

Protectores Auditivos

Juan Carlos Olmo

Audiólogo

2007

Objetivos:

1. Dar a conocer los distintos tipos de protección auditiva existentes
2. Mostrar los métodos existentes para la selección adecuada de protección auditiva.
3. Exponer las características, ventajas y desventajas de los distintos tipos de protectores auditivos.

Introducción

Los dispositivos de protección auditiva son aquellos utilizados para atenuar el ruido ambiental excesivo y proteger la audición, incluyen aquellos que ocluyen el canal auditivo o que cubren el oído externo. (Stach, 1997)¹

Los protectores auditivos deben ser dotados por la empresa, a todos los trabajadores que estén expuestos a niveles de ruido promedio iguales o superiores a 85 dBA durante una jornada laboral ordinaria de 8 horas diarias, según la recomendación de diferentes normativas como las de NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health, EEUU) y OSHA S 12.6-1997 (Occupational Safety and Health Administration, EEUU)².

Todo protector auditivo debe llevar indicada su homologación. En la Comunidad Europea por ejemplo, la norma para las orejeras es la EN-352-1:1992, para orejeras acopladas con casco es EN 352-3y para los tapones auditivos es la EN-352-2:1992.

Características de los protectores

Cómodos
Lavables
Higiénicos
Hipoalergénicos
Fáciles de colocar
Máximo rango de atenuación
Estéticos
Permiten la comunicación verbal
Versatilidad (para incorporar otros dispositivos o equipos de intercomunicación)
Cumplen las normativas nacionales e internacionales (certificaciones)

En los casos en donde el ruido ambiental sea muy difícil de reducir utilizando métodos de control técnico, ya sea por problemas prácticos o de costos, es necesario indicar el uso de protectores auditivos, cabe mencionar que estos equipos no son una medida de control del ruido, puesto que este sigue existiendo en el ambiente.

El audiólogo, como encargado de la protección auditiva, debe velar porque el equipo cumpla con todas las condiciones necesarias para brindar la mayor protección auditiva posible, por ejemplo, disponer de todas las certificaciones necesarias nacionales e internacionales del equipo que se utiliza (ISO, ANSI, IEC, FDA, etc). Debe controlarse que el equipo sea cómodo, que se haya dado el respectivo entrenamiento para su uso, limpieza y cuidado, conocer sus características y limitaciones, disponer de hojas técnicas que respalden sus condiciones, velar por el uso apropiado y continuo del equipo.

Mantener registros de los casos de infecciones o inflamaciones producidas por el uso del equipo de protección, tener disponibles distintas alternativas de equipos de protección para ajustarse a las necesidades distintas de los trabajadores y las empresas, saber si el equipo permite la comunicación entre colaboradores y la escucha adecuada de señales de alarma utilizadas en los programas de emergencias. Realizar evaluaciones sobre la efectividad del equipo periódicamente, conocer si los protectores brindan la protección correcta tanto en atenuación de intensidad como frecuencialmente en función del ambiente acústico en el que se labora.

Tipos de protectores auditivos³

Los protectores auditivos varían tanto en su diseño, como en las propiedades de atenuación, existen distintos tipos como:

Las orejeras

Se conocen como protectores supraurales. Consisten en casquetes que cubren el pabellón auricular y se ajustan a la cabeza mediante unas almohadillas blandas, rellenas de materiales aislantes de ruido como la espuma plástica o líquido. Los casquetes u orejeras están unidos por una banda o diadema de presión (que tiene un valor específico, cuando esta presión disminuye por deterioro, se hace necesario cambiar la diadema o incluso la orejera). Algunas orejeras tienen un diseño para acoplarse al casco (en caso de ser necesario de uso combinado) y normalmente la diadema es ajustable en su longitud.



Figura 1. Orejeras

En cuanto al uso, las copas de las orejeras deben encerrar por completo el pabellón auricular y apoyarse contra la cabeza. El ajuste de la diadema debe dar la presión adecuada para asegurar el sello acústico. El pelo y los objetos extraños debajo de las orejeras deben ser retirados.

