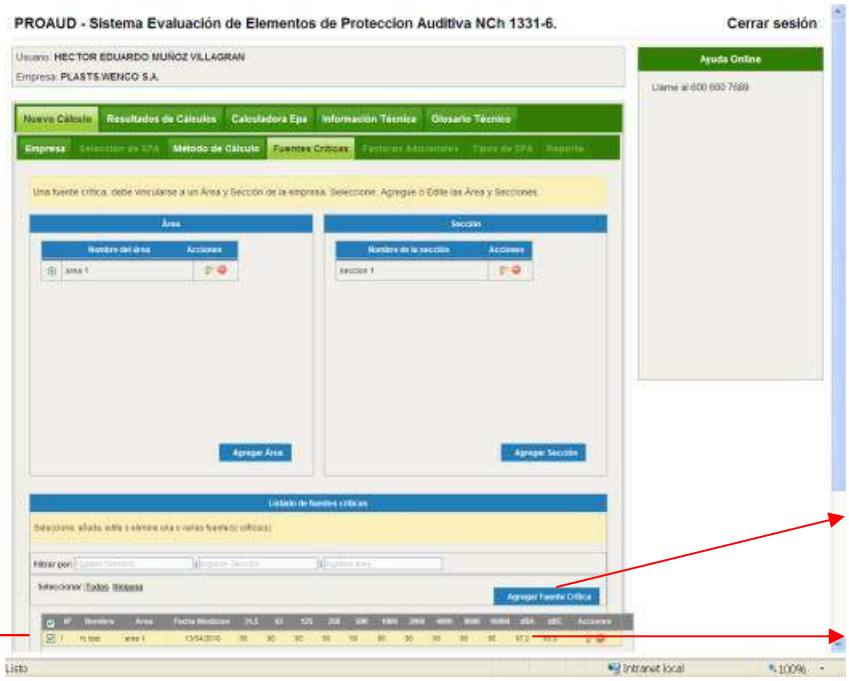
Se elige uno de los tres métodos propuestos por la norma NCh1331-6. También se selecciona el Instrumento de medición utilizado en las mediciones de las fuentes críticas de la empresa.

Selección método de cálculo

Selección instrumentos de medición utilizado. Si la fecha del certificado o informe de verificación ha caducado, no aparecerá en el listado y el flujo se interrumpe.

4.6 Operación de ingreso y selección de fuentes críticas para Cálculo NCh 1331-6

En esta página se define ubicación de fuentes crítica y los niveles de ruido medidos en banda de octava o niveles en dBA y dBC.



Ingreso de Nuevas Fuentes Críticas

Selección Fuentes Críticas para el cálculo.

Niveles de Ruido

4.7 Operación de selección de otros factores presentes en el lugar de trabajo

En el lugar de trabajo se pueden presentar factores que afectan el desempeño de un protector auditivo. Para cada factor seleccionado se entregará una recomendación en el reporte o informe final.

Selección Factores Adicionales

4.8 Operación de selección de tipo de elemento de protección auditiva

Selección de Tipo de Protector Auditivo.

Imagen dinámica que muestra el Tipo de Protector Auditivo a solicitud del usuario.

Dinámicamente se muestran las imágenes de los tipos de protectores auditivos clasificados y que se seleccionarán para el cálculo.

