

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**“EVALUACIÓN AUDIOMETRICA Y POR EMISIONES
OTOACUSTICAS EN TRABAJADORES EXPUESTOS A
DISOLVENTES ORGANICOS Y RUIDO”**

T E S I S D E P O S G R A D O .

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:
ESPECIALISTA EN COMUNICACIÓN,
AUDIOLOGIA Y FONIATRIA
PRESENTA:
DRA. DIANA LIZETH VALERO RODRIGUEZ

ASESOR: DR. PEDRO BERRUECOS VILLALOBOS

ASESORES METODOLÓGICOS:

M. EN C. GUADALUPE AGUILAR MADRID
M. EN C. CUAUHEMOC ARTURO JUAREZ PEREZ
DR. ARTURO TORRES VALENZUELA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre Jorge Francisco Valero Hernández, quien siempre confío y apoyó, sin duda alguna, en cada uno de mis proyectos de vida, así como por ser mi ejemplo a seguir y transmitirme todo el tiempo las ganas de superación. Papá, todos los días te extrañaremos, pero siempre intentaremos que te sientas orgulloso.

A mi madre Araceli Rodríguez Castañeda quien es mi mejor amiga, gracias por darme la vida y a partir de ese momento otorgarme tu amor, tiempo, enseñanzas, incondicionalidad, regaños, pero sobre todo por cada uno de los excelentes e incontables momentos que juntas hemos compartido, te amo mamá.

Ara, Gina y Jorge, mis hermanos y compañeros de este trayecto de existencia, gracias por como son cada uno de ustedes, puesto que con ello he conseguido aprender el significado de una familia ya que unidos hemos logrado superar todo tipo de adversidades y hemos sabido propiciar momentos incomparables de felicidad.

A Daniela Valero gran amiga, gracias por llegar a la familia y hacer más divertida la última década. Nunca dejes de tener esa alegría y forma de pensar.

Y sobre todo a Dios por la grandiosa vida que me ha permitido tener y espero continuar disfrutando a cada instante.

AGRADECIMIENTOS

Cuando en el camino de la enseñanza se concluye una etapa más, es el momento de recordar y agradecer a cada una de las personas que han contribuido para alcanzar mi meta, de manera muy especial al Dr. Berruecos, jefe de servicio de Audiología y Foniatría del Hospital General de México, por haberme permitido llevar a cabo la formación de mi especialidad en éste servicio; además por el apoyo recibido desde el principio de éste proyecto hasta su culminación.

A cada uno de los médicos adscritos del pabellón de Audiología y Foniatría del Hospital General de México, por su ejemplo, enseñanzas y amistad durante mi estancia.

Mi reconocimiento al Dr. Salvador Castillo por su magnífica academia y ejemplo de la excelencia que se puede conseguir como médico de nuestra especialidad.

Mi gratitud a mis amigas y compañeras, con quienes compartí buenos y malos momentos conjuntamente con el “arduo” trabajo diario. Así mismo, al Dr. Rojo, colega y amigo, quien me invitó a formar parte del presente proyecto de investigación.

Al Dr. Torres por sus consejos y ayuda para este trabajo; de igual manera al Dr. Cuauhtémoc Juárez por su enorme colaboración para la elaboración de este protocolo.

De manera muy especial mi infinito agradecimiento y admiración a la Dra. Guadalupe Aguilar por su dedicación en el tema, su tiempo y las facilidades otorgadas para obtener los datos que me permitieron, mediante sus útiles indicaciones, la culminación de esta tesis.

Sólo un sentimiento de gratitud hacia todos los que contribuyeron directa e indirectamente a la culminación de este objetivo; cada uno de ustedes al estar presente en esta etapa de vida me otorgó la oportunidad de mi superación profesional y personal... mi reconocimiento infinito.

INDICE

Resumen	1
Antecedentes.....	3
Marco Teórico.....	4
Normatividad Mexicana y Disolventes Orgánicos.....	7
Efectos de la Exposición a Disolventes Orgánicos y/o Ruido sobre la Audición.....	8
Generalidades de las Emisiones Otoacústicas.....	14
Emisiones Otoaústicas por Productos de Distorsión.....	16
Medición de las EOAPD.....	17
EOA y Resultados Audiométricos.....	18
Planteamiento del problema.....	22
Justificación.....	23
Hipótesis.....	25
Objetivos.....	25
Metodología	
Tipo de Estudio.....	26
Población y Tamaño de Muestra.....	26
Criterios de Selección.....	26
Operacionalización de las Variables.....	27
Procedimiento.....	28
Análisis Estadístico.....	35
Aspectos Éticos y de Bioseguridad.....	36
Recursos Disponibles.....	36

Resultados	37
Discusión.....	41
Conclusiones.....	43
Bibliografía.....	45
Anexos	
Carta de Consentimiento Informado.....	49
Cuestionario General.....	50
Tablas.....	60
Gráficas.....	66

DR. PEDRO BERRUCOS VILLALOBOS
JEFE DEL SERVICIO DE AUDIOLOGIA Y FONIATRIA
HOSPITAL GENERAL DE MEXICO
ASESOR DE TESIS

DR. PEDRO BERRUCOS VILLALOBOS
JEFE DEL SERVICIO DE AUDIOLOGIA Y FONIATRIA
HOSPITAL GENERAL DE MEXICO
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN
DE AUDIOLOGIA Y FONIATRIA

DRA. DIANA LIZETH VALERO RODRIGUEZ
RESIDENTE DE AUDIOLOGIA Y FONIATRIA
HOSPITAL GENERAL DE MEXICO
AUTOR DE TESIS

RESUMEN

Antecedentes: Estudios realizados en las últimas dos décadas han conducido la atención hacia la interacción entre el ruido y los agentes químicos en ambientes de trabajo como causa de alteraciones auditivas. Es por ello que se le ha dado relevancia a los sistemas de medición de emisiones otoacústicas por productos de distorsión (EOAPD), porque permiten valorar de manera anticipada el daño coclear subclínico inducido por dichos factores de riesgo, en comparación con los resultados de la audiometría tonal en la cual se pueden presentar umbrales correspondientes a una audición normal en este tipo de trabajadores.

Objetivo: Se evaluó la relación existente de la exposición simultánea a ruido con los disolventes orgánicos en trabajadores de una fábrica de pinturas mediante resultados audiométricos, que se compararon con las respuestas de la relación señal ruido de las EOAPD, con puntos de corte de ≤ 10 dB y ≤ 6 dB como parámetros de referencia.

Metodología: Se realizó un estudio transversal, en un grupo de 77 trabajadores de una fábrica de pinturas expuestos a disolventes orgánicos y ruido en su puesto de trabajo; a cada uno de ellos se les aplicó un cuestionario general y se les realizó exploración física otológica. Los parámetros cuantitativos de la prueba de audiometría, tanto tonal como de altas frecuencias, así como los niveles de EOAPD y las mediciones de disolventes orgánicos en el medio ambiente laboral, fueron analizados para identificar la asociación de exposición a disolventes orgánicos con la presencia de alteraciones en las pruebas mencionadas.

Resultados: La distribución de medias para las frecuencias de la audiometría tonal, reveló una audición normal para todo el grupo de trabajadores, en el rango de las bajas frecuencias en ambos oídos, presentando pérdidas de tipo sensoriales en altas frecuencias. En el análisis de las EOAPD, al comparar de manera global los porcentajes de respuesta de la relación señal/ruido con puntos de corte de <6 dB y <10 dB, observamos que las proporciones en todas las frecuencias fueron menores para el parámetro <6 dB con cifras que van de 13 a

23.3% en contraste a al punto de corte <10 dB con rangos del 50 al 69%, es decir, un mayor porcentaje de trabajadores con respuestas alteradas.

En el análisis bivariado, se agrupó a los trabajadores de acuerdo con su antigüedad en la empresa de estudio, perteneciendo al Grupo I aquellos con < 7 años y el Grupo II ≥ 7 años. Se observaron en el GI, EOAPD con una relación señal ruido ≤ 10 dB, para las frecuencias de 750, 3000 y 6000Hz; a diferencia del GII, en el que un número mayor de frecuencias estuvieron alteradas, para el mismo punto de corte: 750 Hz, 3, 4, 6 y 8 KHz. Tomando como parámetro de normalidad ≥ 6 dB, no existieron hallazgos de importancia en ambos grupos de estudio, puesto que todo el rango de las frecuencias exploradas obtuvo resultados por arriba de este valor.

Discusión y Conclusiones: Se observó una mayor obtención de resultados estadísticamente significativos en la población de estudio con más antigüedad laboral en la fábrica de pinturas, adoptando el criterio de la relación señal ruido ≥ 10 dB (en comparación con el parámetro de ≥ 6 dB), ya que se observó a éste como el punto de corte óptimo para la monitorización de la función coclear. Por otra parte se aprecian alteraciones en la frecuencia de 750 Hz en la mayoría de los trabajadores de ambos grupos pese a umbrales tonales normales, corroborando con ello que sea difícil la medición de bajas frecuencias en las EOAPD.

Por lo anterior, consideramos que se debe realizar una evaluación audiológica integral a este grupo de alto riesgo, incorporando a la audiometría tonal las mediciones de EOA como una prueba de rutina fundamental para predecir el daño coclear temprano.

ANTECEDENTES

En el año 2000, The National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) de los Estados Unidos de Norteamérica consideró que 10 millones de trabajadores están expuestos a disolventes orgánicos (Toppila, 2006). Sólo en Europa durante 1998 se utilizaron anualmente 300 000 toneladas métricas de disolventes clorinados en la industria; por otra parte la oficina de Seguridad y Salud de Inglaterra estima que el 8% de la población trabajadora usa o esta expuesta regularmente disolventes orgánicos (Dick F, 2006).

Alrededor de 30 millones de personas en Europa laboran en ambientes ruidosos y 10 millones de trabajadores están expuestos a químicos industriales considerados ototóxicos como son los disolventes, los metales pesados y los asfixiantes (Prasher, 2002).

Aunque los disolventes orgánicos han sido utilizados en la industria desde hace 150 años, se han considerado seriamente como ototóxicos desde hace 20 años; esta falta de atención, probablemente deriva del hecho de que el ruido esta frecuentemente presente en los lugares de trabajo donde hay disolventes, y por ende la hipoacusia de los trabajadores se ha atribuido exclusivamente a la exposición a ruido. Cabe mencionar que las pérdidas auditivas inducidas por ruido son la segunda causa más común de perdidas auditivas sensorineurales, después de la presbiacusia en países desarrollados. (Sliwinska-Kowalska, 2006)

En nuestro país existen cerca de 4,500 empresas que manejan disolventes orgánicos como benceno, tolueno y xileno, en las que laboran aproximadamente 300 mil trabajadores, cuyo contacto con estos compuestos aumenta cada año, pues mientras en 1985 el volumen anual de benceno fue de 178,372 toneladas, el de tolueno fue de 220,084 y el de xileno de 154,271, para 1987 el consumo de benceno fue de 281,842 toneladas, el de tolueno 313,745 y el de xileno de 255,193 toneladas, amén de que aproximadamente 92% de los xilenos mixtos son incorporados a las gasolinas (NOM-047-SSA1-1993).

MARCO TEÓRICO

La hipoacusia en trabajadores industriales es conocida como resultado de la exposición al ruido, sin embargo, Pryor y Robert (1983) fueron los primeros en sugerir que los disolventes orgánicos también presentan un efecto de ototoxicidad en estudios con animales. Barregard y Axelsson (1984) además sugirieron la posibilidad de una interacción entre disolventes orgánicos y el ruido, intensificando la hipoacusia en dichos trabajadores. (Shu-Ju Chang, 2006)

La pérdida auditiva por trauma acústico es la causa de un tercio de los 28 millones de casos de sordera en Estados Unidos y el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) informa que el 14 % de los trabajadores americanos están expuestos a niveles de sonido potencialmente peligrosos, por encima de 90 dB. En México, es la principal causa de discapacidad laboral por pérdida auditiva y es la principal enfermedad profesional calificada en el Instituto Mexicano del Seguro Social (SUIT-55).

Por lo anterior, la exposición al ruido constituye uno de los primeros lugares entre las causas, después de los efectos del envejecimiento, de pérdida de audición. Esto provoca un descenso de la sensibilidad de las células sensoriales auditivas que resulta proporcional a la duración y a la intensidad de la exposición. En los estadios más precoces, este aumento del umbral de audición, conocido como fatiga auditiva o variación temporal del umbral (VTU), es totalmente reversible, pero persiste durante algún tiempo después de finalizar la exposición (Enciclopedia-OIT).

En estudios sobre la recuperación de la sensibilidad auditiva se han identificado varios tipos de fatiga auditiva. La fatiga a corto plazo desaparece en menos de dos minutos y provoca una variación del umbral máximo en la frecuencia de exposición. La fatiga a largo plazo se caracteriza por la recuperación en más de dos minutos y menos de 16 horas, un límite establecido de forma arbitraria según los resultados de los estudios sobre la exposición al ruido industrial. (Enciclopedia-OIT).

En general, la fatiga auditiva es función de la intensidad, duración, frecuencia y continuidad del estímulo. Por tanto, a una dosis determinada de ruido, obtenida por la integración de la intensidad y la duración, los patrones de exposición intermitente son menos nocivos que los patrones continuos. (Enciclopedia-OIT).

La gravedad de la VTU aumenta unos 6 dB cada vez que se duplica la intensidad del estímulo. Por encima de una intensidad específica de exposición (el nivel crítico), este índice aumenta, sobre todo si la exposición se produce a ruidos por impulsos. La VTU aumenta de forma asintótica con la duración de la exposición; la propia asíntota aumenta con la intensidad del estímulo. Debido a las características de la función de transferencia de oído medio e interno, las frecuencias bajas son las que mejor se toleran. (Enciclopedia-OIT).

Los estudios sobre la exposición a tonos puros indican que, según aumenta la intensidad del estímulo, la frecuencia en la que la VTU es mayor cambia de forma progresiva a frecuencias superiores a las del estímulo. Los sujetos expuestos a un tono puro de 2.000 Hz desarrollan una VTU que es máxima aproximadamente a 3.000 Hz (un cambio de una semioctava). Se cree que el responsable de este fenómeno es el efecto del ruido sobre las células ciliadas externas. (Enciclopedia-OIT).

El trabajador que muestra una VTU se recupera hasta alcanzar los valores auditivos basales a las pocas horas de cesar la exposición al ruido. Sin embargo, la exposición reiterada disminuye el grado de recuperación y produce una pérdida auditiva permanente. La exposición a estímulos sonoros de alta intensidad durante varios años puede provocar una pérdida auditiva permanente. Esto se conoce como variación permanente del umbral (VPU). Desde el punto de vista anatómico, la VPU se caracteriza por una degeneración de las células ciliadas, que comienza con alteraciones histológicas ligeras pero termina finalmente en una destrucción celular completa. Lo más probable es que la pérdida auditiva afecte a las frecuencias a las que el oído es más sensible, porque en ellas la transmisión de la energía acústica del medio ambiente externo al oído interno es óptima.

Esto explica por qué la pérdida auditiva a 4.000 Hz es el primer signo de pérdida de audición de origen profesional. (Enciclopedia-OIT).

Se ha observado una interacción entre la intensidad del estímulo y la duración e internacionalmente se acepta que el grado de pérdida de audición está en función de la energía acústica total recibida por el oído (dosis de ruido). El desarrollo de una pérdida auditiva inducida por el ruido muestra una sensibilidad individual. Se han estudiado diversas variables potencialmente importantes para explicar esta sensibilidad, como edad, sexo, raza, enfermedades cardiovasculares, tabaquismo, etc. Estos datos no fueron concluyentes. Una cuestión interesante es si la magnitud de la VTU podría utilizarse para predecir el riesgo de VPU. Como se indicó antes, hay una variación progresiva de la VTU hacia frecuencias superiores a la frecuencia de estimulación. Por otro lado, la mayor parte de la lesión ciliar producida con intensidades de estímulo altas afecta a células que son sensibles a la frecuencia del estímulo. Si la exposición persiste, la diferencia entre la frecuencia a la que la VPU es máxima y la frecuencia de estimulación desciende de forma progresiva. La lesión ciliar y la pérdida celular se producen en consecuencia en las células más sensibles a las frecuencias del estímulo. Por tanto, parece que la VTU y la VPU se desarrollan por mecanismos distintos y, por tanto, es imposible predecir la VPU basándose en la VTU observada. (Enciclopedia-OIT).

Los individuos con VPU no suelen mostrar síntomas al principio. Según progresa la pérdida auditiva, comienzan a tener dificultades para seguir una conversación en entornos ruidosos como fiestas o restaurantes. La progresión, que al principio suele afectar a la capacidad para percibir sonidos agudos, suele ser indolora y relativamente lenta. Trabajadores de varios sectores industriales comúnmente están expuestos a una combinación de agentes físicos y químicos, pero el conocimiento sobre el efecto a la salud de ésta combinación son limitados. (Enciclopedia-OIT).

Por ello, se han hecho varios estudios para examinar la pérdida de sensibilidad auditiva debida a disolventes orgánicos tales como tolueno, xileno, estireno, n-hexano, tricloroetileno, disulfuro de carbono y otros solventes mezclados.

Normatividad Mexicana y Disolventes Orgánicos.

La Norma Oficial Mexicana. NOM-010-STPS-1993, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral (incluyendo a los disolventes orgánicos); establece como límite máximo permisible de exposición (LMPE), la concentración de un contaminante en el medio ambiente laboral, que no debe superarse durante la exposición de los trabajadores en una jornada de trabajo.

El límite máximo permisible de exposición promedio ponderado en tiempo (LMPE-PPT), es la concentración promedio ponderada en tiempo de un contaminante del medio ambiente laboral para una jornada de ocho horas diarias y una semana laboral de cuarenta horas, a la cual se pueden exponer la mayoría de los trabajadores sin sufrir daños a su salud. El límite máximo permisible de exposición se expresa en mg/m^3 o ppm, bajo condiciones normales de temperatura y presión. (NOM-010, 1993)

- a) **mg/m^3** : miligramos por metro cúbico. Unidad de concentración de polvos, humos combustibles y metálicos, gases, neblinas, rocíos y vapores.
- b) **ppm**: partes por millón. Unidad de concentración expresada como una relación volumen sobre volumen de una parte de sustancia en un millón de partes en el aire, empleada para gases y vapores.