El cuidado de las orejeras consiste en lavar las almohadillas con agua tibia y jabón suave. Su vida útil está entre 6 y 12 meses. Deben reemplazarse si se agrietan, endurecen o pierden condiciones de sellado. No deben perforarse las copas.

El uso de orejeras puede combinarse con el uso de tapones endoaurales, mas esta medida no ha demostrado brindar un aumento significativo de la atenuación sonora debido a la transmisión ósea del sonido. El máximo de atenuación posible por vía aérea es de 50 dBA. Son protección eficaz para niveles de ruido de hasta 125 dBA.



Figura 2. Protectores de Espuma desechables

Tapones Auditivos

Son protectores auditivos que se colocan en el canal auditivo externo (endoaurales) o en la cocha de la oreja (semiaurales), con el fin de bloquear la entrada del sonido. En ocasiones pueden estar provistos de un cordón para que el trabajador no los extravíe y pueda colocárselos guindando en su cuello en los periodos de descanso (por ejemplo en hora de almuerzo)

Tapones auditivos estándar

Existen los tapones estándar, dentro de los cuales se encuentran los de espuma desechable (figura 2) o los reutilizables de silicona, de una, dos, tres fases y hasta 4 fases. (figura 3)

Los tapones aditivos estándar de silicona tienen una vida útil de hasta 6 meses, deben lavarse con agua tibia y jabón suave después de cada uso. Deben ser reemplazados si se encogen, endurecen, agrietan o deforman.

Según Salesa (2006) estos protectores son eficaces para niveles de ruido inferiores a 105 dBA.



Figura 3. Protector de silicona estándar de 3 fases

Tapones auditivos hechos a la medida

Los protectores auditivos también se pueden hacer a la medida de la oreja de cada trabajador, a estos se les llama tapones anatómicos premoldeados. (Ver figura 4)

El proceso de confección de los protectores anatómicos comienza con la toma de impresión, lo cual consiste en la inyección por parte del audiólogo de un material de silicona, que ha sido previamente mezclada, este material se vulcaniza rápidamente dando un negativo de la concha de la oreja y el canal auditivo hasta su segunda vuelta.

Posteriormente esta impresión es sumergida en yeso o gelatina, luego extraída, quedando un molde donde será chorreado el caucho silicón, material del cual finalmente se confecciona el protector, a este se le adiciona un cordón con puntos distintivos (rojo para el derecho y azul para el izquierdo) los cuales permiten al trabajador reconocer el protector de cada oído. Este procedimiento tiene una duración aproximada de 3 minutos en cada colaborador. (Ver figura 5)

En una medición realizada en nuestro laboratorio con una muestra de diez sujetos a quienes primeramente se les tomó el umbral auditivo en campo sonoro sin protección y posteriormente se midieron los umbrales auditivos en campo sonoro con protectores de material Biopor, hechos a la medida, se obtuvieron los siguientes porcentajes de atenuación:



Figura 4. Protectores anatómicos hechos a la medida



Figura 5. Toma de impresiones en el ambiente laboral

Tabla 1. Atenuación promediada en dBHL para los protectores auditivos hechos a la medida de material Biopor AB. (Cortesía de Clínicas de la Audición CDA SA)

Tabla de atenuación

| Frecuencia | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 6000 | Hertz |
|----------------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Atenuación | 12.5 | 16.3 | 13.8 | 27.5 | 40.0 | 43.8 | 36.3 | dB |
| Desviación Estándar | 2.9 | 2.5 | 4.8 | 5.0 | 7.1 | 4.8 | 2.5 | dB |

Como puede apreciarse en la tabla 1, los porcentajes obtenidos en las frecuencias más perniciosas para la audición (arriba de 2KHz) son bastante satisfactorios para la utilización de protectores a la medida, incluso como sustitutos de las orejeras. La vida útil aproximada de los protectores auditivos es de 3 años, lo cual implica una inversión inicial que será beneficiosa a mediano plazo también para el empleador.