4.9 Operación de opciones del contenido del reporte o informe

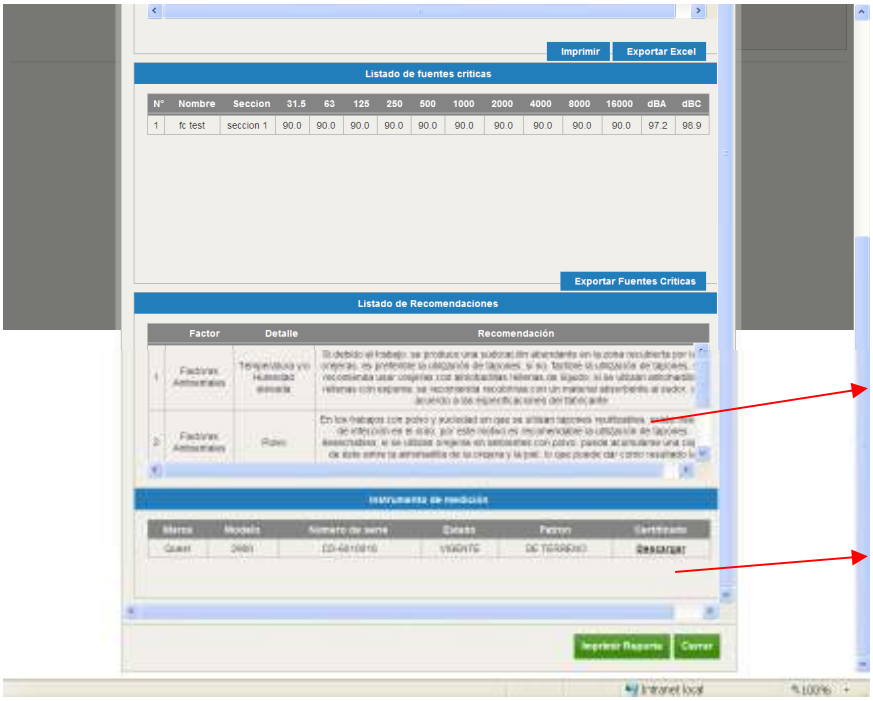
Opciones del contenido del reporte o Informe.

4.10 Reporte en línea

El reporte en línea contiene los resultados de calculo NCh 1331-6 los que pueden ser impresos o exportados.

Listado de protectores Auditivos seleccionados.

Listado de Fuentes Críticas.

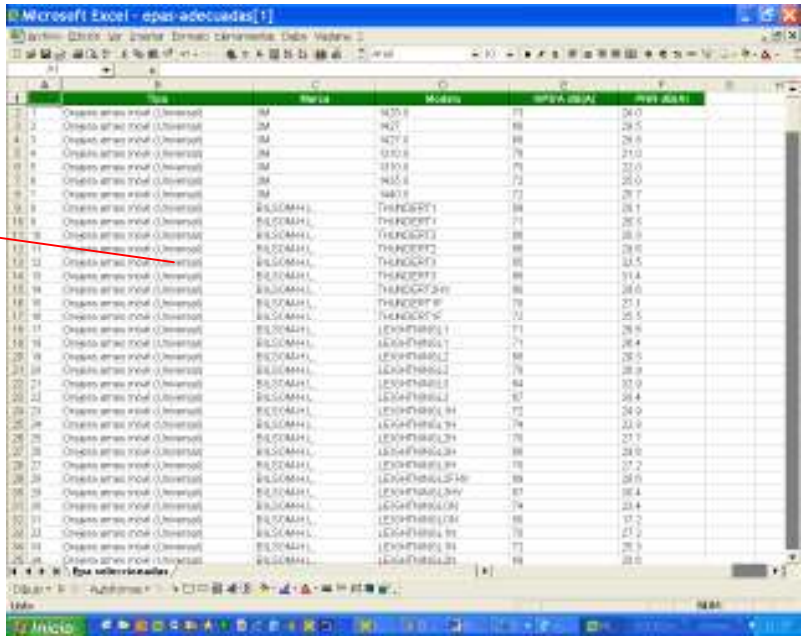


Recomendaciones para los factores adicionales.

Instrumentación utilizada con opción de descarga de certificado de calibración o verificación.

4.11 Opción de exportar listado de protectores auditivos seleccionados a Excel

Listado con identificación de protectores auditivos, con cálculo de reducción favorable, según las fuentes críticas de ruido seleccionadas.