DISOLVENTE ORGANICO	NOM	PROCEDIMIENTO	LMPE-PPT (ppm)	LMPE-PPT (mg/m^3)	TLV-ACGIH-2006 (mg/m^3)
n-Hexano			50	176	176.24
Alcohol etílico (Etanol)	56	Determinación de alcohol etílico en aire-método de cromatografía de gases.	1000	1900	1884
Isopropanolol	89	Determinación de isopropanol en aire-método de cromatografía de gases.	-	980	491.5
Alcohol butílico	74	Determinación de alcohol n-butílico en aire-método de cromatografía de gases.	No hay	No hay	60.63
Acetona	10	Determinación de acetona en aire-método de cromatografía de gases.	1000	2400	1187
Hexona (Metil-isobutil cetona. MIBK)	96	Determinación de hexona en aire-método de cromatografía de gases.	50	205	204.83
2- Butanona (Metil-etil-cetona. MEK)	42	Determinación de 2-butanona (metil etil cetona) en aire-método de cromatografía de gases.	200	590	589.78

DISOLVENTE ORGANICO	NOM	PROCEDIMIENTO	LMPE-PPT (ppm)	LMPE-PPT (mg/m ³)	TLV-ACGIH-2006 (mg/m ³)
Acetato de Etilo		Determinación de acetato de etilo en aire-método de cromatografía de gases.	400	1400	1441
Acetato de Butilo				700	712.64
Tolueno	50	Determinación de tolueno en aire-método de cromatografía de gases.	50	188	188.4
Xileno	47	Determinación de xileno en aire-método de cromatografía de gases.	100	435	434.2
2-Heptanona (Metil-n-amil-cetona)			50	235	233.5
Metil-propil-acetato			-	700	712.6

Cuando la exposición del trabajador a las concentraciones de las sustancias químicas contaminantes rebase los LMPE, el patrón deberá realizar un examen médico específico por cada contaminante a cada trabajador expuesto. Además, el médico del trabajo determinará los exámenes médicos que se realizarán al menos una vez al año, con objeto de vigilar la salud de los trabajadores y también decidirá si se le retira temporal o definitivamente de la exposición. (NOM-010, 1993)

Efectos de la exposición a disolventes orgánicos y/o ruido sobre la audición.

Modelos animales han demostrado que los disolventes pueden inducir daño auditivo, especialmente a las células ciliadas externas y vías nerviosas auditivas centrales. Estudios realizados en animales y humanos demuestran que las frecuencias afectadas por la exposición a disolventes son diferentes de las afectadas por ruido, y que los disolventes pueden interactuar sinérgicamente con el ruido (Fuente A., 2006).

La hipoacusia generada por la exposición combinada a ruido y disolventes orgánicos es mayor que la ocasionada por la sola exposición a ruido. Si la sinergia entre ruido y disolventes orgánicos fuera confirmada en seres humanos, se requeriría de una modificación en los lineamientos para la exposición laboral, con objeto de prevenir la hipoacusia de origen laboral. (Prasher, 2002)

La norma oficial mexicana (NOM) -011-STPS-1994, relativa a la condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido posee como objetivo, establecer las medidas para mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que por sus características, niveles y tiempo de acción sean capaces de alterar la salud de los trabajadores, así como la correlación entre los niveles máximos permisibles de ruido y los tiempos máximos permisibles de exposición (TMPE) por jornada de trabajo. (Valle M., 2003)

El apéndice A de dicha norma, establece los límites máximos permisibles de exposición de los trabajadores a ruido estable, inestable o impulsivo durante el ejercicio de sus labores, en una jornada laboral de 8 horas, según se enuncia en la Tabla A.1. Nivel de exposición a ruido (NER): es el nivel sonoro “A” promedio referido a una exposición de 8 horas. (NOM -011, 1994)

Nivel de Exposición a Ruido	T.M.P.E.
90 dB (A)	8 Horas
93 dB (A)	4 Horas
96 dB (A)	2 Horas
99 dB (A)	1 Hora
102 dB (A)	30 Minutos
105 dB (A)	15 Minutos

El efecto sinérgico entre disolventes y ruido no sólo afecta el procesamiento auditivo central sino también, el procesamiento central nervioso del equilibrio; por lo que es importante investigar los efectos independientes y combinados de los disolventes y el ruido sobre los sistemas de la audición y el equilibrio. (Prasher, 2002)

En 1996 el U. S. Nacional Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) creo la Nacional Occupational Research Agenda (NORA) para definir los 6 principales objetivos de la investigación de ruido y disolventes:

1. Gravedad del riesgo (basada en muerte, lesión, enfermedad, discapacidad e impacto económico)

2. Número de trabajadores afectados.
3. Magnitud del riesgo y disminución potencial del riesgo.
4. Expectativas en el área de investigación.
5. Insuficiencia o existencia de investigación.
6. Probabilidad de que la investigación marque la diferencia.

La NORA identificó que la hipoacusia debida a ruido y disolventes es un área prioritaria de investigación, debido a que no se cuenta con guías o estándares que regulen la exposición combinada a ruido y solventes orgánicos. (Prasher, 2002)

En el año 2000 en Europa, se formó la Comisión Europea de Investigación para los efectos de la exposición a ruido y químicos sobre la audición y el equilibrio (NOISEChem), la cual esta conformada por audiólogos, otoneurólogos y médicos del trabajo expertos en el tema y asesorados por la National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) de los E.U.A. Entre los especialistas de dicha comisión figuran los doctores Thais Morata de E.U.A, Pierre Campo de Francia, Wieslaw Sulwowski de Finlandia, Deepak Prasher de Inglaterra y Mariola Sliwinska-Kowalska de Polonia (Prasher D, 2002); estos 2 últimos médicos visitaron nuestro país el año pasado dentro del marco del IV Congreso Panamericano de Audiología y XIII Simposio Internacional de Medicina Auditiva por invitación personal del presidente de la Panamerican Society of Audiology, Dr. Pedro Berruecos Villalobos. La información que proporcionaron en relación a la exposición ambiental y combinada del ruido con los agentes químicos, motivaron la realización del presente trabajo (Prasher, 2006)

Para estudiar los efectos de los disolventes orgánicos y el ruido sobre la audición y el equilibrio la NOISEChem utiliza 2 grupos de investigación: uno que trabaja con animales de laboratorio para determinar los mecanismos de daño ototóxico debido a ruido y su interacción con los disolventes, y un segundo grupo que examina los efectos audio-vestibulares mediante investigaciones epidemiológicas y procedimientos estandarizados en trabajadores de fábricas de los países de Suecia, Finlandia, Polonia, Francia e Inglaterra.

Los objetivos de estas investigaciones son:

1. Desarrollar procedimientos estandarizados para evaluar de manera fiel la audición y el equilibrio.
2. Determinar los efectos de la exposición a disolventes, a concentraciones que comúnmente se encuentran en las fábricas, así como también determinar los efectos sobre la audición y el equilibrio en ambientes donde interactúen los disolventes y el ruido.
3. Determinar en animales de laboratorio los mecanismos mediante los cuales los disolventes con interacción del ruido dañan la audición. (Prasher, 2002).

Actualmente la legislación laboral no considera la presencia de disolventes en el medio ambiente como factor de riesgo para la audición. Por eso, es importante determinar los efectos de la exposición combinada a ruido y disolventes, con objeto de preservar la audición y brindar estándares que limiten la exposición. (Prasher, 2002).

Tolueno, estireno, tricloroetileno, disulfuro de carbón y sus mezclas son comúnmente utilizados en la industria y son un riesgo para la audición y el equilibrio, que se exagera por la presencia de ruido. (Prasher, 2002).

Investigaciones de laboratorio aparentemente han identificado 2 patrones diferentes de disfunción y daño coclear posterior a la exposición a disolventes., El primer patrón es producido por tolueno, e involucra el daño de las células ciliadas externas localizadas en la vuelta media de la cóclea, encargadas de la recepción de las frecuencias medias auditivas. Esta ototoxicidad parece derivarse de una alteración preferencial en la motilidad de estas células y por ende en su sensibilidad al sonido. La dismorfia preferencial de estas células parece derivarse de un daño en la liberación de calcio intracelular el cual debe ser rápido y que en presencia de concentraciones de tolueno en cerebros humanos se torna lento. El segundo patrón producido por el tricloroetileno, daña la función de las células ciliadas internas. (Prasher, 2002).

En los últimos 5 a 8 años, se han presentado dos descubrimientos fundamentales que han permitido el desarrollo de enfoques farmacológicos para la prevención de las pérdidas auditivas inducidas por ruido. El primero, es que la exposición a niveles altos de ruido causa un importante incremento de los radicales libres de la coclea. El segundo, se refiere a que el incremento en la concentración de radicales libres induce la muerte apoptótica de las células ciliadas externas. (Henderson, 2006)

La NOISEChem proporciona el siguiente cuadro, en donde se examinan diversos estudios que muestran los hallazgos audio-vestibulares relacionados con la exposición a ruido y disolventes (Prasher, 2002).

SOLVENTE	USO	BIOMONITOREO	EFFECTOS SOBRE LA SALUD	HALLAZGOS AUDITIVOS EN ANIMALES Y HUMANOS
Tolueno	Plantas de pegamento y varios procesos industriales	Ácido hipúrico en orina	Disfunción neurológica y cognitiva. Vértigo e hipoacusia	Alteración en las respuestas de los potenciales evocados auditivos de tallo cerebral (PEATC).
Xileno	Producción de pinturas, desengrasantes, disolvente para resinas, gomas y plásticos médicos.	Ácido metilhipúrico en orina	Disminución de la función nerviosa periférica y síntomas del sistema nervioso central	Disminución de la sensibilidad auditiva.
Estireno	Plásticos, látex, pinturas, recubrimientos, poliéster y envasado.	Ácido mandélico en orina	Cambios en la actividad cerebral, vértigo, hipoacusia y hepatotoxicidad	Respuesta cortical afectada. Alteraciones vestibulares y de la audición.
Tricloroetileno	Desengrasante de metales, manufactura de pegamentos, pinturas, pesticidas, disolventes, barnices y limpiadores	Ácido tricloroacético y tricloroetanol en orina	Cefalea, pérdida de la memoria, déficit en la conducción neural, hepatotoxicidad e hipoacusia.	Hipoacusia en frecuencias altas y medias, PEATC y sistema vestibular alterados
Disulfido de carbón	Pesticida, manufactura de rayón-viscosa y vulcanización de plástico.	Ácido 2-tiotiazolidina-4-carboxílico en orina	Déficit neurológico extenso, desequilibrio e hipoacusia.	PEATC con alargamiento, hipoacusia de altas frecuencias, acción sinérgica con ruido.
Mezcla de solventes	Varias aplicaciones industriales	Varias pruebas en orina según los solventes mezclados	Neurotoxicidad	Alteración en la discriminación del lenguaje y anomalías en la respuesta cortical.
Solventes y ruido	Fábricas con maquinaria ruidosa y que usan disolventes	Pruebas para solventes en orina y exposición a ruido	Hipoacusia y efectos específicos de los solventes	Alteraciones en la audición en trabajadores de imprentas, fábricas de papel, de pinturas y rayón.

Pruebas realizadas con roedores, han demostrado un descenso permanente de la sensibilidad auditiva a los tonos de alta frecuencia tras varias semanas de exposición intensa al tolueno. (Schaper M., 2003)

En estudios sobre la respuesta histopatológica y auditiva del tronco encefálico se ha observado un efecto importante sobre la cóclea, con lesión de las células ciliadas externas. Se han hallado efectos similares tras la exposición a estireno, xileno o tricloroetileno. El disulfuro de carbono y el n-hexano pueden alterar también las funciones auditivas, aunque su principal efecto parece tener lugar en vías nerviosas más centrales. (Jonson, Nylen, 1995). Asimismo, se han comunicado varios casos de lesión del sistema auditivo y anomalías neurológicas graves asociados a la inhalación de disolventes en seres humanos. En estudios de series de casos con exposición profesional a mezclas de disolventes, al n-hexano o al disulfuro de carbono se han descrito efectos centrales y cocleares sobre las funciones auditivas. En estos grupos la exposición al ruido era frecuente, pero el efecto sobre la audición se consideró superior a lo que cabría esperar por el ruido. (Jacobsen, 1993).

Hasta ahora, el problema de la pérdida auditiva asociada a la exposición a disolventes en seres humanos sin exposición a niveles significativos de ruido se ha planteado en pocos estudios controlados.

Jacobsen y colaboradores en 1993, encontraron un aumento estadísticamente significativo del riesgo de pérdida auditiva de 1,4 (IC del 95 %: 1,1 - 1,9) tras la exposición a disolventes durante 5 años o más. En el grupo expuesto tanto a los disolventes como al ruido, no se halló un efecto adicional de la exposición al disolvente. En un subgrupo de la población del estudio se encontró una buena concordancia entre la comunicación de problemas de audición y los criterios audiométricos de pérdida auditiva.

En un estudio holandés realizado en trabajadores expuestos a estireno se halló una diferencia proporcional a la dosis en los umbrales de audición encontrados en la audiometría. (Muijser H, 1988).

Morata, investigó el efecto audiológico de la exposición al ruido, al tolueno combinado con ruido y a mezclas de disolventes en trabajadores de las industrias de la imprenta y la pintura. En comparación con un grupo de control, en los tres grupos expuestos se observó

un riesgo significativamente elevado de pérdida auditiva para frecuencias altas en la audiometría. Los riesgos relativos para la exposición al ruido y a las mezclas de disolventes fueron 4 y 5, respectivamente. En el grupo con exposición mixta al tolueno y al ruido se determinó un riesgo relativo de 11, lo que sugiere una interacción entre los dos tipos de exposición.

En estudios experimentales se ha documentado que diversos disolventes pueden provocar trastornos auditivos en ciertas circunstancias de exposición. Los estudios en seres humanos indican que este efecto puede producirse en exposiciones comunes en el ambiente laboral.

Actualmente está claro que el ruido industrial y su interacción con productos químicos industriales son factores de riesgo potencialmente dañinos para la audición, pudiéndose detectar alteraciones de la misma, a través de la medición de los niveles de las emisiones otoacústicas como prueba complementaria a la audiometría tonal.

GENERALIDADES DE LAS EMISIONES OTOACUSTICAS

Las EOA son sonidos que se registran en el conducto auditivo externo y que son originados por actividad fisiológica dentro de la cóclea. Existe abundante evidencia experimental de que dicha actividad se encuentra íntimamente asociada con el proceso de la audición. Dichos sonidos son generados sólo cuando el órgano de Corti está en condiciones cerca de lo normal y pueden emerger (o por lo menos ser detectados) cuando el sistema del oído medio está operando normalmente. El sonido generado por la cóclea es pequeño pero potencialmente audible, en ocasiones hasta de 30 dB SPL. Ellos pueden emerger espontáneamente puesto que el sonido se encuentra en la cóclea “recirculando” perpetuamente, pero son más comunes las EOA seguidas de una estimulación acústica. (Robinette, 1997)

Las EOA son creadas por el movimiento de la membrana timpánica, enviado por la cóclea a través de la cadena osicular. Para su registro es necesario un oído medio saludable con una adecuada conducción de sonido. La cóclea no irradia significativamente el sonido a través

del aire del oído medio. De hecho, a frecuencias por debajo de 3 KHz, pese a que la vibración es transmitida a través del oído medio, las EOA serían indetectablemente pequeñas si no fuera por el hecho de que el canal auditivo externo se encuentra físicamente cerrado. Esta es una parte esencial de la técnica de EOA porque capta cualquier movimiento oscilatorio de la membrana timpánica por una compresión más eficiente y diseminada. De otra manera sería un flujo silente dentro y fuera del canal auditivo externo, sin generar sonido. (Robinette, 1997)

La necesidad de cerrar el canal auditivo externo para maximizar el nivel de EOA es un recordatorio de que el nivel específico de sonido de las EOA no es una cualidad absoluta fisiológica, sino el producto de la fuerza de envío dentro de la cóclea, de las propiedades conductivas del oído medio y del volumen específico y acústico del aire encerrado en el canal auditivo. Si uno quisiera mantener la función coclear igual pero cambiando el sellado de la sonda o las características del volumen del canal o del oído medio, entonces las EOA cambiarían en intensidad, de la misma manera que sucede en el registro de los potenciales evocados auditivos de tallo cerebral, en el que se dan cambios en el voltaje según la posición de los electrodos y sus resistencias. No hay muchas diferencias clínicamente significativas relacionadas al nivel absoluto de micro voltaje en los PEATC y no hay diferencias clínicamente significativas relacionadas al nivel de sonido preciso de las EOA.

Unas EOA robustas, proporcionan una mayor confianza de que existe una audición normal y existe una correlación significativa entre los niveles de las EOA y el umbral auditivo en una población aleatorizada de normoyentes e hipoacúsicos. Un umbral auditivo de una persona es sólo uno de los muchos factores que influyen externamente en el registro de los niveles de las EOA. Es ciertamente posible establecer normas de los niveles de las EOA bajo condiciones de estímulo específicas para una población, pero no es posible transferir un nivel de EOA dentro de un umbral audiométrico con alguna exactitud útil. Oídos en los extremos de los niveles de EOA pueden tener umbrales de 0 dB y oídos con un promedio de los niveles de EOA pueden tener umbrales de 20 o 30 dB SPL. (Robinette, 1997)

Existen muchas etiologías indefinidas de las variaciones y diferencias subjetivas en los niveles de EOA para tratar los dB SPL de las EOA como una medición cuantitativa.