Cascos Anti-ruido

Son cascos que cubren el pabellón auricular, así como gran parte de la cabeza. Permiten reducir la transmisión sonora a través de la cavidad craneal, lo que disminuye la transmisión ósea del sonido en la cabeza del trabajador.

Otros tipos de protectores.



Figura 6. Protectores de reducción activa de sonido

Pueden mencionarse aquí los protectores dependientes de nivel, que están hechos para dar mayor protección a medida que el nivel sonoro aumenta.

Los protectores auditivos de reducción activa del ruido (ANR), los cuales incorporan circuitos electrónicos destinados a suprimir el sonido que llega al oído del usuario. En la figura 5 se ilustran estos protectores, que incorporan filtros frecuenciales y circuitos electrónicos digitales que regulan la presión sonora que ingresa al oído. (Figura 6)

Las orejeras de intercomunicación, son equipos que incorporan receptores inalámbricos para permitir la comunicación vía radial de los empleados dentro de la planta.

Factores que influyen la durabilidad de los protectores

La atenuación de los protectores y su vida útil, pueden verse influenciadas por factores que se mencionan a continuación:

1. Agentes mecánicos (golpes, perforaciones, modificaciones hechas por el trabajador, etc)
2. Humedad, temperatura, radiaciones, desgaste
3. Agresiones térmicas inducidas por los procesos en los que se labora
4. Productos químicos (aceites, disolventes, etc)
5. Utilización real, colocación correcta, periodicidad de uso, etc. (ver fig.7)
6. Almacenamiento, mantenimiento y limpieza



Figura 7. Colocación correcta del tapón estándar, halando la oreja hacia arriba y hacia atrás, e insertando el tapón auditivo.

Aspectos para elegir la protección adecuada

Para elegir o recomendar un tipo de protección auditiva, es importante atender varias recomendaciones, por ejemplo:

- El protector auditivo debe ser cómo y elegido en función de las condiciones del entorno laboral, por lo general, los taponés auditivos se utilizan en ambientes calurosos y húmedos, para combinarlos fácilmente con gafas, cascos y otros equipos de protección.
- El protector auditivo debe reducir el ruido ambiental a un nivel admisible
- Deben permitir la comunicación del trabajador con sus compañeros y la escucha de señales de alarma.
- Deben disponer de un manual de uso en el idioma del trabajador para que se de la correcta utilización del equipo.
- Compatibilidad con equipos de comunicación como radios, transmisores, etc. (Figura 8)



Figura 8. Protector de silicona hecho a la medida con receptor incorporado

En la tabla 2 se pueden leer las ventajas y desventajas de cada tipo de protector auditivo disponible en el mercado, lo cual puede ser una guía para elegir la protección más adecuada.

| Tabla 2 | Ventajas | Desventajas |
|-----------------------------------|--|--|
| Tapón estándar de espuma | Económico Atenuación Cómodo Buen sello acústico No estrés térmico | No reutilizable No lavable Duración muy corta No personalizado |
| Tapón estándar de silicona | Económico Lavable Atenuación Reutilizable No estrés térmico | Poco higiénicos No tiene buen sello acústico Produce molestias y dolor Genera reacciones alérgicas No personalizado Durabilidad |
| Tapón a la medida | Lavable Reutilizable Atenuación Cómodo Hipoalérgico Higiénico Personalizado No estrés térmico Durabilidad Buen Sello Acústico | Inversión inicial Necesita toma de impresión y ajustes |
| Orejera | Económico Atenuación Cómodo Higiénico Durabilidad | Estrés térmico Problemas para combinar con otros equipos de protección No personalizado Mantenimiento de partes |
| Protector activo | Atenuación Cómodo Higiénico Personalizado | Costo Necesita toma de impresión Requiere programación Partes electrónicas necesitan mantenimiento |

Modo de empleo.

Los protectores auditivos deben ser utilizados por el trabajador mientras dure la exposición al ruido. Retirar el protector aunque sea por intervalos cortos de tiempo conllevará una baja significativa de la protección.⁴ En la figura 8 se ilustra la pérdida de la capacidad de protección efectiva en dBA en función del tiempo de uso del equipo de protección auditiva.