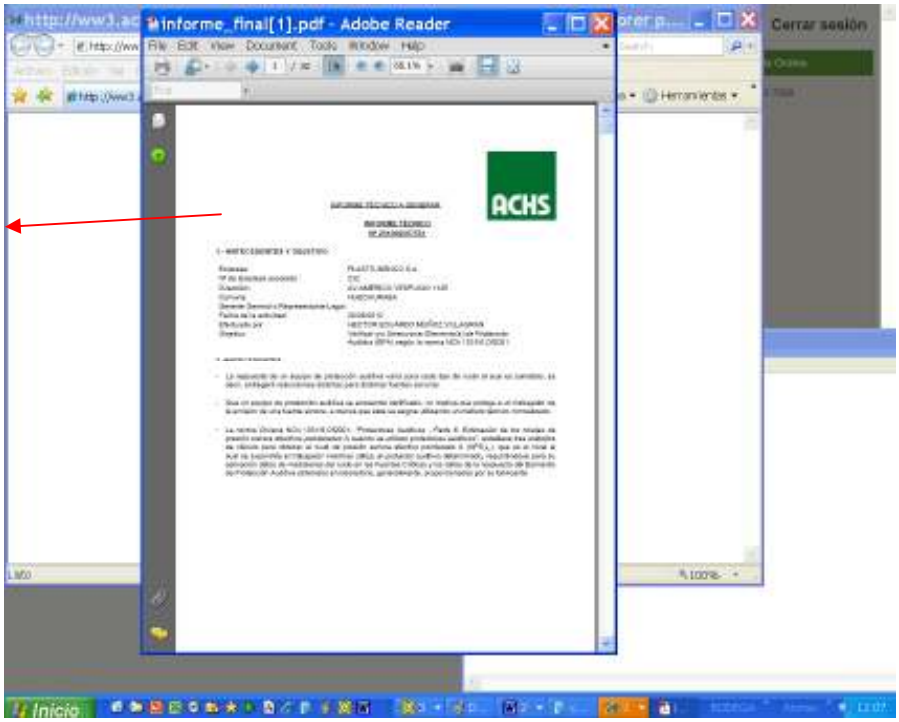


4.12 Tarea resultados de cálculo e informe final

En la tarea “Resultados de Cálculos”, se pueden visualizar los resultados de estudios anteriores y en desarrollo, como también la generación de informes para la empresa.

Estudios efectuados a la empresa con opción de ver cálculos o generar Informe.

Informe Oficial en formato pfd, que contiene la identificación de la empresa, ejecutor del estudio, fuentes críticas, método de calculo utilizado, resultados de calculo, conclusiones , recomendaciones, y documentación anexa como cerificados de calibración o verificación.



5. Discusión

Dado que el ruido de una fuente sonora produce una respuesta única en cada protector auditivo de la base de datos[2], varias fuentes de ruido obligan a iterar el cálculo de reducción para cada una de las fuentes, obteniéndose tantos listados de resultados como fuentes críticas se hallan identificado. La aplicación diseñada efectúa la intersección de los resultados obtenidos en una sola lista de elementos de protección personal, los que serán aptos de usar en cada una de las fuentes seleccionadas. Este complejo proceso de cálculo y procesamiento de la información requerida para la asignación de protección auditiva requerida por la normativa, se hace complejo sin disponer de una herramienta de calculo específicamente diseñada para esta finalidad.

El análisis de las operaciones efectuadas por los profesionales de prevención de riesgos que desarrollan el proceso de mediciones y evaluaciones de la exposición a ruido en empresas, permitió diseñar el flujo de operaciones de PROAUD de manera similar y compatible con los componentes de este proceso, sin obligar a éstos a ejecutar acciones adicionales en terreno a las ya desarrolladas. El usuario debe ingresar las fuentes de ruido críticas y niveles medidos, a la aplicación, para que el sistema PROAUD pueda procesar la información y elaborar un informe en un tiempo del orden de 5 a 10 minutos, disponiendo también de la opción rápida de calculo sin registro a la base de datos pudiendo exportar los resultados.