Un hecho que si es certero es que cócleas sanas contienen mecanismos capaces de regresar el sonido al oído medio y que esto no sucede con cócleas significativamente lesionadas. Esto hace de las EOA un método diagnóstico único e invaluable además de ser de medición simple que no es invasiva. (Robinette, 1997)

EMISIONES OTOACUSTICAS POR PRODUCTOS DE DISTORSIÓN

Kemp, biofísico inglés descubridor de las emisiones otoacústicas, publicó su primera descripción científica de las EOA transitorias en 1978, introduciendo un poco tiempo después las evocadas por productos de distorsión, las cuales describe como una respuesta producida por el oído a dos estímulos de tonos puros simultáneos referidos como tonos primarios. Tal respuesta es descrita como distorsionada porque se origina de la cóclea como una señal tonal que no está presente en el estímulo acústico desencadenador de las emisiones. (Robinette, 1997)

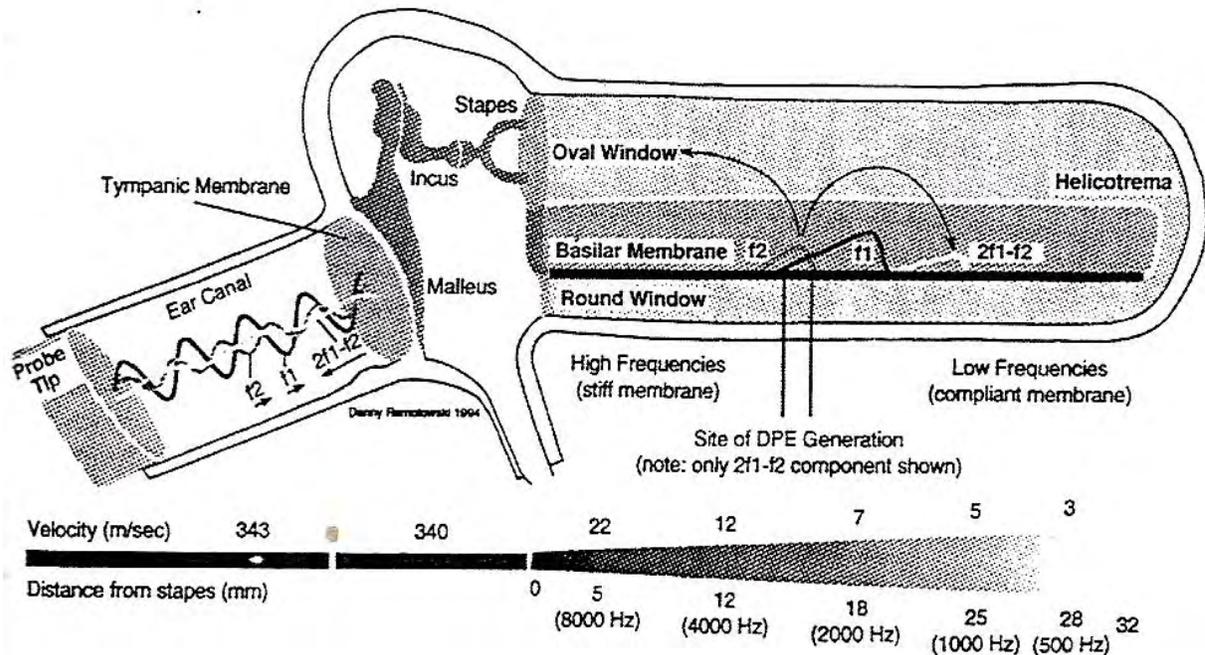
Convencionalmente el tono puro de baja frecuencia es referido como f_1 y el de alta frecuencia como f_2 , con sus niveles L_1 y L_2 , respectivamente. Se presenta una separación en frecuencia de f_2 a f_1 , comúnmente llamada radio f_2/f_1 , que típicamente está alrededor de $f_1 \times 1.2$ (es decir, los tonos primarios se encuentran dentro de un tercio de octava uno de otro). El producto acústico de distorsión-intermodulación más frecuentemente medido es a la frecuencia $2f_1 - f_2$ (la diferencia cubica del tono). Sin embargo, la cóclea también produce EOAPD a otras frecuencias (ej. $f_2 - f_1$, $2f_2 - f_1$, $3f_1 - 2f_2$) en respuesta a tal estimulación bitonal (Pickless, 1988), pero el único componente de distorsión utilizado para propósitos clínicos ha sido $2f_1 - f_2$ puesto que es detectado esencialmente en todos los oídos humanos normales, pese a que esa distorsión es extremadamente pequeña (5 a 15 dB SPL) incluso a niveles de tonos primarios altos. De hecho las EOAPD son usualmente de 60 a 70 dB por debajo de niveles moderados de estímulos que se usan rutinariamente para provocarlas. (Robinette, 1997).

Aparentemente las EOAPD no son producidas por un simple análogo coclear de tipo sobre estimulación no lineal. Mas bien, su generador opera incluso a estímulos de muy bajos niveles, siendo éste un aspecto normal de funcionamiento coclear. En general la distorsión que producen las EOAPD surge de procesos cocleares activos, particularmente aquellos asociados con la no linealidad del movimiento de las células ciliadas externas. Tal proceso responde a niveles bajos de sonido mediante el uso de energía metabólica para incrementar el movimiento de la membrana basilar inducido por el sonido cerca del lugar de la frecuencia estimuladora. Dicho procedimiento es comúnmente referido como amplificador coclear. (Robinette, 1997)

MEDICIÓN DE LAS EOAPD

El micrófono se encuentra alojado en una sonda que se inserta en el conducto auditivo externo. Para reducir la distorsión intermodular artificial, las dos bocinas se encuentran localizadas externamente al micrófono y los dos estímulos tonales presentados simultáneamente (f_1 y f_2) son enviados por separado al conducto auditivo externo mediante tubos que pasan a través de la sonda. Para reducir el nivel de ruido externo al micrófono y prevenir el escape del estímulo y de la energía de las EOAPD, la sonda es sellada dentro del canal con una punta flexible de hule. El estímulo evocado hace vibrar la membrana timpánica y la cadena osicular, produciendo una onda de presión en los líquidos cocleares que inician la onda viajera la cual sigue luego se revierte, ocasionando que el sonido sea registrado por el micrófono.

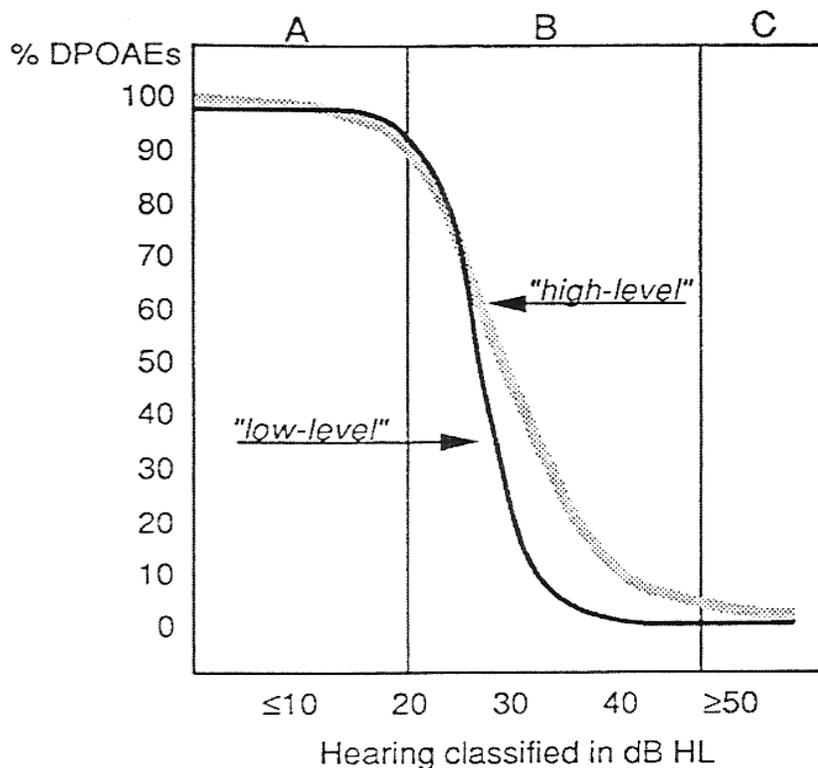
Después de esto, el estímulo es sintetizado digitalmente y las respuestas son coleccionadas y transformadas por un procesador que se encuentra dentro de un equipo de cómputo. Ese procesador de la señal (DSP), la convierte de digital a análoga (DAC) y ésta es enviada a las bocinas. Posteriormente el micrófono envía la respuesta, que nuevamente es modificada de análoga a digital (ADC). (Robinette, 1997)



EMISIONES OTOACUSTICAS Y RESULTADOS AUDIOMETRICOS

Las observaciones realizadas por Kemp en 1978 fueron la base para la asociación de las emisiones otoacústicas y la función auditiva en seres humanos, porque documentó que las emisiones otoacústicas están presentes sólo cuando los umbrales auditivos de las personas están en niveles mejores de aproximadamente 30 dB HL. (Robinette, 1997)

La asociación de EOAPD y los resultados de la audiometría tonal ha sido determinada por el examen de un grupo de personas con diferentes niveles de audición. Las conclusiones de éstas investigaciones se resumen en una gráfica relacionada, en una manera compleja, con los umbrales de auditivos. Las dos curvas representan la probabilidad de obtener respuestas para niveles de estimulación bajo o altos. Cuando la audición es mejor que 25dB, las EOAPD están presentes para ambos niveles de estimulación en la mayoría de las frecuencias de 1 a 6 KHz (sección A). Dependiendo los parámetros de estimulación, es posible generar distorsión cuando la hipoacusia excede los 50 dB HL (sección C). (Robinette, 1997)



El significado fisiológico de las EOAPD en relación a los niveles de audición es incierto. Cuando se usan bajos niveles de estimulación, las EOAPD no están presentes sobre umbrales auditivos de aprox. 40 dB HL. (Robinette, 1997)

Las emisiones otoacústicas por productos de distorsión, tanto para niveles altos y bajos de estimulación, están presentes en la mayoría de las frecuencias sobre 1KHZ en 99-100% de los oídos. Para frecuencias superiores a 4 KHZ, éste porcentaje disminuye cuando el estímulo se encuentra por debajo de 65 dB SPL. Por lo tanto, para que las EOAPD sean detectables deben tener umbrales tonales tan altos como 50 a 60 dB HL. Sobre éstos valores se encuentran ausentes sea en niveles de estimulación altos o bajos. Las comparaciones de configuraciones audiométricas con las amplitudes de las EOAPD en el DP-Grama han mostrado que existe una adecuada correspondencia de las dos mediciones.

En oídos con hipoacusia sensorial, las emisiones otoacústicas por productos de distorsión se encuentran generalmente reducidas o eliminadas sólo para estímulos de frecuencias coincidentes con las regiones dañadas.

Investigaciones realizadas han correlacionado niveles de umbrales tonales (a través de un gran rango de frecuencias) con la presencia de emisiones otoacústicas. (Robinette, 1997)

Harris en 1990, investigó que a 4 KHz, la mayoría de los oídos con umbrales elevados presentaban EOAPD con amplitudes por debajo del promedio, correspondiendo a -2 desviaciones estándar para los oídos normoacústicos. No obstante, varios oídos con umbrales de 50 a 60 dB HL tenían EOAPD presentes, lo cual ilustra la posibilidad de respuestas inciertas. En el mismo año, Probst y Hauser, realizaron un estudio de 113 oídos con audición normal e hipoacusia. La concordancia de la amplitud de las EOAPD con los umbrales de audición fue significativa ($n = 796$, $r = 0.52$, $p < .001$). Sin embargo, las emisiones otoacústicas estaban presentes en algunos oídos aun cuando el umbral auditivo excedió los 60 dB HL. (Robinette, 1997)

Por lo tanto, a pesar de la fuerte correlación de las amplitudes de las EOAPD y los umbrales auditivos por frecuencias, que han sido reportados por varios investigadores, las emisiones otoacústicas no pueden ser usadas como predictores precisos de niveles de audición. (Robinette, 1997)

Kimberley y Nelson 1989, sugirieron que los niveles de EOAPD pueden predecir niveles de audición dentro de 10 dB sobre el rango de 0 a 60 dB SPL. Sin embargo son altamente dependientes del ruido presente durante la medición. En la mayoría de los oídos con hipoacusia neurosensorial, las EOAPD producidas por estímulos bajos son reducidas en amplitud o se encuentran ausentes cuando el umbral de tonos puros excede 25 dB HL. Esto ocurre sólo para el rango de frecuencias afectado.

La diferenciación de audición normal e hipoacusia usando amplitudes de EOAPD es mejor a 4Khz que en otras frecuencias, siendo el ruido el principal factor de interferencia por debajo de 2 KHz. (Robinette, 1997)

Por otra parte la comparación de EOA Transitorias con las de Productos de distorsión ha demostrado directamente mediante investigaciones que, en general, si un tipo de emisiones

esta presente, el otro también debe de estarlo. Existen diferencias en el rango de frecuencias sobre las cuales deben ser medidas efectivamente, pero en las EOAPD se encuentran presentes en altas frecuencias que las que se obtienen con transientes. (Robinette, 1997)

Gorga y colaboradores (1993) han determinado que para la identificación de hipoacusias mayores a 20 dB HL, ambos tipos muestran resultados favorables a 2 KHz, que las transitorias son mejores que las obtenidas por productos de distorsión a 1 KHz y que estas últimas son preferibles para valorar 4 KHz. Ninguna de las emisiones fue mejor a 0.5 KHz debido a que en esta frecuencia, las mediciones están severamente comprometidas por el ruido. Si debe seleccionarse una emisión de cierta categoría específica para evaluaciones clínicas, entonces el propósito de la prueba es el principal factor para determinar la elección. (Robinette, 1997)

Para la identificación de hipoacusia se seleccionan las EOA transitorias, ya que el estudio es relativamente rápido y estima mejor los rangos comprendidos en la zona para las frecuencias del lenguaje. Para fines de monitorización se prefieren aquellas que son por productos de distorsión puesto que valoran más fácilmente altas frecuencias cuando ocurren cambios inducidos por ruido y por ototoxicidad . (Robinette, 1997)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La investigación en salud ocupacional se caracteriza generalmente por el estudio de agentes individuales, como si estos se presentaran solos en un ambiente laboral. Sin embargo, otros factores, incluyendo edad, género, exposición a ruido no ocupacional (uso de armas de fuego, actividades recreativas y música), pueden influir para la susceptibilidad y progresión de problemas en la salud.

En la actualidad, la estandarización de exposiciones y de recomendaciones se encuentra basada en evidencias proporcionadas por estudios centrados en la suposición de que los daños en la salud, debido a la exposición de dos agentes, pueden predecirse por la suma de los efectos adversos resultantes de cada uno de los agentes individuales. Por lo tanto, bastante información ha sido generada acerca de agentes aislados y como resultado, muchos riesgos han podido identificarse y controlarse. Sin embargo, las limitaciones de estas aproximaciones han sido reveladas por estudios recientes de exposiciones mixtas, ya que a pesar de que esta idea no es nueva, ha recibido una limitada atención debido a su complejidad. (Morata, 2003). Los avances en la investigación y métodos estadísticos, han facilitado un reciente incremento en el número de estudios científicos sobre exposición combinada-simultánea, ocasionando en las últimas dos décadas la atención en la interacción entre el ruido y sustancias químicas en el lugar de trabajo como causa de alteraciones auditivas. Desde entonces, varios estudios se han involucrado en la investigación de propiedades ototóxicas de agentes industriales.

Solventes como tolueno, estireno, tricloroetileno, etil-benceno y monóxido de carbono, entre otros, interactúan sinérgicamente con el ruido, potencializando los efectos en el sistema auditivo. No obstante, si la exposición a alguno de estos químicos ocurre en altas concentraciones, la audición puede afectarse incluso en ausencia de ruido, puesto que ya sean inhalados o absorbidos a través del contacto con la piel, pueden alcanzar el oído interno mediante el flujo sanguíneo. Éstos químicos se han encontrado en líquidos laberínticos causando daño a algunas de las estructuras y funciones del oído interno. (Morata, 2003)

Sin embargo, el ruido y químicos industriales tienden a afectar tanto estructuras cocleares como del sistema auditivo central, dañando la detección de sonidos, así como también la discriminación del lenguaje oral. Debido a la trascendencia de ello, la aplicación clínica de la prueba de EOAPD permite valorar de una manera anticipada el daño coclear subclínico inducido por la exposición simultánea a ruido y disolventes orgánicos, en comparación con resultados de audiometría tonal en la cual se puede presentar audición normal para el promedio de las frecuencias del habla con alteración en los niveles de EOAPD. Es por ello que se puede considerar su valor predictivo temprano para daño coclear, debido a la mayor susceptibilidad de las células ciliadas externas comparado con las células ciliadas internas, dadas sus diferencias en localización, estructura y función.

JUSTIFICACIÓN

El ruido es especialmente imperativo en las industrias de fabricación por lo que, lamentablemente, suele aceptarse como un “mal necesario”, es decir, un aspecto inevitable del trabajo industrial, aunado al hecho de la exposición simultánea del mismo personal a agentes químicos ototóxicos, como son los disolventes orgánicos. Todo lo antes mencionado hace que sea un tema de gran interés para su investigación, debido a la vulnerabilidad que ocasiona por la disminución de la sensibilidad auditiva. Esta pasa en gran medida inadvertida por los mismos trabajadores, por su evolución paulatina que se manifiesta después francamente, llegando a alcanzar proporciones discapacitantes en el transcurso del tiempo, a pesar de que puede prevenirse en la mayoría de los casos.

Por otra parte, en nuestro país existen cerca de 4,500 empresas que manejan disolventes orgánicos del tipo de benceno, tolueno y xileno, en las que laboran aproximadamente 300 mil trabajadores cuyo contacto con estos compuestos aumenta cada año. (Prasher, 2006).

Dicha magnitud hace que la hipoacusia secundaria a trauma acústico y a ototóxicos continúe siendo un importante tema de salud pública y/o laboral en México.

Como es bien sabido, la progresión del grado de pérdida auditiva paulatinamente genera un mayor porcentaje de personas con discapacidad, por lo que es de gran importancia conocer la relación actual que existe entre estos factores predisponentes a alteraciones en la función auditiva así como los métodos diagnósticos que mayor eficacia demuestran en la detección pronta de daño coclear, como es el caso de las emisiones otoacústicas por producto de distorsión.

Se han publicado diversos estudios que mencionan la interacción de Disolventes Orgánicos e hipoacusia en grupos específicos laborales así como el trauma acústico en poblaciones de ambientes industriales. Sin embargo, en nuestro país no se han investigado los dos aspectos de manera simultánea para su adecuada identificación oportuna. No se conocen estadísticas para la población mexicana sobre la correlación de alteraciones auditivas, a nivel coclear, en trabajadores expuestos simultáneamente a diferentes niveles de disolventes orgánicos y ruido. Cabe mencionar que las pérdidas auditivas inducidas por ruido son la segunda causa (después de la cortipatia degenerativa) de pérdidas auditivas sensorineurales, lo que hace que éste sea un tema de gran relevancia para su investigación.

Por otra parte, el presente estudio es factible de realizarse gracias a que es una investigación que se encuentra bajo el financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), conjuntamente existiendo el convenio con una industria de elaboración de pinturas, Sherwin Williams, permitiéndonos la valoración del personal que labora en la misma y consecuentemente la realización de los estudios auditivos necesarios. Por otra parte, se cuenta con el material técnico requerido, de acuerdo con estándares internacionales para su óptima realización

De acuerdo con los resultados que se obtengan, se podrá establecer la magnitud de la hipoacusia secundaria a dichas causas, la relación que existe entre la detección mediante la audiometría tonal con los niveles de DPOAE, las diferencias y similitudes entre ambas, y de esta manera ayudar a formular políticas y programas de prevención para dicho padecimiento dirigidos a los grupos de población de alto riesgo como son los empleados en la industria. .

HIPÓTESIS

Los trabajadores de una fábrica de pinturas que están expuestos simultáneamente a disolventes orgánicos y a ruido, presentan niveles de EOAPD más alterados, en relación con los umbrales audiométricos, en comparación a otros grupos de menor exposición.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

- Evaluar la relación de la exposición al ruido y los disolventes orgánicos con los niveles de las EOA en un grupo de trabajadores de una fábrica de pinturas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la frecuencia de alteración en los niveles de emisiones otoacústicas por productos de distorsión, en los trabajadores expuestos simultáneamente a disolventes orgánicos y ruido.
- Determinar los umbrales de audición a tonos puros en los trabajadores expuestos simultáneamente a disolventes orgánicos y ruido.
- Evaluar la correlación de los umbrales auditivos en tonos puros con las EOAPD en la población en estudio.
- Evaluar la antigüedad laboral en la fábrica de pinturas de los sujetos de estudio, con relación a las EOA.
- Determinar mediante la comparación de la relación señal/ruido de las EOAPD los criterios ≥ 6 dB y ≥ 10 dB con resultados más significativos.