Los protectores son de uso único y personalizado. Es aconsejable que se indique su

vida útil, las normas de almacenamiento, empleo y mantenimiento.

El empleo de los protectores debe ser una norma de acatamiento obligatorio.



Figura 8. Atenuación efectiva en dB en función del porcentaje de tiempo de uso de la protección. (Salesa et al, 2006)

La conducción ósea

Al ser el sonido una forma de energía vibratoria, puede transmitirse tanto por la vía normal de conducción a lo largo del órgano auditivo, la cual se conoce como vía aérea, así como por vibración ósea, por lo que los protectores auditivos, que ocluyen el canal auditivo externo, no pueden bloquear la transmisión sonora, una vez que esta energía sobrepasa cierta intensidad.

El nivel de sonido necesario para alcanzar el oído interno por transmisión ósea es de aproximadamente 50 dBA, es por esto que aunque se tuviera un protector auditivo perfecto por vía aérea, este no podrá brindar mayor protección de 50 dBA de reducción del ruido. La cantidad de atenuación provista hoy en día por los tapones o las orejeras ronda los 20 a 30 dBA, especialmente en frecuencias altas.

Costo beneficio de los protectores auditivos

En un estudio realizado por colaboradores de Clínicas de la Audición, pudo demostrarse la mayor rentabilidad y duración de los protectores auditivos hechos a la medida. El estudio se realizó en un grupo de 323 trabajadores expuestos a niveles de ruido superiores a 85 dB durante su jornada laboral, a quienes se dotó de protectores a la medida Biopor. Como conclusión del seguimiento realizado hasta junio del 2007, los protectores auditivos deben ser vistos como una inversión a mediano plazo, dada su gran durabilidad en comparación con los demás tipos de protección auditiva existente. (Ver cuadro 2)

Cuadro 2. Seguimiento en 3 años de la rentabilidad de los distintos tipos de protectores auditivos.

| Tipo de protector | Precio unitario en colones | Inversión anual | Inversión en tres años |
|--------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Estándar de espuma | 97 | Uno diario por 306 días, 29 682 | 89 046 |
| Estándar silicona | 389 | Dos por mes, 9 336 colones | 28 008 |
| Anatómico Biopor | 24 000 | 24 000 | 24 000 |
| Orejeras | 3 200 | Cuatro al año 12 800 colones | 38 400 |

Conclusión

Existen muchos tipos de protectores auditivos que se ajustan a las diferentes necesidades de los trabajadores y los procesos de producción dentro de las empresas. El audiólogo debe dominar con claridad todos los aspectos relacionados con la protección auditiva para poder brindar la adecuada asesoría en la implementación del equipo de protección auditiva.

El protector auditivo a la medida, es una alternativa muy importante que los audiólogos poseemos para el control del ruido ocupacional y es un campo a explotar para la conservación de la salud auditiva de las personas en nuestro país.

Dadas las muchas ventajas y pocos inconvenientes que los protectores auditivos hechos a la medida brindan, es necesario trabajar más en la divulgación de su existencia, especialmente porque mejoran la comodidad del trabajador, tienen una vida útil mucho más larga y ahorran dinero a la empresa.

Referencias Bibliográficas

¹ Stach, Brad. Comprehensive Dictionary of Audiology. Williams & Wilkins. Baltimore, Maryland. 1997

² The Hearing Review. Occupational Hearing Testing and Conservation. Fladmark. Vol. 6 No. 9, 1999. Págs. 16

³ Poblano et al. Temas Básicos de Audiología. Editorial Trillas. México D.F. 2003. Págs. 253, 254

⁴ Salesa, Perelló y Bonavida. Tratado de Audiología. Editorial Masson. Barcelona. 2006. Págs. 184, 185

Protección auditiva.