PROAUD permite actualizar inventarios de fuentes críticas de ruido efectuadas en el pasado, revisando la emisión de las ya declaradas en el listado, incorporando nuevas fuentes o eliminando las que ya no se encuentran en

[2] PROAUD cuenta en la actualidad con , aproximadamente, 400 elementos de protección auditiva registrados con su información de atenuación y desviación estándar por banda de frecuencia, es decir, 4800 valores que se procesan junto a los niveles medidos de cada fuente crítica identificada.

operación. La base de datos de fuentes de ruido admite reutilizar la información histórica, evitando rehacer los estudios de identificación y reconocimiento en ruido cada vez que un profesional de prevención visita la empresa. Con las nuevas mediciones se podrá actualizar el listado de protectores auditivos y publicar nuevos informes. Como en un programa de conservación auditiva, el control se efectúa principalmente sobre las fuentes sonoras, el inventario de fuentes críticas constituye una guía para la planificación de las medidas de mitigación y disminución de la exposición a ruido de los trabajadores con el objeto de controlar la enfermedad profesional.

El usuario de PROAUD, permanentemente dispondrá de una base de datos actualizada de elementos de protección auditiva, pudiendo consultar al administrador de la aplicación, los detalles del fabricante, distribuidores y otros. Por otra parte, PROAUD seleccionará para el cálculo la curva de atenuación sonora adecuada dentro de todas las publicadas en su ficha técnica, información que para el usuario común es difícil de identificar.

El proceso de calibración y verificación de la calibración de los instrumentos utilizados para la medición de las fuentes sonoras críticas en las empresas, asegura la validez de la caracterización de las fuentes de ruido como también, del resultado del calculo desarrollado por la aplicación.

La revisión y registro de los elementos de protección auditiva comercializados en el país y disponibles en el mercado internacional, permitió identificar y clasificar los distintos tipos de elementos de protección auditiva, entregando a los usuarios un lugar donde visualizar y reconocer todos los elementos disponibles, información que no estaba disponible.

PROAUD se pone a disposición de todas las empresas afiliadas a ACHS y los expertos en prevención asesores, para el ingreso de fuentes de ruido críticas, asegura mediciones con instrumentación controlada y el calculo de los elementos de protección auditiva según formativa nacional vigente. Se estima que el uso de esta herramienta cubrirá las necesidades de protección auditiva y control de la exposición de gran parte de la masa de trabajadores expuestos a ruido, cuando esto sea requerido. Los usuarios también dispondrán de toda la información adicional de apoyo para consulta y descarga que incluye la aplicación.

6. Referencias bibliográficas y bibliografía

6.1 Referencias bibliográficas

[1] OMS,2004. Organización Mundial de la Salud. Occupational noise. Assessing the burden of disease from work – related hearing impairment at national and local levels. Environmental burden diseases series, Nº 9. 2004.

[2] www.minsal.cl

[3] Otárola Merino, F., Otárola Zapata, F., Finkelstein, A. 2006 “Ruido Laboral y su Impacto en Salud”. Ciencia y Trabajo, 20:47-51. [En Línea] <http://www.cienciaytrabajo.cl/pdfs/20/pagina%2047.pdf>.

6.2 Bibliografía.

- DECRETO SUPREMO N° 594/1999, Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.
- Clasificación según NCh 1358:2000. “Protectores Auditivos – Terminología y Clasificación.
- NCH 1331/4: 1999 Protectores Auditivos Parte 4: Recomendaciones para la selección, uso, cuidados y mantención.
- NCh 1331/6 Protectores auditivos – Parte 6: Estimación de los niveles de
- presión sonora efectivos ponderados A, cuando se utilizan protectores auditivos.
- Instructivo para la Aplicación del DS 594/99 del MINSAL, Título IV, Párrafo 3, Agentes Físicos – Ruido.
- Guía técnica para la evaluación de los trabajadores expuestos a ruido y/o con sordera profesional. ISP- Chile.