METODOLOGIA

TIPO DE ESTUDIO

Se realizó un estudio transversal, en un grupo de trabajadores de una fábrica de pinturas.

POBLACIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

De una población de 213 trabajadores que laboraban en una fábrica de pinturas, participaron el 50% (107), quienes aceptaron firmar su carta de consentimiento informado.

CRITERIOS DE SELECCION

Criterios de inclusión

- Trabajadores mayores de 16 años y menores de 65 años, con antecedente de laborar en la fábrica de pinturas.
- Trabajadores con historia ocupacional de exposición simultánea a ambiente ruidoso y a disolventes orgánicos.
- Trabajadores en cuyos puestos de trabajo actuales tengan exposición a disolventes orgánicos y a ruido.
- Trabajadores a quienes se le aplicó un cuestionario general, el cual constaba de 163 reactivos así como la exploración física general y otológica de características normales.

Criterios de exclusión

- Trabajadores con patología o procedimiento quirúrgico otológico previo.
- Trabajadores con hipoacusia tanto conductiva como sensorial previamente diagnosticada.
- Trabajadores con antecedente de exposición a medicamentos ototóxicos.
- Trabajadores con malformaciones en pabellón auricular o conducto auditivo externo.
- Trabajadores con diabetes mellitus sin control adecuado.
- Trabajadores con hipertensión arterial sin control adecuado.

Criterios de eliminación

- Trabajadores que tuvieran menos de 12 hrs de exposición a ruido y disolventes orgánicos al momento del estudio.
- Trabajadores que presentaran resultados audiométricos con pérdidas auditivas de tipo conductivo y/o patrón de tipo mixto.
- Trabajadores con resultados audiométricos correspondientes a hipoacusias sensorineurales asimétricas.
- Trabajadores a quienes se les aplicó el cuestionario general sin que hayan asistido después a la realización de sus estudios audiométricos

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables Independientes

Variable	Descripción de la variable	Escala de medición
Edad	La edad del trabajador en años cumplidos al momento del estudio	Continua discreta Años
Sexo	Género	Categórica 1. Hombre
Área de trabajo	Departamento en el cual se encuentra su puesto de trabajo.	Categórica 1. Pintura base agua 2. Pintura base solvente
Antigüedad en la fábrica.	Periodo transcurrido que lleva el trabajador como empleado de la fábrica.	Continua discreta Años
Disolventes orgánicos	Nombres de las sustancias aromáticas y aminas a la cual (es) esta expuesto o en contacto el trabajador durante su jornada laboral en su sitio de trabajo	Categórica 1. Hexano 2. Etanol 3. Isopropanolol 4. Alcohol butílico 5. Acetona 6. Metil-isobutil cetona (MIBK) 7. Metil-etil-cetona (MEK) 8. Acetato de Etilo 9. Acetato de Butilo 10. Tolueno 11. Xileno 12. Metil-n-amil-cetona 13. Metil-propil-acetato 14. Benceno
Nivel de exposición	Concentración del disolvente orgánico expresada en dosis de exposición ponderada (DEP) para cada trabajador.	Continua Mg

Variables Dependientes

Variable	Descripción de la variable	Escala de medición
Audiometría	Estudio, utilizado para determinar el umbral de audición de la persona bajo evaluación	Catórica Tonal Altas Frecuencias
Promedio de las frecuencias del habla (PTA)	Suma de las frecuencias 500,1000 y 2000Hz divididos entre 3.	Continua Decibeles (dB)
Emisiones Otoacústicas por Producto de Distorsión (DPOAE)	Sonidos generados por células ciliadas externas, los cuales indican la funcionalidad en la sensibilidad y selectividad de frecuencia a nivel coclear.	Continua Decibeles (dB)
Relación Señal/ Ruido	Diferencia entre la amplitud de la respuesta de la EOA con el ruido ambiental (noise floor) en cada frecuencia explorada. Normal Mayor o igual de 10 dB	Continua Decibeles (dB)
Nivel de intensidad de la DPOAE	Respuesta obtenida, por frecuencia explorada, secundaria a la estimulación con dos tonos puros. Los resultados varían de 20dB SPL a -5dB SPL	Continua Decibeles (dB)
Nivel de exposición	Concentración del disolvente orgánico expresada en dosis de exposición ponderada (DEP) para cada trabajador.	Continua Miligramos (mg/m ³)
Indice de Fletcher	Porcentaje de Hipoacusia Bilateral Combinada (500Hz+1 KHz +2KHz +4KHz/4) OD y OI x 0.8 (Oído menos sordo x 7) + (oído mas sordo x1) /8	Continua Porcentaje (%)

PROCEDIMIENTO

Se captaron los trabajadores de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión ya mencionados sin considerar un tamaño de la muestra por conveniencia. A cada uno se le aplicó un cuestionario general de 163 reactivos, en los cuales se incluyó: ficha de identificación, antecedentes heredofamiliares, antecedentes personales no patológicos (tabaquismo, alcoholismo y exposición a ruido), antecedentes personales patológicos, historia laboral, historia clínica (semiología de vértigo, acúfeno e hipoacusia), así como exploración física (otoscopia y estudio del equilibrio estático). Dicho cuestionario fue utilizado también para la valoración de dermatosis y alteraciones vestibulares, como parte de un protocolo del CMN Siglo XXI, relacionado sobre los efectos de los disolventes orgánicos. Posteriormente, se realizó la evaluación audiológica mediante los estudios de audiometría tonal y emisiones otoacústicas por productos de distorsión.

1. Lugar del Estudio

1.1 Datos generales de la empresa

Empresa: fábrica de pinturas de Vallejo

Giro industrial: elaboración y venta de pinturas, lacas y subproductos.

Total de trabajadores: 676 (438 hombres y 65 mujeres)

1.2 Descripción de proceso de trabajo.

Para efectos del presente trabajo solo se realiza la reseña de los procesos de fabricación que utilizan disolventes en su proceso, estos son fabricación de pintura base solvente y pintura emulsionada.

1.2.1 Proceso de fabricación de pintura base solvente.

Consta de las siguientes etapas:

Surtido: las resinas y los disolventes llegan por medio de tuberías de acero o en tambores metálicos cerrados. Los pigmentos y aditivos se surten en sacos de papel cerrados.

Dispersión o molienda de pigmentos: se efectúa en molinos de diversos tipos o en dispersadores de alta velocidad. En esta etapa se generan emisiones de polvos que se colectan mediante extractores colocados sobre los molinos y se conduce por ductos hasta llegar a los filtros de bolsas donde se atrapan más del 90% de las emisiones de polvos evitando que se vayan a la atmósfera. Para evitar al máximo la evaporación de los solventes, se mantienen cerrados los molinos que además están provistos de circulación de agua de enfriamiento evitando al máximo, la emisión de vapores hacia la atmósfera. (Cervantes Montenegro, 2000)

Completado, entintado, ajuste de viscosidad y propiedades: se efectúa en tanques con agitación, los cuales se mantienen tapados para evitar al máximo la evaporación de disolventes, que se pudieran presentar, pues se trata de un proceso a temperatura ambiente. (Cervantes Montenegro, 2000)

Filtrado y envasado: la mayor parte del filtrado y envasado, se lleva a cabo con equipo automático, conduciendo la temperatura por tuberías evitando así, al máximo, la contaminación por emisiones de vapores de solventes. (Cervantes Montenegro, 2000)

Posteriormente pasa a aprobación de **control de calidad** y después a envasado.

El **envasado** se efectúa con envases metálicos herméticamente cerrados, los cuales se almacenan en una bodega cerrada y techada, provista de rociadores de agua contra incendio, los cuales también están ubicados en toda la planta de pinturas base solvente. (Cervantes Montenegro, 2000)

1.2.2 Proceso de fabricación de pinturas emulsionadas (base agua).

Surtido: la resina llega por la tubería cerrada, los pigmentos se surten en sacos de papel y los aditivos en recipientes cerrados.

Dispersión o molienda de pigmentos: se efectúa en dispersadores de alta velocidad. En estas etapas se generan emisiones de polvos, que se colectan mediante extractores colocados sobre los tanques de dispersión y se conducen por conductos cerrados hasta los filtros de bolsas donde se atrapa más del 90% de las emisiones, evitando que contaminen la atmósfera.

Completado, entintado y ajuste de viscosidad y propiedades: se efectúan en tanques cerrados provistos de agitación a los cuales se adiciona una pequeña cantidad de amoníaco acuoso entre otros materiales, haciéndose esta adición con una bomba a través de una tubería para evitar la emisión de vapores de amoníaco. Finalmente pasa a **control de calidad** y de ser aprobado se **envasa**.

1.3 Áreas de trabajo dentro de la empresa

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1. Lavado de tanques de acero | 10. Reactor de resinas |
| 2. Almacén de tambores | 11. Taller mecánico |
| 3. Almacén de polvos | 12. Taller de montacargas |
| 4. Almacén producto intermedio | 13. Empaque spray |
| 5. Spite fire | 14. Almacén de prod. terminados |
| 6. Emulsionado | 15. Montacargas |
| 7. Pintura base agua | 16. Lab. desarrollo de formulas |
| 8. Pintura base solvente | 17. Lab. de control de calidad |
| 9. Factory services | 18. Seguridad e higiene |

1.4 Puestos de trabajo

1. Operador de reactores. Calienta y carga pailas; procesa el producto y verifica el funcionamiento del reactor.
2. Filtrador. Mete las resinas a los filtros, desarma, limpia los filtros y envasa resinas.
3. Identificador de producto. Carga aceite, coloca anhídrido y carga tambores.

4. Operador de línea. Verifica el adecuado funcionamiento de la maquinaria que llena los botes de pintura también, opera maquinas y envasa pintura.
5. Operador B. “Molinero”: Se encarga de moler las pastas, dispersión y molienda de lotes sobrantes. “Dispensor”: Ajusta lotes en aprobación.
6. Operador AAA. Se encarga de vaciar los sacos de pastas en los reactores, para prepara la resina y posteriormente realizan pruebas a la resina obtenida.
7. Montacargas. Se encarga de surtir pastas y tanques a las diferentes áreas.
8. Operador A. Se encarga de supervisar a los trabajadores. Captura y coloca código de barras a la etiqueta. Saca fotocopias.
9. Operador D. “Etiquetador”: Se encarga de poner etiquetas a los botes de pintura “Lavador”: Lava las aspas de las maquinas y tanques.
10. Operador C. “Ayudante general”: lava tanques, realiza la limpieza del área, conecta mangueras, empaqueta y entarima botes de producto terminado. Surte la materia prima y limpia pailas.
11. Supervisor de seguridad e higiene. Aplica, vigila y mantiene las normas de seguridad e higiene en los diferentes sitios de trabajo con el objeto de conservar la salud de los trabajadores.

2. Aplicación de Cuestionarios

2.1 Cuestionario de Historia Clínica

2.2 Cuestionario de Exposición ocupacional

2.3 Cuestionarios de Exploración Física

3. Pruebas Audiométricas

3.1 Audiometría Tonal

La medición de los umbrales auditivos se le realizó a cada trabajador después de 12 hrs. o más de no estar expuesto a ruido, ni a disolventes orgánicos. Previa otoscopia de características normales, se determinó el umbral mínimo de audición mediante el método ascendente modificado por Carhart y Jerger (Hormazábal Red, 2005), con un audiómetro de dos canales marca MADSEN ORBITER 922 (equipado con Auriculares TDH 39), en una cámara sonoamortiguada, de acuerdo con las especificaciones que señala la ANSI S 3.1-1997 (Nivel de ruido máximo permitido para un ambiente de pruebas audiométricas). Se determinaron los umbrales de audición en ambos oídos por vía aérea en las frecuencias de 125 a 8000 Hz, sin la valoración de medias octavas (3 y 6 KHz) así como por vía ósea. Se considerará audición normal cuando presente umbral de 20 dB HL o mejor en las octavas de frecuencias entre 250 y 2000 Hz según criterio de la ANSI (1989).

3.1 Audiometría de Altas Frecuencias

Se utilizó para la realización de este estudio, audiómetro MADSEN ORBITER 922 equipado con auriculares EHF (Extremely High Frequency) que con los cuales se permitió determinar umbrales en frecuencias de 10, 12.5, 16 18, 19 y 20 KHz, en una cabina sonoamortiguada, según normas para audiómetros EN 60645-1-2; ANSI S3.6ISO, con normalidad de ≤ 30 dB en las frecuencias de 10 a 17 KHz y a partir de la frecuencia de 18 KHz a ≤ 35 dB HL (Gutiérrez I, 200)

3.2 Emisiones otoacústicas por productos de distorsión

Se realizaron en una cámara sonoamortiguada, a través del módulo CAPELLA DE MADSEN tanto en oído izquierdo como derecho. (Gráfica 1). Los Parámetros definidos para la realización de DPOAE por DP-grama fueron los siguientes:

Frecuencias evaluadas: 0.75, 1 ,1.5, 2, 3, 4, 6 y 8 kHz. Nivel de estímulo de f_1 y f_2 : 65dB y 55dB respectivamente. Diferencia entre f_1 - f_2 igual o mayor a 10 dB (Robinette, 1997).

Frecuencias Utilizadas para el registro de las EOAPD		
Frecuencia Valorada (Hz)	f1 (Hz)	f2 (Hz)
750	608	832
1000	909	1112
1500	1366	1672
2000	1818	2225
3000	2733	3344
4000	3649	4463
6000	5480	6701
8000	7311	8939

Realización de 1000 barridos. Tiempo de prueba de 100 seg.

Relación señal-ruido (DP1 Radio S/N) ≥ 6 dB ó ≥ 10 dB, indica presencia de emisiones otoacústicas por productos de distorsion para la frecuencia evaluada (Musiek, 1997). Radio de frecuencia: 1.22

Criterio de ruido: automático 10 dB.

Modo de grafico: DP-grama. DP1, 2f1-f2.

Calculo de ruido: Potencia media.

4. Muestreo de disolventes orgánicos

Se llevó a cabo un muestreo ambiental personal, durante una jornada laboral completa de 8 hrs., para caracterizar las exposiciones especialmente con mezclas de varios disolventes. Los disolventes que se analizaron en cada muestra dependían del tipo de sustancias (materia prima) que se manejan en la industria y la información de las hojas de seguridad de cada producto.

Se utilizaron ocho bombas gravimétricas Marca Gillian de bajo flujo con un intervalo de 1 500 ml/minuto (+/-5%) con baterías recargables (níquel-cadmio) durante una jornada de trabajo de 8 horas. Es intrínsecamente segura, contará con protección contra interferencias por radiaciones electromagnéticas y radio frecuencias.

Las bombas se calibraron antes y después de la toma de las muestras, mediante un calibrador primario o electrónico. Para la captura de las muestras se utilizaron tubos de carbón activado.

El muestreador se colocó a nivel de la zona respiratoria del trabajador (zona con radio de 30cm. centrado entre la boca y nariz) y de manera vertical para prevenir el acanalamiento y evitar la reducción en la eficiencia de la adsorción. Utilizando un grupo blanco por cada 10 tubos de muestra.

Al final de la toma de la muestra los tubos se sellaron con tapones de plástico y se etiquetaron con el folio de cada trabajador; posteriormente se almacenaron bajo temperatura de 5 grados centígrados y se enviaron al laboratorio de Salud en el Trabajo del IMSS, para su análisis mediante cromatografía de gases, de acuerdo con la metodología analítica descrita en el apéndice II de la NOM-10-STPS-1999. Los resultados se reportaron en dosis de exposición ponderada acumulada (DEP), la cual representa la concentración de disolvente orgánico, absorbida por el trabajador durante una jornada de 8 horas de trabajo, multiplicada por su antigüedad en años en la fabrica de pinturas; es reportada en miligramos (mg).

ANALISIS ESTADISTICO

Se efectuó una captura doble de la información en el programa Access y posteriormente en Excel, para valorar datos extremos y errores de captura. Se desarrolló el análisis exploratorio de los datos para calcular en las variables continuas medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y de dispersión (desviación estándar y rangos) y en las variables categóricas frecuencias y distribución.

Asimismo se llevó a cabo un análisis bivariado para calcular diferencias de medias y de proporciones entre los grupos de trabajadores y áreas de trabajo, todo ello utilizando el paquete estadístico Stata 9.0.

ASPECTOS ETICOS Y DE BIOSEGURIDAD.

Previo consentimiento informado por parte de los sujetos de estudio, para proteger la confidencialidad de los trabajadores se omitió el nombre de la fábrica de pinturas en la que laboran, manteniendo además el anonimato de los pacientes y respetando las buenas prácticas clínicas, los acuerdos de Helsinki y Tokio Japón, el de Octubre de 1975, de la 18ª. Asamblea Médica Mundial y por lo estipulado en nuestra ley general de salud y en la NOM referente a estudios de investigación en humanos. El estudio y la investigación no interferirá con ninguno de estos códigos de ética internacionales ni con el de la Asamblea Médica Mundial (Venecia Italia, Octubre 1983), la 41ª. Asamblea Mundial (Hong Kong, Septiembre 1989), la 48ª. Asamblea General (Somerset West, Sudáfrica, Octubre 1996) y la 52ª. Asamblea General (Edimburgo, Escocia Octubre 2000).

RECURSOS DISPONIBLES

1.- Recursos humanos: Médicos Audiólogos y de Salud en el Trabajo del HCMSXXI.

Médicos Residentes del Servicio de Audiología del HGM.

Investigadora de la Unidad de Investigación en Salud en el Trabajo CMN Siglo XXI.

2.- Recursos materiales: Audiómetro marca Madsen modelo Orbited 922 versión 2

Analizador de emisiones otacústicas marca Madsen, modelo

Capella No. De serie 257743

3.- Recursos financieros: Este proyecto cuenta con el financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y con el apoyo de los recursos existentes y la infraestructura del Servicio de Audiología y de UIST (Unidad de Investigación en Salud en el Trabajo) del CMN Siglo XXI.

RESULTADOS

Se examinaron 77 trabajadores que laboran en diversos puestos de trabajo de la fábrica de pinturas en estudio, de los departamentos de base solventes y base agua. El 100% de la población son del sexo masculino, presentando un promedio de edad de 39 años (DE=10) y un rango de 22 a 64. Los años de antigüedad en la fábrica fueron 11 años (DE=10 y Mediana= 7), con rango de 1 a 45 años.