Juan Carlos Olmo
Audiólogo
2007

Objetivos:

4. Dar a conocer las formas de suma de decibelios
5. Mostrar los métodos para el cálculo de la protección auditiva real
6. Exponer la influencia de la distancia en la propagación de la energía sonora

Sumario

Se define la protección auditiva¹ como la amplia categoría de dispositivos y técnicas diseñadas para atenuar los niveles perniciosos de ruido.

Cuando se detecta que un individuo se encuentra expuesto a niveles de ruido excesivos, esta persona deberá utilizar protección auditiva. Existen varios tipos de protección auditiva personal en el mercado, las orejeras, los protectores estándar y los hechos a la medida. Cada protector auditivo de los distintos fabricantes está estandarizado con un factor calculado que se conoce como factor de reducción de ruido (NRR) Una orejera típica tiene un NRR de 20 a 24 decibelios y un protector estándar de espuma típico oscila entre los 26 a 34 decibelios. Debido a que los estudios para determinación de los niveles de exposición a ruido se miden utilizando la escala de ponderación A y el factor de corrección se efectúa mediante la combinación del análisis de bandas de octava y la medición en la escala C, se requiere utilizar un factor de corrección cuando se calcula el efecto real de protección auditiva. Este factor de corrección es -7. Para calcular el factor de atenuación corregido NRR de un protector auditivo se utiliza la siguiente fórmula:

$NRR - 7$

Si un trabajador está expuesto a 115 decibelios promedio en una jornada laboral de 8 horas y los protectores que utiliza tienen un NRR de 30 decibelios, entonces el nivel de exposición a ruido es de:

$$115 \text{ dB} - (30\text{dB} - 7 \text{ dB}) = 92 \text{ dB}$$

El trabajador en este ejemplo aún se encuentra expuesto a niveles de ruido por encima del nivel permisible según OSHA, por lo tanto deberán tomarse las medidas de ingeniería y administrativas o bien seleccionar otro tipo de protección auditiva.

Es importante enfatizar que estos cálculos son únicamente válidos si el protector auditivo está colocado correctamente. Se deberá utilizar un factor de corrección adicional para compensar las imperfecciones de la adaptación. Un factor conservador sería dividir el resultado después de aplicar la corrección de -7 dividiendo el NRR entre 2. Debe anotarse aquí que la división entre dos no es una regla de las regulaciones de OSHA, sirve únicamente como una guía adicional.

Para el cálculo de la exposición a niveles de presión sonora con protección auditiva, tomando en cuenta las imperfecciones de ajuste del protector en el canal auditivo del usuario se utilizará la siguiente fórmula:

Nivel Promedio de Exposición (LEQ) – (Factor de Reducción del protector NRR – 7 dB) / 2.

La suma de decibelios.

Los decibeles no pueden ser sumados como se hace con otros números. Por ejemplo 90 dB + 90 dB no son 180 dB. Para sumar decibelios es necesario valerse de la siguiente tabla:

Tabla 1. Tabla de suma de decibelios.

Si la diferencia entre dos niveles a ser adicionados es:

| | |
|-------------|---------------------------------------|
| De 0 a 1 dB | Entonces sume 3 dB al número más alto |
| 2 a 3 dB | Sume 2 dB al número más alto |
| 4 a 7 dB | Sume 1 dB al número más alto |
| 8 dB o más | No sume dB |
| | |

La diferencia entre dos números a ser sumados es 0, entonces tendremos por ejemplo: 90 dB + 90 dB = 93 dB. Si se van a sumar más de dos niveles de intensidad, estos deberán ordenarse en pares como lo ilustra el siguiente ejemplo:

| | |
|-------------------|---------------------------|
| 92+90+89+88+80+75 | |
| 94+89+88+80+75 | 92+90= 94 dif =2 sume dos |
| 95+88+80+75 | 94+89=95 dif =5 sume uno |
| 96+80+75 | 95+88=96 dif =7 sume uno |
| 96+75 | 96+80=96 dif =7 sume 0 |
| 96 | 96+75=96 dif =7 sume 0 |

Todos los niveles a ser sumados están ordenados en forma descendente, los niveles restantes pueden ser ignorados cuando la diferencia llega a ocho o más.