ANEXO

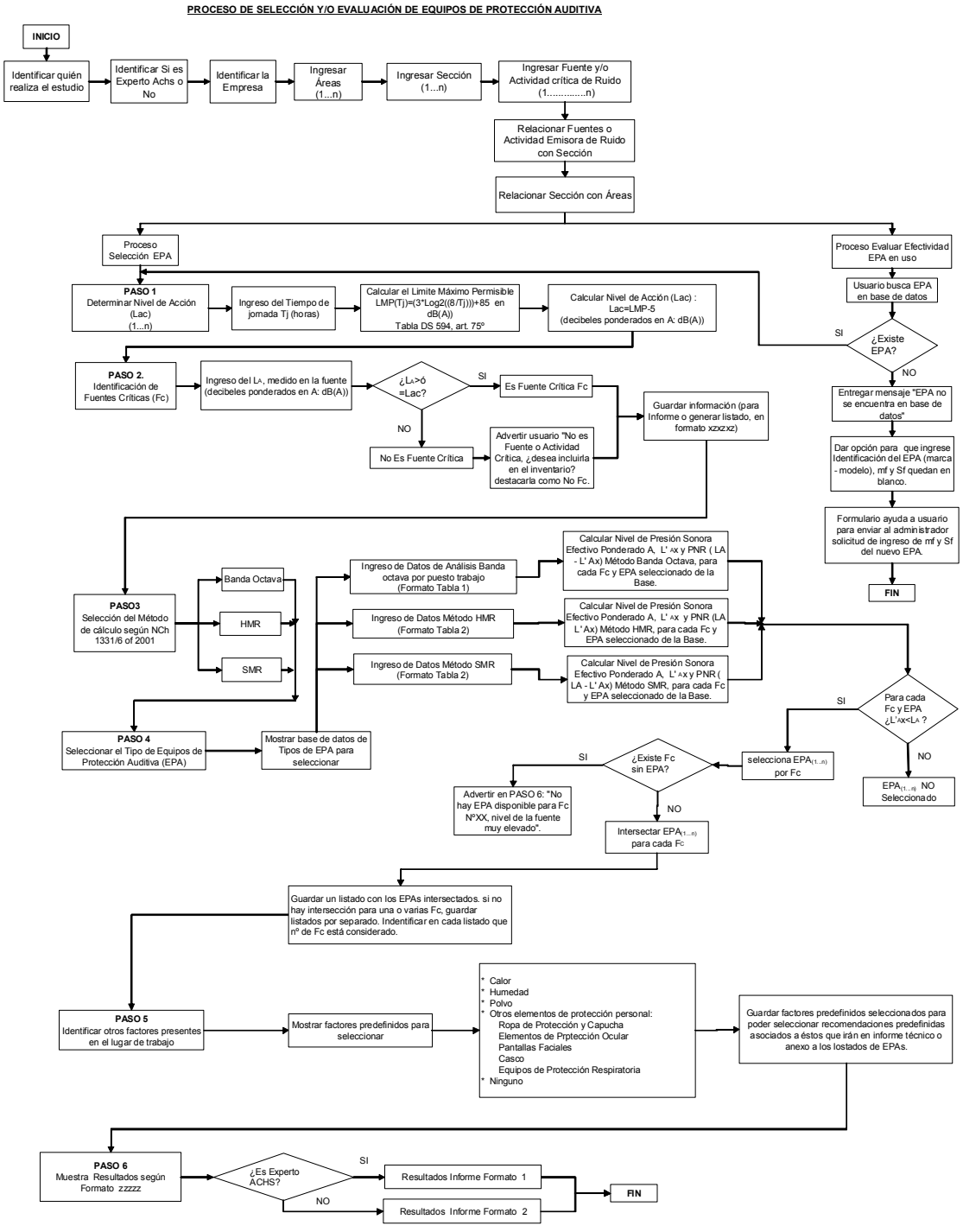



Figura A1.- Flujo de actividades asociadas a la selección y/o evaluación de Elementos de Protección Auditiva.