El 74% (57) eran casados, el 42% (32) fueron fumadores activos, y el 28% (21) ingerían bebidas alcohólicas. El 25% (19) tenía por costumbre escuchar a volumen alto la radio y el 3% (2) el volumen de la televisión también a gran intensidad, 11% (8) asistía a centros nocturnos, 7% (5) practicaba tiro al blanco, y 11% (8) refirió utilizar compresora para pintar. El 13% (10) refirió presentar problemas en su audición, el 3% (2) presentaba diabetes, el 12% (9) tenían hipertensión, el 20% (15) el colesterol alto, el 97% (74) refirió presentar infecciones de las vías respiratorias con frecuencia, y otitis sólo el 8% (6).

De los resultados audiométricos obtenidos de 77 trabajadores estudiados, 21% (17) presentaron pérdidas auditivas para el oído izquierdo; 4% (3) de tipo conductivo, 15% (12) sensorial y 2% (2) mixta, quedando el 78% (60 sujetos) como grupo de estudio. Al igual que lo anterior, en el oído derecho, 81% (62) de los pacientes que formaron parte del grupo de estudio, presentaron hipoacusia conductiva el 19% (15), 6% (5) hipoacusia sensorial, 12% (9) y solo 1% con hipoacusia mixta (1), motivo por el cual quedaron excluidos de este protocolo. Se conservaron solo los casos que presentaron audición normal para el promedio de las frecuencias del habla, PTA con media de 16.4 dB para el oído izquierdo en el 77.9 %, (60) y 13.3 dB para el oído derecho en el 80.5% (62). (Tabla 1)

La distribución de medias para las frecuencias de la Audiometría Tonal, reveló una audición normal para todo el grupo de trabajadores, en el rango de las bajas frecuencias en ambos oídos: 125 y 250 Hz, con media de 16.6 y 18.4 dB para oído izquierdo, así como 17.9 y 17.2 dB para oído derecho. (Tabla 1)

En las frecuencias que se observaron resultados de mayor importancia, correspondientes a pérdidas superficiales de tipo sensorial, fueron los rangos de 4 a 16 KHz. Sin embargo las frecuencias de 18, 19 y 20 KHz solo presentaron respuesta en el 29%(23); el 15%(12) y el 8%(6), respectivamente, para oído izquierdo; siendo el promedio de respuesta para estas frecuencias 80.3, 88.3 y 90 dB respectivamente, mientras que para oído derecho el porcentaje de respuesta para las frecuencias de 18, 19 y 20KHz fue de: 28% (22); 14% (11) y 8% (6) respectivamente, con un promedio para estas frecuencias de 86.3, 90.9 y 91.6dB. (Tabla 1.)

Respecto al nivel de las emisiones otoacústicas, no existe un nivel específico de intensidad descrito en la literatura, puesto que su amplitud es afectada por los parámetros usados para provocarla. Así, el resultado de la emisión depende de la intensidad, separación en la frecuencia del radio y el nivel de diferencia entre los tonos (Robinette, 1997). No se analizaron estadísticamente los valores absolutos de los niveles de intensidad por no ser de interés para este trabajo (Tabla 2). Por este motivo, en las EOAPD, consideramos como criterio a evaluar la diferencia señal-ruido (NSR), la cual se comparó contra un parámetro de referencia de normalidad, que algunos autores establecen como mayor o igual de 6 dB (Hall J.) y otros mayor o igual a 10 dB (Musiek, 1997); por lo que en este estudio se examinó la respuesta con ambos puntos de corte establecidos.

En el análisis de las EOAPD con punto de corte de ≥ 10 dB, sólo se encontraron respuestas presentes en 1.5 KHz en ambos oídos (10, 13 dB para oído izquierdo y derecho) así como en 1 y 2 KHz sólo en oído derecho (10.6 dB en cada una); mientras que para las otras frecuencias exploradas la respuesta estuvo ausente por debajo del punto de corte de 10dB. En comparación, al tomar como punto de corte ≥ 6 dB, se obtuvo respuesta en todas las frecuencias exploradas de ambos oídos. (Tabla 2)

De manera global al comparar los porcentajes de respuesta de las EOAPD NSR con puntos de corte de <6 y <10 dB, observamos que las proporciones en todas las frecuencias fueron menores para el punto de corte de <6 dB con cifras que van de 13 a 23.3% en contraste a al

punto de corte <10 dB con cifras que van del 50 al 69%, es decir un mayor porcentaje de trabajadores tienen respuestas alteradas. (Tabla 3)

Con respecto al índice de Fletcher, el cual nos permite calcular el grado de hipoacusia bilateral combinada, fue para el grupo de trabajadores de: 12.2 % con un valor mínimo de 2.1 y máximo de 54.8%. (Tabla 1)

El Análisis bivariado, agrupo a los trabajadores de acuerdo con su antigüedad en la empresa de Pinturas. El punto de corte fue la mediana de la distribución de antigüedad en esta población, por lo que se crearon dos grupos: en el Grupo I estuvieron los que tenían una antigüedad laboral de menos de 7 años y en el Grupo II los de antigüedad mayor o igual a 7 años (Tabla 4). En el análisis se excluyeron a los trabajadores que presentaron respuestas audiométricas con hipoacusia no relacionada con el trabajo.

Los resultados observados en la audiometría tonal para el oído izquierdo, presentan un descenso selectivo en 4 KHz en ambos grupos de estudio (media 20 y 20.5 dB), con una recuperación de umbral auditivo en 8 KHz principalmente en los de GII (media 16.6 y 9.2 dB). No se observaron cambios significativos para el oído derecho, al igual que la media del PTA en ambos grupos. (Tabla 5 y 6. Gráfica 2 y 4)

En las altas frecuencias, tanto para oído izquierdo como derecho, se aprecia una diferencia de medias estadísticamente significativa ($p < 0.05$) de los umbrales auditivos en las frecuencias de 10, 12.5, 16, 18 y 19 KHz, para el GII (31.8 a 95 dB en comparación con el GI cuyo rango va de: 24.5 a 87.5 dB). (Tabla 5 y 6. Gráfica 3 y 5)

La hipoacusia bilateral combinada calculada de acuerdo al índice de Fletcher, para ambos grupos (GI y GII) de trabajadores en la fábrica de pinturas, fue del 10 %, sin diferencia estadísticamente significativa, lo que equivale a una audición normal en las frecuencias del habla, pero no en las frecuencias altas.

El promedio de las emisiones otoacústicas por productos de distorsión señal ruido en oído izquierdo, del GI, en el punto de corte de ≤ 10 dB, para las frecuencias de 750, 3000 y 6000Hz fueron de: 8.7, 9.8 y 9.9 dB respectivamente. En el GII, los datos son diferentes porque las medias de un numero mayor de frecuencias estuvieron alteradas, para el mismo punto de corte: 750 Hz, 3, 4, 6 y 8 KHz, correspondientes a 8.6, 8.4, 9.8, 8.8 y 7.3 dB (Tabla 5, Gráfica 10 y 11). Las medias de las EOAPD NSR en oído derecho, con punto de corte de < 10 dB en el GI, solo en 750 Hz presentaron afectación; en comparación con el GII en el que los promedios estuvieron alterados en las frecuencias de 705Hz, 6 y 8 KHz,. Estas diferencias de medias en ambos grupos no fueron estadísticamente significativas. Tomando como punto de corte < 6 dB, no existieron hallazgos en ambos grupos de estudio puesto que todo el rango de todas las frecuencias exploradas obtuvo resultados por arriba de este valor. (Tabla 6, Gráfica 12 y 13). Asimismo, en la comparación de ambos oídos en el grupo I y II, observamos que para el oído izquierdo cuando el punto de corte es < 6 dB, el porcentaje de daño para todas las frecuencias de: 750 a 8 000 Hz es mayor en el Grupo II y va del 3.4 al 17.2%. En contraste, para el mismo oído y cuando el punto de corte es ≤ 10 dB el porcentaje de daño se incrementa en todas las frecuencias de 27.6 al 76%. De la misma manera en el oído derecho en GII, para < 6 se aprecia que los porcentajes van de 6.7% a 23.3% y de igual forma en este mismo grupo los porcentajes en ≤ 10 son mayores y oscilan de 23.3 al 73.3%. (Tabla 5).

Por otra parte, el monitoreo personal ambiental de disolventes orgánicos durante una jornada de trabajo, de las 14 sustancias químicas más utilizadas, incluyó a 134 (66%) trabajadores del total estudiados inicialmente (203); y solo se les realizó los estudios audiométricos y emisiones otoacústicas a 77 trabajadores, de los cuales 48 (61%) tienen datos de las mediciones de los disolventes orgánicos referidos. Se muestrearon todos los puestos de trabajo en los tres turnos. Para realizar una evaluación de los efectos auditivos según exposición a los disolventes orgánicos, en una segunda fase de este primer reporte, se asignará la dosis de exposición a cada trabajador según concentración de exposición en la jornada por turno multiplicando los años de antigüedad en los puestos de trabajo. En la tabla 8 se muestran las concentraciones promedio encontradas en estos 134 trabajadores por jornada de trabajo, así como la concentración mínima y máxima.

DISCUSIÓN.

El presente estudio es el primero que se realiza en México, donde se exploran las alteraciones auditivas por exposición simultánea a ruido y disolventes orgánicos.

Pese a que la presencia de EOA se encuentra fuertemente ligada a la audición normal y que se encuentran en cerca del 100% de oídos saludables (Robinette,1997), con los resultados antes expuestos, observamos que los umbrales de la audiometría para las altas frecuencias en ambos oídos se afectan en los dos grupos de estudio, presentando menor proporción de alteraciones en la medición de las EOAPD en los trabajadores del GII para las frecuencias de <3KHz cuando se toma como punto de corte de la relación señal ruido ≥ 6 dB y teniendo una mayor proporción de alteraciones en las frecuencias >3KHz.. Esto es diferente a lo referido por Balatsouras y cols., quienes reportan más afección en los 3 KHz o menos, mientras que los umbrales tonales se vieron mas alterados en altas frecuencias para ambos oídos.

Además en nuestros hallazgos encontramos una discreta tendencia a la disminución de la relación señal-ruido en la muestra total examinada, pese a no ser estadísticamente significativa, con punto de corte de ≥ 6 dB. Durante el desarrollo de la investigación se encontró un mayor porcentaje de alteraciones cuando se toma como parámetro de normalidad ≥ 10 dB.

Asimismo, se aprecian alteraciones en la frecuencia de 750 Hz en la mayoría de los trabajadores para ambos grupos de estudio, a pesar de tener umbrales tonales normales. Se corrobora con ello el escaso valor predictivo en frecuencias por debajo de 1KHz, como lo cita Balatsoura (2006), debido a que el nivel de ruido ambiental y el del propio sujeto, hacen difícil la medición de bajas frecuencias en las EOAPD.

En los resultados del monitoreo ambiental, observamos que las concentraciones para todos los disolventes orgánicos, tanto en las áreas de pintura base solvente y base agua de la fábrica de pintura de estudio; los trabajadores se encuentran expuestos en la empresa, se

encuentran en general muy por debajo de los permitidos por la legislación Mexicana para los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral (NOM-010 de la STPS). Sin embargo, hay que recordar que para fines prácticos del proyecto, esta medición fue sólo en una jornada laboral de 8 hrs y que por el momento no cuenta con una mejor asignación de la exposición en la base a los datos que se tienen del monitoreo ambiental de los disolventes por cada puesto de trabajo. Por lo anterior, es necesario además un estudio paralelo de la ponderación de dosis de exposición acumulada por años de trabajo, la cual permitirá estimar de mejor manera la exposición real a través del tiempo de vida laboral.

Además, a pesar de que es una medición puntual del monitoreo, desconocemos como se comportó la exposición en los años previos, por lo que podemos estar subestimando la exposición. Por otra parte desconocemos la exposición de los trabajadores en los empleos previos, por lo que todos estos aspectos pueden tener un efecto en los resultados que encontramos, pues existen alteraciones en la EOAPD a pesar de las bajas exposiciones en el empleo actual en la fábrica de pinturas.

Es difícil evaluar la exposición a mezclas de disolventes orgánicos y por lo tanto el efecto sinérgico de las sustancias, porque a pesar de exposiciones bajas de cada uno, podrían tener un efecto en las EOAPD, como reportamos en este estudio en las frecuencias altas para ambos oídos

A pesar de que este trabajo de investigación es preliminar, pues es necesario incorporar a trabajadores no expuestos en este estudio, en la empresa de pinturas no existían trabajadores no expuestos, ya que existía contaminación de disolventes orgánicos en todas las aéreas por contigüidad. Otra limitación de esta investigación fue la falta de comparaciones entre los diferentes puestos de trabajo, debido a que en los niveles de exposición entre los trabajadores no había diferencia estadísticamente significativa, pues todos se encontraban expuestos a niveles muy bajos de acuerdo con la norma oficial mexicana. Por eso se considero en el análisis bivariado, que la antigüedad era el mejor parámetro para la comparación entre los grupos

CONCLUSIONES

Los resultados de la audiometría tonal, revelan de manera global que las áreas de lenguaje estuvieron sin afectación, en contraste con el rango de frecuencias de 4 a 20 KHz, las cuales mostraron un deterioro de superficial a medio, de 4 a 16 y profundo de 18 a 20 KHz para ambos oídos.

Por otra parte, ya que en los sistemas de medición de emisiones otoacústicas por productos de distorsión, no existe un criterio universal para considerar a una respuesta como presente, usualmente podrían ser considerados si su amplitud es de 3 a 6 dB o más sobre el nivel del "piso" de ruido ambiental o si su amplitud excede dos desviaciones estándar sobre el nivel medio de ruido. Las alteraciones en las pautas comúnmente adoptadas de 6 dB o por arriba de éste nivel, reflejan actividad reducida del funcionamiento de las células ciliadas externas, por lo que los niveles de EOAPD disminuyen con el incremento de la pérdida auditiva. Sin embargo cuando existe una audición normal, como la evaluada en nuestra muestra, con factores de riesgo pre disponentes a daño auditivo (disolventes orgánicos y ruido), la utilidad de las EOAPD nos proporciona un valor predictivo de daño temprano, aun sin que exista afectación evidente de los umbrales tonales en sujetos altamente expuestos en su ambiente laboral.

En la presente investigación pudimos observar mejores resultados con una diferencia en la relación señal-ruido de ≥ 10 dB, cifra mucho mayor a los 3 dB mínimos requeridos, para verificar que cualquier actividad de las células ciliadas externas esta presente.

Nuestro análisis estadístico apunta hacia mayor obtención de resultados significativos en la población con mayor antigüedad, adoptando el criterio de la relación señal ruido ≥ 10 dB y estableciendo a éste como el punto de corte óptimo para la monitorización de la función coclear.

Sin embargo queda claro que no debe reemplazar como parámetro de sensibilidad auditiva a la audiometría tonal. La medición de EOA es un instrumento con el que valoramos casi directamente la funcionalidad integral de las células ciliadas externas del Órgano de Corti, así como al oído medio como factor influyente, mientras que la audiometría es dependiente del estado del oído medio, cóclea, nervio auditivo, sistema auditivo central y habilidades perceptuales auditivas.

Para finalizar, cabe mencionar, que ante las exposiciones múltiples que tienen los trabajadores de este tipo de empresas (ruido y disolventes orgánicos) consideramos que se debe realizar una evaluación audiológica integral, incorporando a la audiometría tonal las mediciones de EOA como una prueba de rutina fundamental para predecir tempranamente el daño coclear.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Toppila, E; Forsman, P. (2006). Effect of styrene on postural stability among reinforce plastic boat plant workers in Finland. *J Occup Environ Med.* 48 (2):175-180
2. Dick, F. (2006). Solvent neurotoxicity. *Occup Environ Med.* 63(3):221-226
3. Prasher, D; Sliwinska-Kowalska, M; Campo, P; Morata, T; Sulkowski, W. (2002). Noise Chem: An European comisión research Project on the effects of exposure to noise and industrial chemical on hearing and balance. *Int J Occup Med Environ Health.* 15 (1): 5-11.
4. Sliwinska-Kowalska, M; (2006). Noise-Induced Hearing loss-An Overview. En: Berruecos P. Proc. IV Panamerican Congress of Audiology and XIII Int. Symp. on Audiological Medicine. México.
5. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-1993, que establece los límites biológicos máximos permisibles de disolventes orgánicos en el personal ocupacionalmente expuesto.
6. Shu-Ju, Chang; Chiou-Jonh, Chen; Chih-Hui, Lien; Fung-Chang, Sun. (2006). Hearing Loss in Workers Exposed to Toluene and Noise. *Environmental Health Perspectives.* Vol 11 No.8.
7. Sistema Único de Información de Salud en el Trabajo SUI-55/ST-5. (2006). *Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc.* Vol. 44 (6): 497-504
8. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT (2001). Edición electrónica correspondiente a la tercera edición. España.
9. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana. NOM-010-STPS-1993, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde

se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

10. Fuente, A; McPherson, B (2006). Organic solvents and hearing loss: The Challenge for audiology. *Int J Audiology*. 45(7):367-385.
11. Prasher, D; Sliwinska-Kowalska, M; Campo, P; Morata, T; Sulkowski, W. (2002). NoiseChem: An European comisión research Project on the effects of exposure to noise and industrial chemical on hearing and balance. *Int J Occup Med Environ Health*. Vol. 15 (1): 5-11
12. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma oficial mexicana NOM-011-STPS-1994, Relativa a la condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
13. Valle, M; Solís, A; Ramírez, M. (2003). Daño inducido por ruido. En: Poblano, A; Temas básicos de Audiología. 1ª edición. México. Trillas. Págs 235-255
14. Prasher, D. (2006). Environmental and combined exposure to noise and chemicals. In: Berruecos P. Proc. IV Panamerican Congress of Audiology and XIII Int.Symp.on Audiological Medicine. México.
15. Henderson D. (2006). Mechanism of noise-induced Hearing loss: possibilities of intervention. In: Berruecos P. Proc. IV Panamerican Congress of Audiology and XIII Int.Symp.on Audiological Medicine. México.
16. Schaper, M. (2003). Occupational Toluene Exposure and Auditory Function: Results from a Follow-up Study. *Ann, occup, Hyg*. Vol 47, No.6: 493-502
17. Jonson; Nylen (1995). Effects of industrial solvents on hearing. *Occup Med*. Jul-Aug: 10(3):623 -640

18. Jacobsen, P; Hein, H; Suadicani, P; Parving, A; Gyntelberg, F. (1993). Mixed solvent exposure and hearing impairment: an epidemiological study of 3284 men. The Copenhagen male study. *Occup Med.* Nov; 43 (4): 180-4
19. Muijser, H; Hoogendijk, E; Hooisma, J. (1988). The effects of occupational exposure to Styrene on high frequency hearing thresholds. *Toxicology.* May; 49 (2-3): 331-340
20. Morata, T; Dunn, D. (1993). Effects of occupational exposure to organic solvents and noise on hearing. *Scand J Work Environ Health.* 19 (4): 245-54.
21. Robinette, M (1997). *Otoacoustic Emissions: Clinical Applications.* Edit. Thieme, New York. Capt 5, 7 y 8.
22. Morata, T. (2003). Chemical Exposure as a Risk Factor for Hearing Loss. *Journal of Occup Environ Med.* Vol 45, Number 7: 676-682
23. Cervantes; Montenegro (2000) . Diagnostico de Salud de una fábrica de pinturas del DF. UNAM. Facultad de estudios superiores de Zaragoza. División de estudios de posgrado e investigación. Especialidad de Salud en el Trabajo.
24. Hormazábal, Red (2005). Comparación de Metodología ascendente y descendente para la búsqueda de umbral en audiometría tonal. Universidad de Chile. Escuela de Fonoaudiología. Santiago – Chile
25. American National Standard ANSI (1991). Maximum permissible ambient noise levels for audiometric test rooms. New York.
26. American National Standard specification for audiometers ANSI (1989). New York, NY: American National Standards Institute. ANSI S3.6-1989 (ASA 81).

27. Musiek, F; Baran, J. (1997). Distortion Product Otoacoustic Emission: Hit and False-Positive Rats in normal-hearing and Impaired Subjects. *The American Journal of Otology*; 18: 454 – 461.
28. Katz J. (2002). *Handbook of Clinical Audiology*. Philadelphia, USA. Lippincott Williams and Wilkins. Capítulo 22 pag. 447
29. Hall, J.W. (2000). *Handbook of Otoacoustic Emissions*. San Diego, CA: Singular Thomson Learning

México D.F., a ____ de _____ del 200__

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Este proyecto de investigación pretende evaluar su estado de salud a través de varios cuestionarios y pruebas auditivas. Además se medirán los contaminantes que se encuentren en su puesto de trabajo, los cuales se capturarán a través de bombas gravimétricas, mismas que serán documentadas al inicio de su jornada de trabajo en la empresa donde labora.

Para realizar esta investigación, le solicitamos su valiosa colaboración contestando las pruebas que les serán aplicadas por personal capacitado. Dicha información será manejada de manera confidencial y sólo tendrán acceso a ella usted y los investigadores responsables. En el momento en que Usted decida abandonar el estudio, estará en plena libertad de hacerlo, sin que perjudique su relación laboral con la empresa ni a sus derechos con el Instituto Mexicano del Seguro Social.

Si Usted acepta participar, por favor sírvase firmar este documento. Este consentimiento será leído por el personal que labora en este proyecto y será solicitada su firma en presencia de dos testigos.

En caso de cualquier duda, favor de acudir a la Coordinación de Salud en el Trabajo, 3er piso, Centro Médico Nacional Siglo XXI, ubicada en Av. Cuauhtémoc No. 330 Col. Doctores, CP 06725 Edificio "C", Tel 5 38 81 45 y 56 27 69 00 ext. 21835 y 21661; con el Investigador responsable M. en C. Cuauhtémoc Arturo Juárez Pérez.

Yo _____ firmo este consentimiento, por libre voluntad en presencia de dos testigos y sin haber estado sujeto a ningún tipo de presión o coerción para hacerlo.

Firma de 1er Testigo

Firma de 2do Testigo

Firma del Trabajador Participante



UNIDAD DE INVESTIGACION DE SALUD EN EL TRABAJO
Cuestionario General

1. Fecha de entrevista ___/___/___/ DD MM AA	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
2. Número de folio ___/___/___/	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
3. Entrevistador : _____	
4. ¿Cuál es su nombre? _____ A. Paterno A. Materno Nombre (s)	
5. Nombre de la empresa _____	
FICHA DE IDENTIFICACIÓN	
6. Género 0. <u>Masculino</u> 1. <u>Femenino</u>	<input type="checkbox"/>
7. Fecha de nacimiento ___/___/___/ DD MM AA	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
8. ¿Cuántos años cumplidos tiene Usted? _____	<input type="text"/> <input type="text"/>
9. ¿Estado civil? 1. Soltero 2. Casado 3. Divorciado 4. Viudo 5. Unión libre	<input type="checkbox"/>
10. ¿Cuál es su domicilio actual? _____ <input type="text"/> _____ <input type="text"/> _____ <input type="text"/> _____ <input type="text"/> Calle No. Exterior No. Interior Colonia _____ <input type="text"/> _____ <input type="text"/> _____ <input type="text"/> C.P. Delegación Municipio Estado	
11. Número telefónico _____	

ANTECEDENTES HEREDO FAMILIARES

¿Alguno de sus familiares cercanos ha presentado alguna de las siguientes enfermedades? **(Anotar en la casilla el número correspondiente)**

Padecimiento	Padres/Hermanos		Abuelos		Tíos/Primos		
	0. No	1. Si	0. No	1. Si	0. No	1. Si	
12. Sordera							<input type="text"/>
13. Diabetes Mellitus							<input type="text"/>
14. Hipertensión arterial							<input type="text"/>
15. Atopia							<input type="text"/>
16. Alergia al medioambiente (sol, viento, plantas, polen)							<input type="text"/>
17. Alergia a alimentos							<input type="text"/>
18. Alergia a medicamentos							<input type="text"/>
19. Asma							<input type="text"/>
20. Dermatitis Alérgica							<input type="text"/>
21. Cáncer							<input type="text"/>
22. Hipertiroidismo							<input type="text"/>
23. Hipotiroidismo							<input type="text"/>

ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLÓGICOS

24. ¿Con que frecuencia se baña?
 1) Diario 2) Cada tercer día 3) Una vez por semana

25. ¿Cuántas veces al día se lava las manos?

26. ¿La ropa que usted usa, por cuantos días la viste?

TABAQUISMO

Actual
 27. ¿Usted fuma actualmente? 0. No 1. Si
En caso de respuesta negativa pase a la pregunta No. 31

<p>Pasado</p> <p>41. ¿Usted ingirió en forma habitual algún tipo de bebida alcohólica? <u>0. No</u> <u>1. Si</u></p> <p>En caso de respuesta no, pasar al apartado sobre ruido, pregunta número 47.</p>	<input type="checkbox"/>
<p>42. ¿A que edad empezó a consumir alcohol (cerveza, brandy, tequila, vodka, vino blanco, etc.)? _____</p>	<input type="text"/>
<p>43. ¿Qué tipo de bebida era? 1. Cerveza 2. Brandy 3. Tequila 4. Vodka 5. Vino blanco 6. Vino tinto _____ 7. Whisky 8. Pulque 9. Mezcal</p>	<input type="text"/>
<p>44. ¿Con que frecuencia la consumía? 1. Diariamente 2. Una vez a la semana 3. Una vez al mes 4. Una vez al año _____</p>	<input type="checkbox"/>
<p>45. ¿Cuándo Usted tomaba, en promedio cuántas copas eran? _____</p>	<input type="text"/>
<p>46. ¿A que edad dejó de tomar bebidas alcohólicas? _____</p>	<input type="text"/>
<p><u>RUIDO</u></p>	
<p>47. ¿A que volumen acostumbra escuchar el radio? 1. Volumen bajo 2. Volumen normal 3. Volumen alto 3. Volumen muy alto _____</p>	<input type="checkbox"/>
<p>48. ¿A que volumen acostumbra escuchar la TV? 1. Volumen bajo 2. Volumen normal 3. Volumen alto 3. Volumen muy alto _____</p>	<input type="checkbox"/>
<p>49. ¿Usted acostumbra asistir a centros nocturnos, discotecas de baile, bares, karaoke? 0. <u>No</u> <u>1. Si</u></p>	<input type="checkbox"/>
<p>50. ¿Usted acostumbra usar motocicleta como medio de transporte? 0. <u>No</u> <u>1. Si</u></p>	<input type="checkbox"/>
<p>51. ¿Usted practica tiro al blanco? 0. <u>No</u> <u>1. Si</u></p>	<input type="checkbox"/>

52. ¿Cuándo pinta su casa utiliza compresora?
 0. No 1. Si

Antecedentes personales patológicos

¿Ha sido diagnosticado con alguna de las siguientes enfermedades?
Anotar el número correspondiente en la casilla

Padecimiento	0. No 1. Si	Año en que fue diagnosticada	Recibe tratamiento actualmente 0. No 1. Si	Está controlada la enfermedad 0. No 1. Si
53. Sordera				
54. Diabetes mellitus				
55. Hipertensión arterial				
56. Esclerosis Múltiple				
57. Enfermedad renal				
58. Cáncer				
59. Colesterol alto				
60. Triglicéridos altos				
61. Gota				
62. Artritis reumatoide				
63. Siente que las cosas le dan vuelta. (Vértigo)				
64. Dermatitis de contacto o dermatitis irritativa.				
65. Dermatitis atópica				
66. Vitíligo				
67. Hiperhidrosis palmar (le sudan excesivamente las manos)				

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

68. Escabiasis (sarna)?					<input type="checkbox"/>
69. Enfermedad de Hansen (lepra)					<input type="checkbox"/>
70. Psoriasis					<input type="checkbox"/>
71. Hongos en las uñas de los pies (tiña)					<input type="checkbox"/>
72. Hongos en alguna otra parte de su cuerpo.					<input type="checkbox"/>
73. Caspa en la cabeza (tiña capitis)					<input type="checkbox"/>
74. Su cabello se cae muy fácilmente					<input type="checkbox"/>
75 Tiene áreas en la cabeza sin cabello?					<input type="checkbox"/>
76. Le salen barros en gran cantidad?					<input type="checkbox"/>

77. ¿Ha faltado al trabajo por alguno de estos padecimientos?

0. No 1. Si

En caso negativo, pasar a la pregunta número 78, de lo contrario llenar cuadro.

No. de incapacidades	Fecha Aproximada	Enfermedad por la que faltó.	Número de días.
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				

¿A lo largo de su vida Usted ha padecido?

	Presencia 0. No 1. Si	Frecuencia 1. Rara vez (1cada 5 años. 2. Frecuentemente (varias veces al año). 3. Muy frecuentemente (c/15 días)	¿Recibe tratamiento actualmente? 0. No 1. Si
78. Infecciones de la garganta			
79. Otitis media			

¿Es usted alérgico a?

	0) No 1) Si	¿Que reacción le produce?
80. Polen		
81. Alimentos		
82. Picaduras de insectos		
83. Medicamentos		

EXPOSICIÓN A MEDICAMENTOS

¿En los últimos 6 meses ha utilizado alguno de los siguientes medicamentos?

Anotar el número correspondiente en la casilla

Medicamento	0. No 1. Si	Por cuantos días lo tomó	Cuantas pastillas tomaba al día
84. Kanamicina			
85. Gentamicina			
86. Aspirina			
87. Alopurinol.			

<u>HISTORIA CLINICA</u>	
En el último año Usted ha presentado alguna de las siguientes molestias?	
136. ¿Le ha dolido el oído mínimo 2 días consecutivos? 0. <u>No</u> 1. <u>Si</u>	<input type="checkbox"/>
137. ¿Ha notado que le salió pus de su oído? 0. <u>No</u> 1. <u>Si</u> En caso de respuesta negativa pasar a la pregunta No.139	<input type="checkbox"/>
138. ¿Este pus va acompañado de dolor? 0. <u>No</u> 1. <u>Si</u>	<input type="checkbox"/>
139. ¿Ha salido sangre de su oído? 0. <u>No</u> 1. <u>Si</u> En caso de respuesta negativa pasar a la pregunta No. 141	<input type="checkbox"/>
140. ¿Cuándo le salió sangre estuvo acompañada de dolor? 0. <u>No</u> 1. <u>Si</u>	<input type="checkbox"/>
141. ¿Ha tenido la sensación de tener el oído tapado por mínimo 2 días consecutivos? (plenitud ótica) 0. <u>No</u> 1. <u>Si</u>	<input type="checkbox"/>
142. ¿Ha tenido la sensación que usted da vueltas o el piso se mueve? (vértigo). 0. <u>No</u> 1. <u>Si</u> En caso afirmativo contestar apartado "semiología del vértigo", de lo contrario pase a la pregunta No. 150	<input type="checkbox"/>
<u>SEMIOLOGIA DE VÉRTIGO</u>	
143. ¿Usted ha sentido como si las cosas giraran a su alrededor? (vértigo) 0. <u>No</u> 1. <u>Si</u>	<input type="checkbox"/>
144. ¿Hace cuanto tiempo tiene esa sensación de vértigo _____ meses	<input type="text"/>
145. ¿El vértigo se acompaña? 1. <u>Nausea</u> 2. <u>Vómito</u> 3. <u>Sudor</u> 4. <u>Otro</u> (especifique) _____ 5. <u>Ninguno</u> .	<input type="checkbox"/>

146. ¿El vértigo es? 1. <u>Constante</u> 2. <u>Intermitente</u>	<input type="checkbox"/>
147. ¿El vértigo que usted siente apareció? 1. <u>Inicio súbito</u> 2. <u>Inicio paulatino</u> 3. <u>No sabe</u>	<input type="checkbox"/>
148. ¿El vértigo se incrementa? 1. Al levantarse de la cama 2. Al levantarse de una silla 3. Al cambiar de posición bruscamente 4. Otro _____	<input type="checkbox"/>
149. ¿En sus días de descanso o en sus vacaciones el mareo? 1) Disminuye 2) Aumenta 3) Reaparece 4) Permanece igual	<input type="checkbox"/>
150. ¿Ha tenido la sensación de escuchar un zumbido constante por mínimo 2 horas en un día? (Acúfenos) 0. <u>No</u> 1. <u>Si</u> En caso afirmativo responder las preguntas de semiología de Acufeno, de lo contrario pase a la pregunta no.157	<input type="checkbox"/>
<u>SEMIOLOGIA DE ACÚFENO</u>	
151. ¿Tiene zumbido de oídos? 0. <u>No</u> 1. <u>Si</u>	<input type="checkbox"/>
152. ¿Hace cuanto tiempo notó que escuchaba un zumbido? _____ meses	<input type="checkbox"/>
153. ¿El zumbido que escucha es en el oído: ? 1. Derecho 2. Izquierdo 3. Ambos oídos 4. No sabe	<input type="checkbox"/>
154. ¿El zumbido que escucha en el oído se presenta? 1. Constantemente 2. Intermitente	<input type="checkbox"/>
155. ¿Cómo es el zumbido que escucha? 0. No sabe 1. Agudo (como un mosquito) 2. Grave (como un ronquido)	<input type="checkbox"/>
156. ¿Qué intensidad tiene el sonido que escucha? 1. Leve 2. Moderado 3. Intenso 4. Muy intenso 5. No sabe	<input type="checkbox"/>
157. ¿Ha notado usted que le cuesta trabajo escuchar? (hipoacusia) La voz de sus familiares, La radio, La televisión 0. <u>No</u> 1. <u>Si</u> En caso afirmativo contestar semiología de Hipoacusia, de lo contrario concluye.	<input type="checkbox"/>

<u>SEMIOLOGIA DE HIPOACUSIA</u>	
158. ¿Hace cuanto tiempo notó que se le dificultaba oír? _____ Meses	<input type="text"/>
159. ¿Cuál oído es el que, siente usted que no escucha bien? 0. No sabe 1. Derecho 2. Izquierdo 3. Ambos oídos	<input type="checkbox"/>
160. ¿La disminución de su audición se dio de manera? 0. No sabe como inició 1. Súbita 2. Paulatina.	<input type="checkbox"/>
161. ¿La dificultad para escuchar se acompaña de zumbido de oídos? <u>0. No</u> <u>1. Si</u> <u>2. No sabe</u>	<input type="checkbox"/>
162. ¿La dificultad para escuchar se acompaña de mareo? <u>0. No</u> <u>1. Si</u> <u>2. No sabe</u>	<input type="checkbox"/>
163. ¿Cuándo usted descansa la dificultad para oír? <u>0. Disminuye</u> <u>1. Aumenta</u> <u>2. No cambia</u>	<input type="checkbox"/>

Tabla 1. Distribución de las Variables Continuas de Trabajadores Expuestos a Ruido y Disolventes Orgánicos

VARIABLES		N.	Media	Desv. Estand.	Mínimo	Máximo		
Edad		77	38.9	9.8	22	64		
Antigüedad en la Fabrica de Pinturas		77	10.7	9.7	1	45		
AUDIOMETRIA OIDO IZQUIERDO	Vía aérea	125	76	16.6	12.3	0	80	
		250	76	18.4	15.6	0	80	
		500	76	19.6	15.0	0	105	
		1 000	76	16.9	18.6	0	105	
		2 000	75	12.8	14.6	0	115	
		4 000	74	24.7	14.5	0	95	
		8 000	74	23.7	17.1	0	80	
		10 000	71	29.8	1.1	5	80	
		12 500	69	34.4	22.9	0	90	
		16 000	44	33.9	18.6	0	80	
		18 000	23	80.3	21.5	0	55	
		19 000	12	88.3	10.5	65	95	
		20 000	6	90	7.7	80	95	
		PTA	76	16.4	15.0	0	105	
	Vía ósea	125	77	8.4	11.1	-10	45	
		500	77	10.3	12.2	-10	60	
		1000	77	8.2	12.8	-10	65	
		2000	77	10.5	15.3	-10	75	
		4000	77	12.9	14.6	-10	65	
	AUDIOMETRIA OIDO DERECHO	Vía aérea	125	77	17.9	12.7	0	75
			250	77	17.2	12.0	0	65
			500	77	15.2	11.3	0	60
			1 000	77	12.8	10.4	0	50
			2 000	77	11.7	12.3	-5	65
			4 000	77	25.1	15.3	-5	75
		8 000	77	22.9	17.0	0	90	
		10 000	72	30.9	20.7	5	90	
		12 500	67	30.5	22.3	0	80	
		16 000	42	30.5	18.1	0	55	
		18 000	22	86.3	8.0	75	95	
		19 000	11	90.9	4.3	80	95	
		20 000	6	91.6	4.08	85	95	
		PTA	77	13.3	10.5	0	56.6	
Vía ósea		125	77	4.6	9.9	-10	40	
		500	77	5.6	10.3	-10	55	
		1000	77	4.8	10.2	-10	50	
		2000	77	7.9	12.0	-5	65	
		4000	77	11.2	14.4	-10	65	
Índice de Fletcher		77	12.2	8.4	2.1	54.8		

Tabla 2. Distribución de las Emisiones Otoacústicas por Productos de Distorsión en Trabajadores Expuestos a ruido y disolventes orgánicos

VARIABLES		N.	Media	Desv. Estand.	Mínimo	Máximo	
EOAPD OIDO IZQUIERDO	Nivel de Intensidad	750	77	0.9	8.3	-30.3	13
		1 000	77	4.3	10.7	-27.5	37.6
		1 500	77	1.1	11.3	-36.1	18.7
		2 000	77	3.7	12.9	-44.7	14.8
		3 000	77	-8.2	12.5	-52.1	11.3
		4 000	77	-8.2	12.6	-36.3	14.4
		6 000	77	-10.3	12.1	-40.5	20.4
		8 000	77	-1.4	12.9	-27.9	26
	Rel. Señal-Ruido	750	77	7.4	6.08	-9.4	19.6
		1 000	77	9.6	7.1	-16.5	25.6
		1 500	77	10	6.7	-15	27.7
		2 000	77	9.3	7.2	-19.3	21.3
		3 000	77	7.5	7.2	-26.2	20.7
		4 000	77	8.5	7.4	-10	26.2
		6 000	77	7.1	7.7	-14.8	30.4
		8 000	77	8.3	6.8	-8.9	26.1
EOAPD OIDO DERECHO	Nivel de Intensidad	750	77	1.2	11.4	-74	14.5
		1 000	77	5.3	8.7	-35.9	18.1
		1 500	77	4.7	9.6	-33.1	18.9
		2 000	77	1.4	11.0	-44.7	18
		3 000	77	-6.9	11.1	-34.9	12
		4 000	77	-6.8	11.9	-43.5	12
		6 000	77	-7.8	13.1	-47.5	15
		8 000	77	-0.8	13.3	-26.4	22.5
	Rel. Señal-Ruido	750	77	7.4	5.1	-12.5	21.6
		1 000	77	10.6	6.2	-14.1	24.8
		1 500	77	13	6.8	-11.3	25
		2 000	77	10.6	6.2	-16.4	24.1
		3 000	77	8.7	5.6	-9.9	19.4
		4 000	77	9.8	7.4	-20.6	22.8
		6 000	77	8.3	8.0	-17.4	23.7
		8 000	77	9.2	7.6	-11.8	31.5

Tabla 3. Comparación de Diferencias de Proporciones de los Parámetros para EOAPD Relación Señal-Ruido, con punto de corte <6 y <10 dB

EOAPD Relación Señal Ruido	OIDO IZQUIERDO				OIDO DERECHO			
	< 6dB		<10 dB		< 6 dB		< 10 dB	
	%	N	%	N	%	N	%	N
750	17	13	69	53	18	14	74	57
1 000	14	11	50	36	8	6	34	36
1 500	13	10	50.6	39	6.5	5	30	23
2000	17	13	50.6	39	8	6	40	31
3 000	19.4	15	60	46	16	13	22	17
4 000	22	17	54	42	13	10	50.6	39
6 000	31	24	70	54	25	19	62	48
8 000	23.3	18	61	47	22	17	61	47

Tabla 4. Antigüedad en la Fábrica de Pinturas de los Trabajadores Expuestos a disolventes orgánicos y ruido

Antigüedad en Fábrica de Pinturas	N (Total 77)	Edad (Media)	Desviación Estandard	Mínimo	Máximo
< 7 años	36	33.7	7.5	31.1	36.2
≥ 7 años	41	43.5	9.3	40.5	46.4

Tabla 5. Diferencia de Medias de la Audiometría Tonal, de Altas Frecuencias y EOAPD según Grupos de Antigüedad para Oído Izquierdo.

Variables Audiometría Hz	GRPO I ANTIGÜEDAD < 7 AÑOS			GRUPO II ANTIGÜEDAD ≥ 7 AÑOS			P
	N.	Media	Desv. Estándar	N	Media	Desv. Estándar	
125	31	13.3	6.1	29	13.2	6.4	0.5
250	31	14.0	7.6	29	12.9	8.5	0.6
500	31	15.8	6.3	29	14.4	8.5	0.6
1 000	31	10.8	6.3	29	11.2	8.6	0.4
2 000	31	8.3	6.2	29	7.2	5.7	0.7
4 000	31	20	11.6	29	20.5	6.7	0.4
8 000	31	16.6	22.7	29	9.2	12.3	0.01
10 000	31	24.5	12.4	29	31.8	15.1	0.02
12 500	31	24.1	19.8	29	40.9	21.3	0.01
16 000	24	28.7	16.1	15	38.6	20.9	0.05
18 000	15	82	13.7	6	72.5	36.7	0.8
19 000	10	87.5	11.3	2	92.5	3.5	0.2
20 000	4	87.5	8.6	2	95	0	0.1
Promedio de Frec del Lenguaje (PTA)	31	11.6	5.1	29	10.9	5.8	0.6
EOAPD Nivel de intensidad							
750	31	3.6	6.5	29	1.9	6.2	0.8
1 000	31	6.5	8.3	29	6.8	6.5	0.4
1 500	31	4.4	6.6	29	6.2	6.9	0.1
2 000	31	1.0	7.0	29	0.9	6.9	0.5
3 000	31	-2.8	8.3	29	-6.3	11.6	0.9
4 000	31	-3.0	10.0	29	-4.9	7.9	0.7
6 000	31	-4.9	11.1	29	-9.6	8.7	0.9
8 000	31	4.6	10.1	29	-2.9	10.9	0.9
EOAPD Rel. Señal Ruido (normal ≥ 10)							
750	31	8.7	5.2	29	8.6	4.3	0.5
1 000	31	11.1	6.8	29	11.3	4.5	0.4
1 500	31	10.7	5.3	29	13.1	4.9	0.03
2 000	31	11.7	4.0	29	11.7	3.4	0.4
3 000	31	9.8	5.0	29	8.4	7.4	0.7
4 000	31	11.4	6.2	29	9.8	8.1	0.8
6 000	31	9.9	6.7	29	8.8	6.5	0.6
8 000	31	11.5	5.9	29	7.3	4.3	0.9

Tabla 6. Diferencia de Medias de la Audiometría Tonal, de Altas Frecuencias y EOAPD según Grupos de Antigüedad para Oído Derecho.

Variables	GRUPO I ANTIGÜEDAD < 7 AÑOS			GRUPO II ANTIGÜEDAD ≥7 AÑOS			P
	N.	Media	Desv. Estándar	N	Media	Desv. Estándar	
Audiometría Hz							
125	32	14.6	7.3	30	13.8	7.9	0.6
250	32	14.3	7.2	30	13.1	7.8	0.7
500	32	11.7	6.4	30	11.5	6.7	0.5
1 000	32	10	6.2	30	8.6	4.9	0.8
2 000	32	7.8	8.0	30	7.5	6.9	0.6
4 000	32	21.5	12.5	30	21	9.0	0.2
8 000	32	16.8	1.77	30	19.1	10.7	0.1
10 000	30	22	14.7	29	31.0	16.7	0.01
12 500	30	23	19.9	28	34	18.4	0.01
16 000	21	23.5	16.2	17	38.8	18.1	0.00
18 000	12	83.7	8.0	7	91.4	6.2	0.02
19 000	7	90.7	5.3	2	92.5	3.5	0.3
20 000	4	91.2	4.7	1	95	-	-
Promedio de Frec. del Lenguaje (PTA)	32	9.9	5.4	30	9.1	4.5	0.7
EOAPD Nivel de intensidad							
750	32	4.3	6.7	30	2.6	6.3	0.8
1 000	32	8.02	6.5	30	6.6	6.3	0.8
1 500	32	7.5	8.1	30	7.3	4.9	0.5
2 000	32	2.4	7.6	30	0.4	7.2	1.0
3 000	32	-3.5	8.5	30	-4.0	9.0	0.5
4 000	32	-2.0	7.4	30	-5.3	9.1	0.9
6 000	32	-3.1	11.0	30	-7.4	13.5	0.9
8 000	32	3.5	13.8	30	-0.1	10.9	0.8
EOAPD Rel. Señal Ruido (normal > 10)							
750	32	7.3	4.9	30	8.7	5.2	0.1
1 000	32	11.1	6.4	30	11.8	3.9	0.3
1 500	32	14.7	6.3	30	14.7	4.6	0.5
2 000	32	13.1	4.2	30	11.0	4.0	0.9
3 000	32	10.2	4.4	30	10.2	4.4	0.5
4 000	32	13.1	4.6	30	10.6	4.3	0.9
6 000	32	10.7	6.9	30	8.4	8.5	0.8
8 000	32	12.1	8.6	30	8.7	5.6	0.9

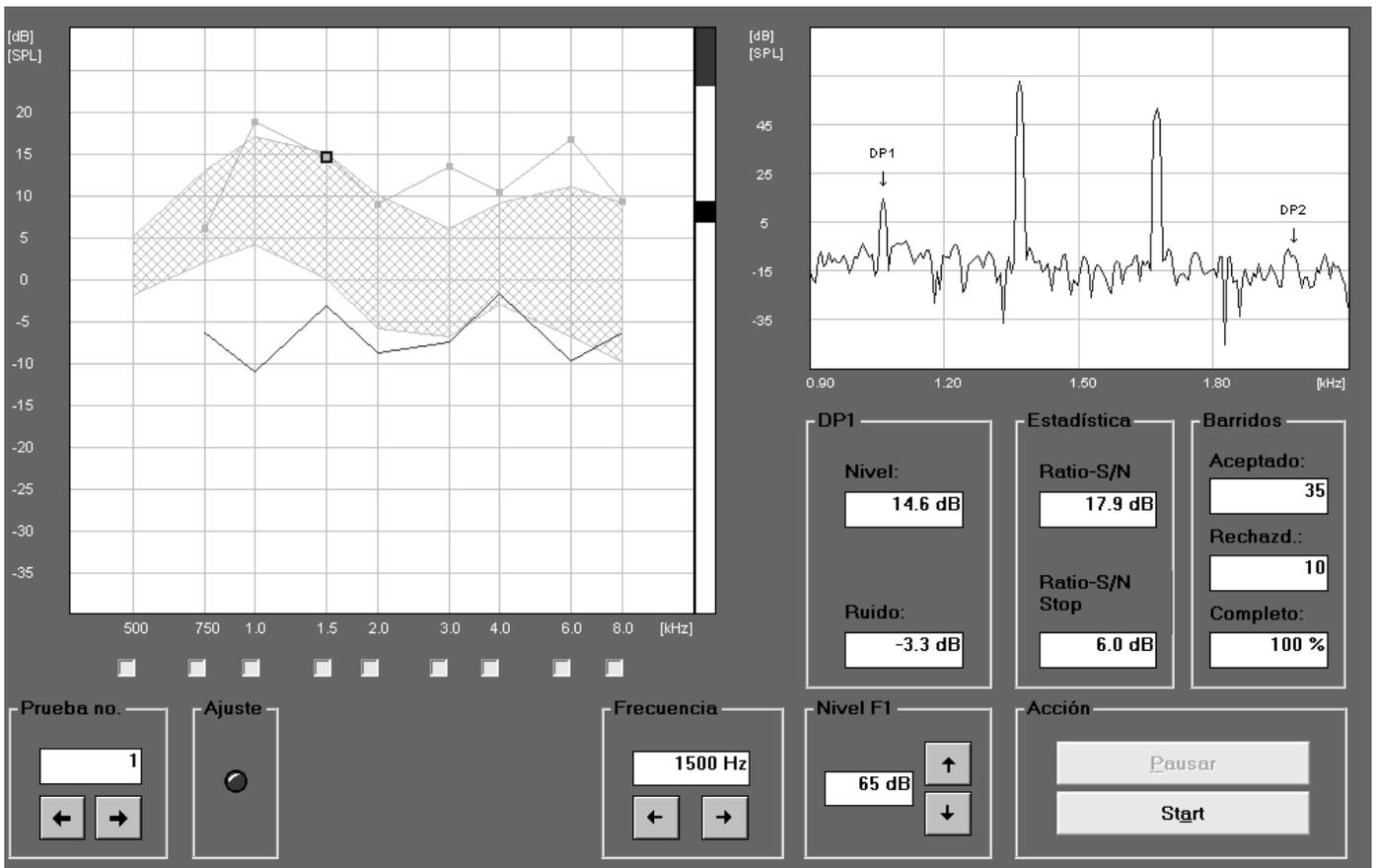
Tabla 7. Comparación de Parámetros para EOAPD Relación Señal-Ruido, Según punto de corte <6 dB < 10 dB y por Grupos de Antigüedad (GI y GII)

EOAPD Relación Señal Ruido	OIDO IZQUIERDO								OIDO DERECHO							
	< 6 dB				<10 Db				< 6 dB				< 10 dB			
	GI < 7 años (N=31)		GII ≥7 años (N=29)		GI < 7 años (N=31)		GII ≥7 años (N=29)		GI < 7 años (N=32)		GII ≥7 años (N=30)		GI < 7 años (N=32)		GII ≥7 años (N=30)	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
750	9.7	3	6.9	2	71	22	65	19	21.9	7	6.7	2	68.7	22	73.3	22
1 000	9.7	3	3.4	1	42	13	38	11	9.7	2	3.3	1	31.2	10	23.3	7
1 500	3.2	1	0	0	51.6	16	27.6	8	3.2	1	0	0	18.8	6	26.7	8
2000	0	0	0	0	38.7	12	41.4	12	0	0	0	0	28	9	36.7	11
3 000	6.5	2	10.3	3	55	17	48.3	14	6.5	1	0	2	59.4	19	46.7	14
4 000	6.5	2	13.8	4	42	13	51.7	15	6.5	0	6.7	2	37.5	12	46.7	14
6 000	16.1	5	17.2	5	55	17	65.5	19	16.1	3	23.3	7	53.1	17	56.7	17
8 000	6.5	2	24	7	38.7	12	76	22	6.5	6	20	6	53.1	17	56.7	17

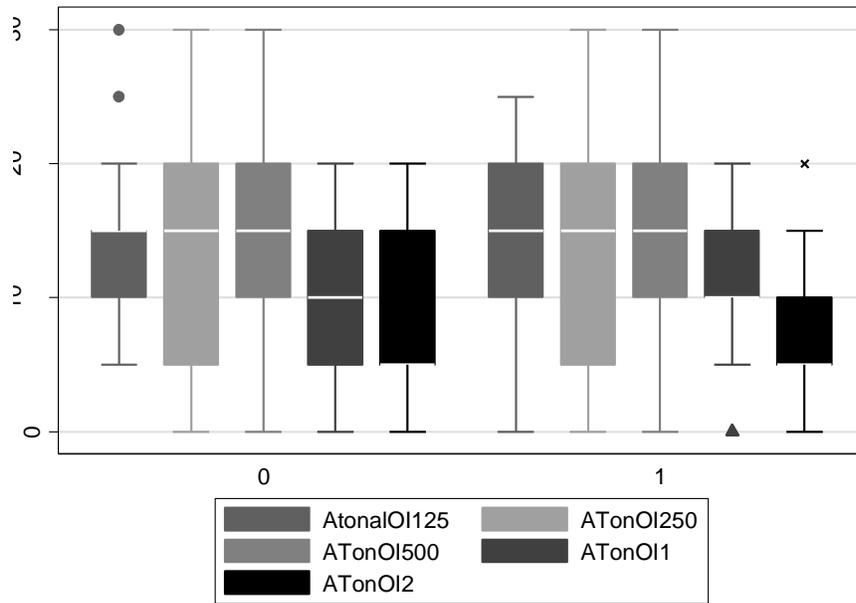
Tabla 8. Monitorización de los Disolventes Orgánicos en una población de 203 Trabajadores de la Fábrica de Pinturas

Disolvente Orgánico	Trabajadores Monitorizados		Media Mg/ m ³	Desviación Estandar	Mínimo	Máximo
	%	N				
Tolueno	66	134	350.1	750	12.4	6461
Xileno	66	134	241	293.2	21.69	1471.8
Hexano	66	134	37.56	112.1	0	768.9
Etanol	66	134	15.9	37.0	0	213.5
Isopropanol	66	134	58.0	264.5	0	2950.4
Butílico	66	134	59.3	96.0	0	767.7
Acetona	66	134	46.0	223.2	0	2155.7
Metil isobutil cetona	66	134	115.7	237.6	0	1779.7
Metil etil cetona	66	134	41.3	163.0	0	1615.2
Acetato de etilo	66	134	17.5	41.1	0	290.1
Acetato de butilo	66	134	31.1	61.7	0	594.8
Metil n amil cetona	66	134	4.61	15.7	0	87.4
Prop met acet	66	134	33.5	28.0	0	149.8
Benceno	66	134	6.4	37.1	0	342.8

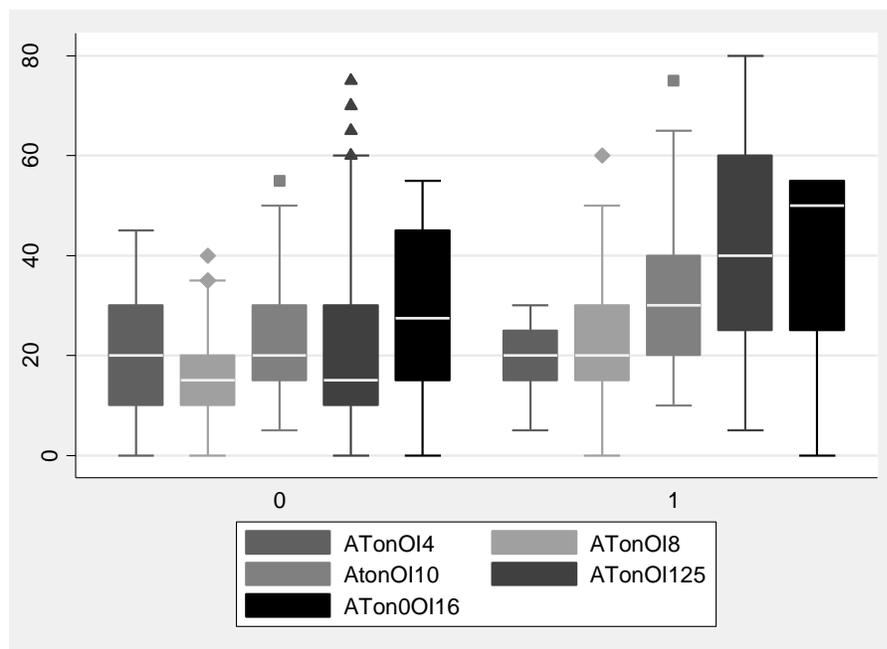
Gráfica 1. Pantalla completa de las EOAPD a través del módulo CAPELLA de MADSEN



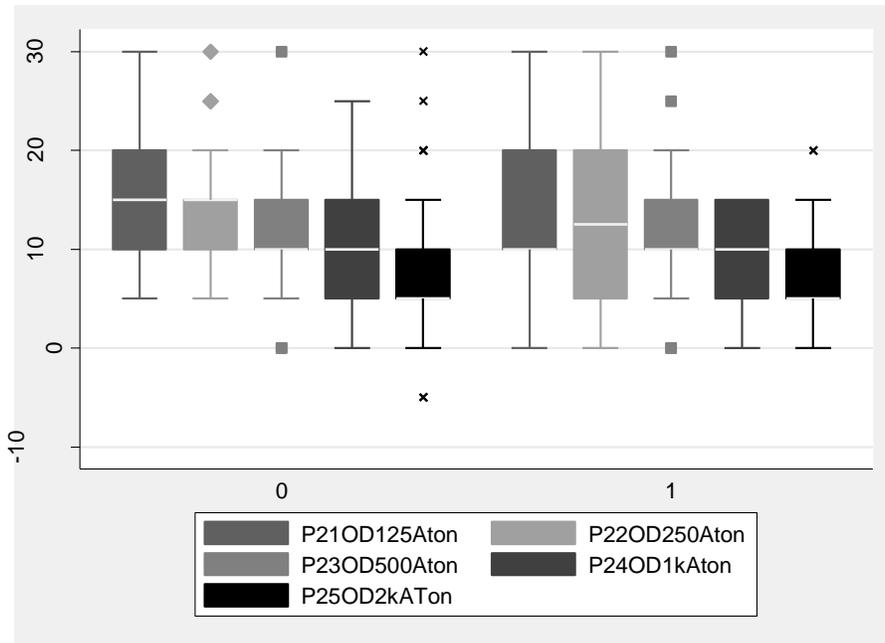
Gráfica 2. Comparación de Audiometría Tonal en frecuencias de 125 Hz a 2 KHz de Oído Izquierdo, en Trabajadores Expuestos a Disolventes Orgánicos y Ruido con Antigüedad <7 y ≥7 años.



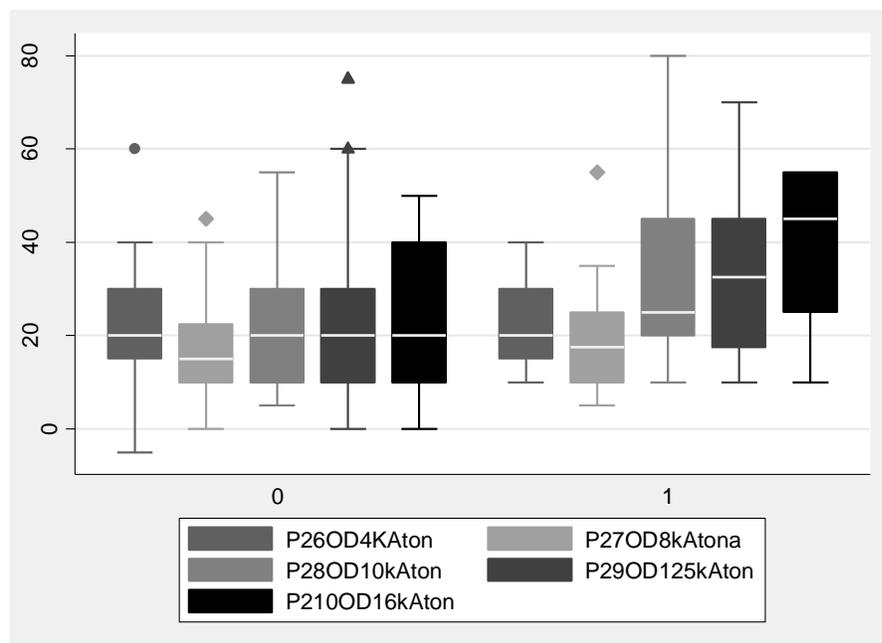
Gráfica 3. Comparación de Audiometría Tonal en frecuencias de 4 a 16 KHz de Oído Izquierdo, en Trabajadores Expuestos a Disolventes Orgánicos y Ruido con Antigüedad <7 y ≥7 años.



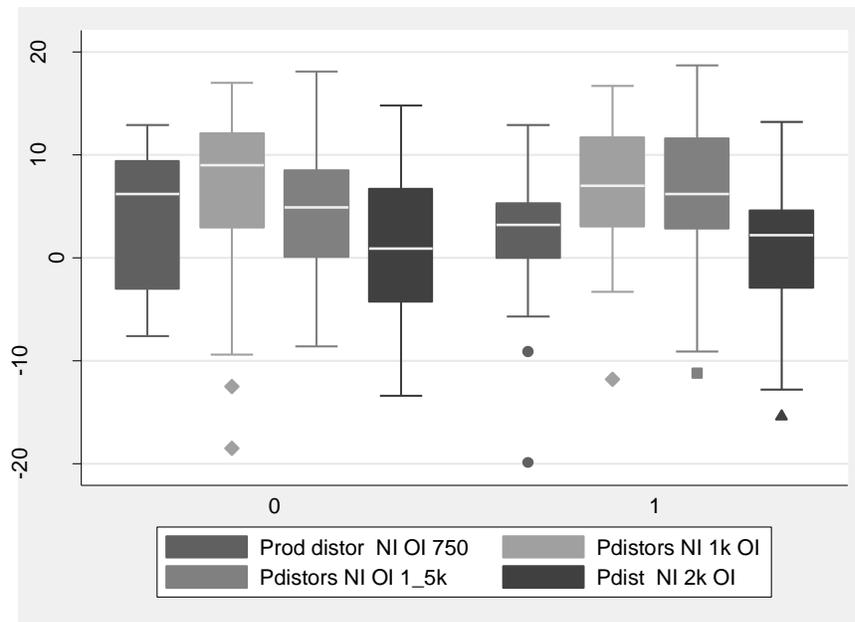
Gráfica 4. Comparación de Audiometría Tonal en frecuencias de 125 Hz a 2 KHz de Oído Derecho, en Trabajadores Expuestos a Disolventes Orgánicos y Ruido con Antigüedad <7 y ≥7 años



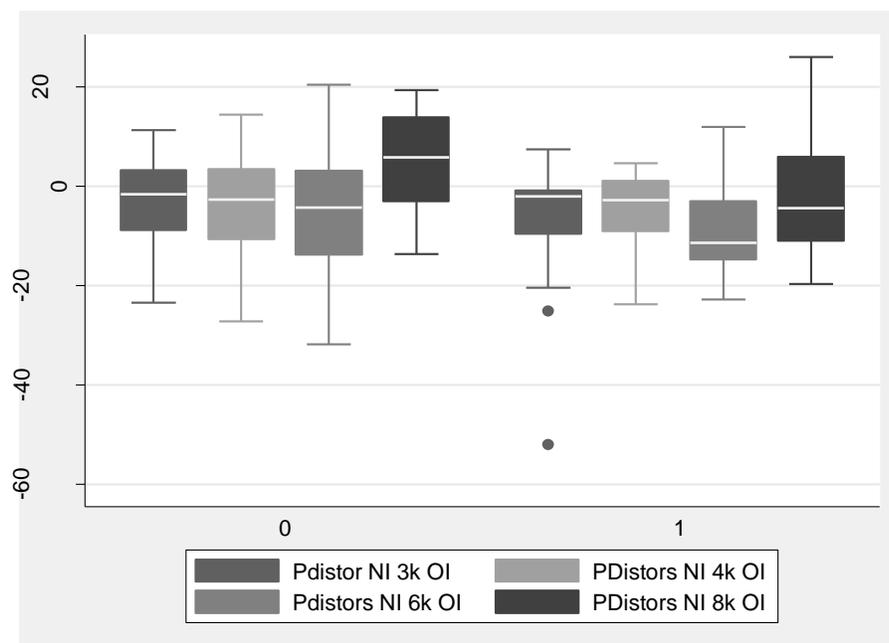
Gráfica 5. Comparación de Audiometría Tonal en frecuencias de 4 a 16 KHz de Oído Derecho, en Trabajadores Expuestos a Disolventes Orgánicos y Ruido con Antigüedad <7 y ≥7 años.



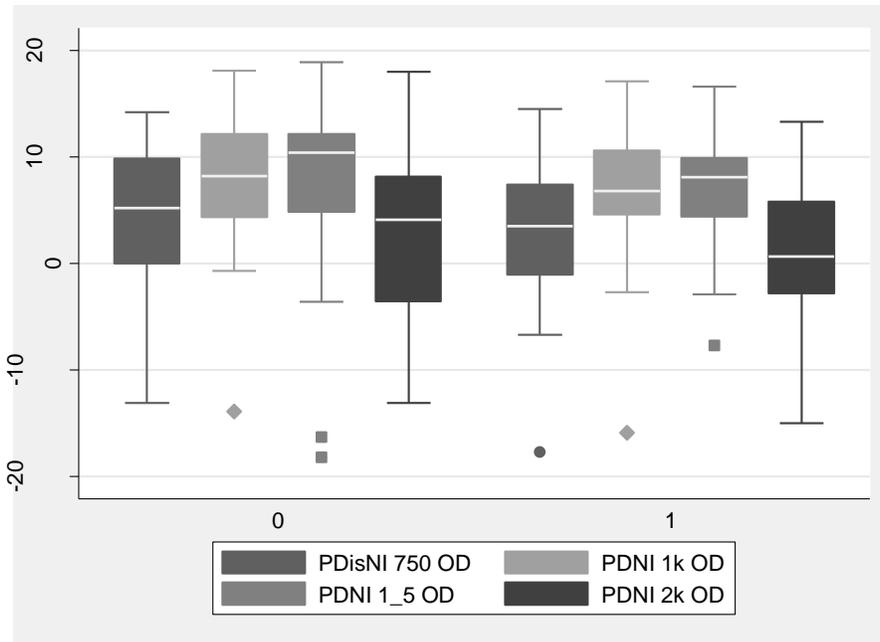
Gráfica 6. Comparación del Nivel de Intensidad de EOAPD en frecuencias de 750 Hz a 2 KHz de Oído Izquierdo, en Trabajadores Expuestos a Disolventes Orgánicos y Ruido con Antigüedad <7 y ≥7 años.



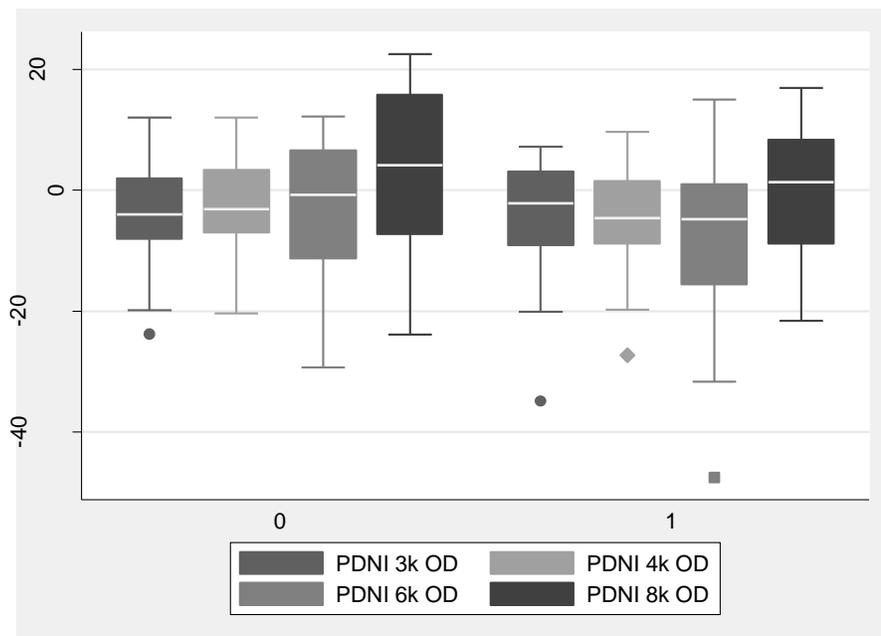
Gráfica 7. Comparación de Nivel de Intensidad de EOAPD en frecuencias de 3 a 8 KHz de Oído Izquierdo, en Trabajadores Expuestos a Disolventes Orgánicos y Ruido con Antigüedad <7 y ≥7 años.



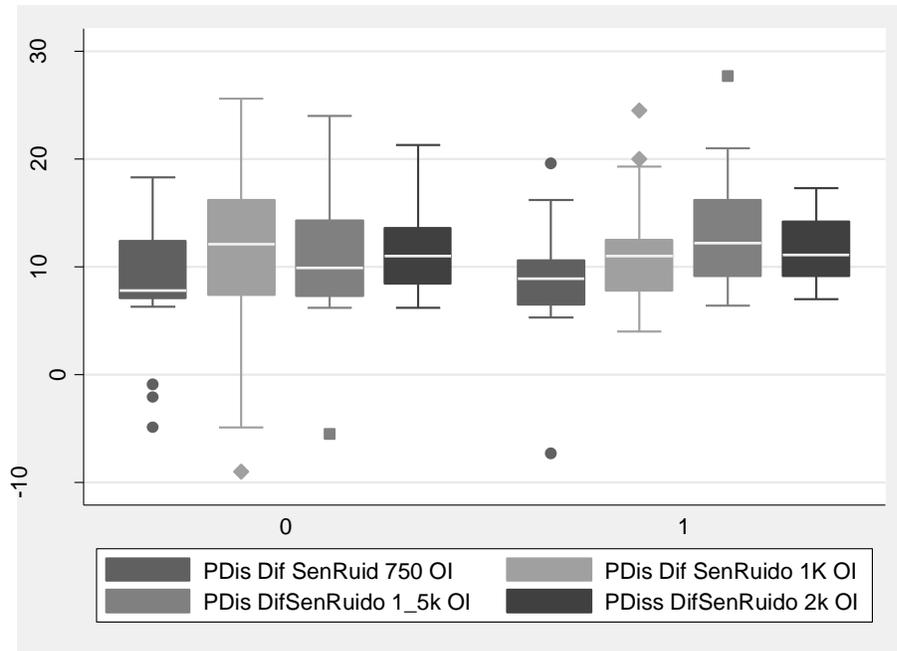
Gráfica 8. Comparación del Nivel de Intensidad de EOAPD en frecuencias de 750 Hz a 2 KHz de Oído Derecho, en Trabajadores Expuestos a Disolventes Orgánicos y Ruido con Antigüedad <7 y \geq 7 años.



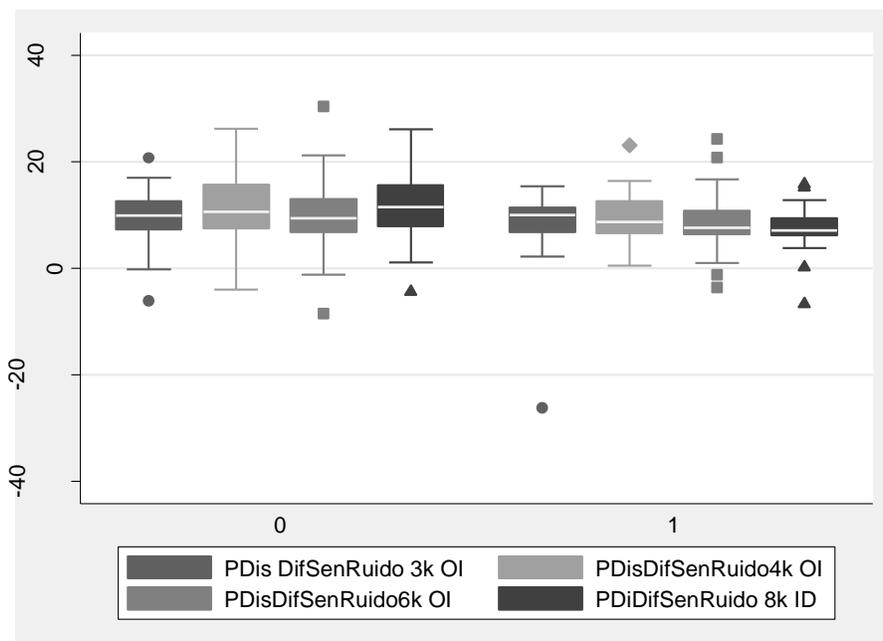
Gráfica 9. Comparación de Nivel de Intensidad de EOAPD en frecuencias de 3 a 8 KHz de Oído Derecho, en Trabajadores Expuestos a Disolventes Orgánicos y Ruido con Antigüedad <7 y \geq 7 años.



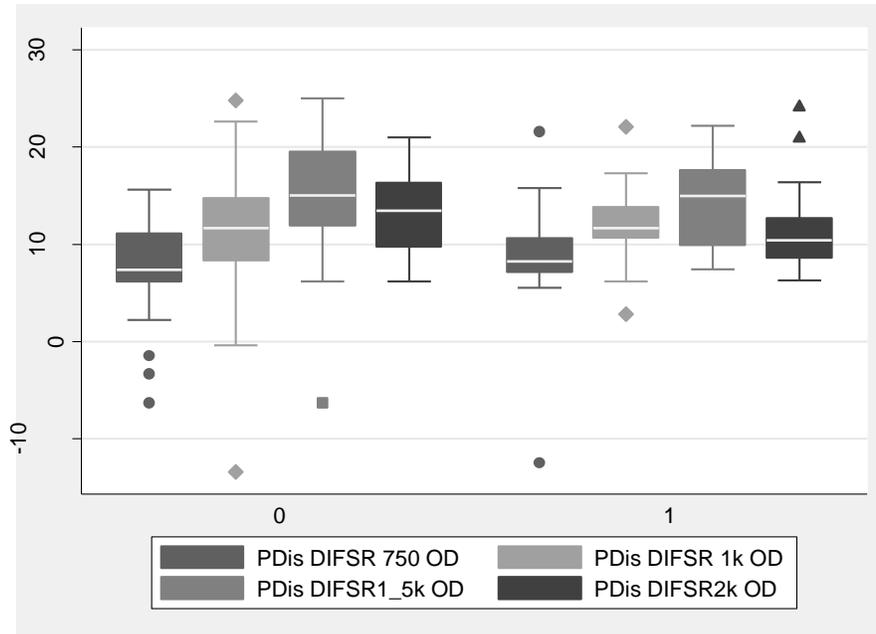
Gráfica 10. Comparación de la Relación Señal-Ruido de EOAPD en frecuencias de 750 Hz a 2 KHz de Oído Izquierdo, en Trabajadores Expuestos a Disolventes Orgánicos y Ruido con Antigüedad <7 y ≥7 años.



Gráfica 11. Comparación de la Relación Señal-Ruido de EOAPD en frecuencias de 3 a 8 KHz de Oído Izquierdo, en Trabajadores Expuestos a Disolventes Orgánicos y Ruido con Antigüedad <7 y ≥7 años.



Gráfica 12. Comparación de la Relación Señal-Ruido de EOAPD en frecuencias de 750 Hz a 2 KHz de Oído Derecho, en Trabajadores Expuestos a Disolventes Orgánicos y Ruido con Antigüedad <7 y \geq 7 años.



Gráfica 13. Comparación de la Relación Señal-Ruido de EOAPD en frecuencias de 3 a 8 KHz de Oído Derecho, en Trabajadores Expuestos a Disolventes Orgánicos y Ruido con Antigüedad <7 y \geq 7 años.