Utilizando este método se tiene una exactitud de 1 dB, lo cual es generalmente adecuado para mediciones de ruido ocupacional. Si se requiere mayor exactitud, deberá utilizarse el gráfico 1. Cuando se utiliza el gráfico allí representado, primero se debe buscarla diferencia entre dos niveles a ser sumados en el eje de las equis (X), se traza una línea vertical en el gráfico. Cuando la línea vertical cruza el gráfico, dibuje una línea horizontal en él, Donde la línea vertical cruce el gráfico, dibuje una línea horizontal en el eje para encontrar el nivel a sumar al nivel en dB más alto de los dos. El resultado del ejemplo anterior utilizando el gráfico es de 96.4.

Gráfico 1. Suma de decibelios

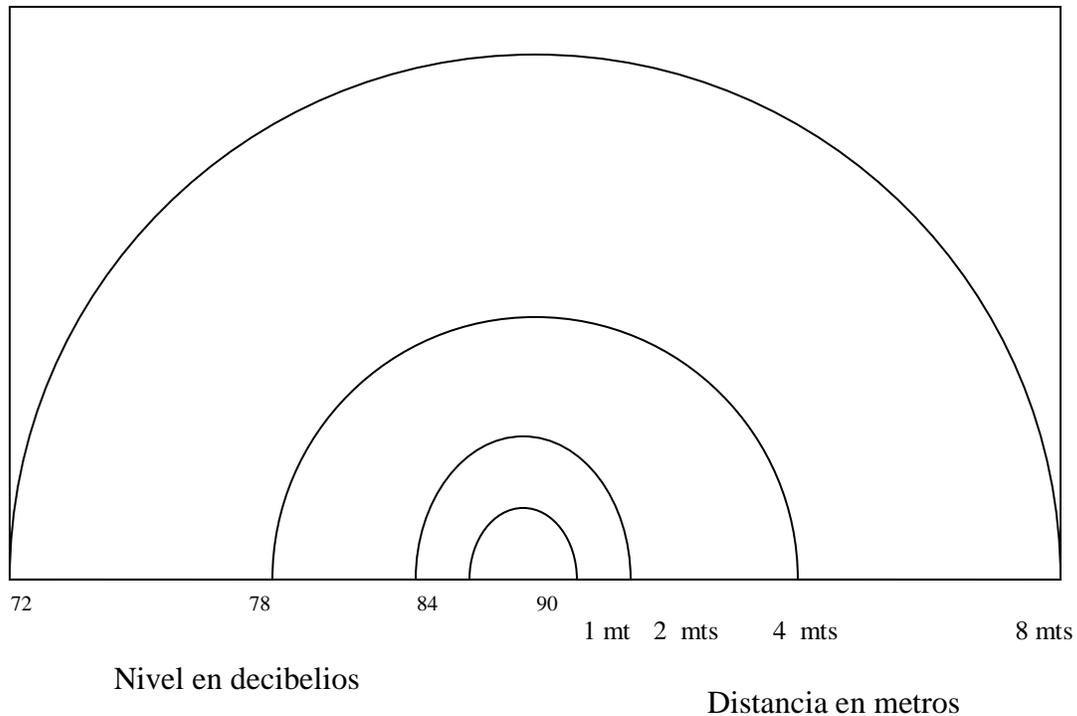


La atenuación del sonido en función de la distancia.²

La atenuación de un sonido en el aire es de -6 dB por el doble de la distancia. En la figura 1 se muestra el efecto del doble de la distancia. Si un sonido tiene un nivel de 90 dB a 1 metro, el nivel a dos metros será de 84 decibeles y así sucesivamente.

Nótese que esta regla solamente aplica en campo libre y cuando la distancia es mayor a un metro. En un espacio confinado, cualquiera de los objetos presentes va a reflejar o absorber las ondas sonoras, alterando las reglas de la atenuación en función de la distancia. (ver figura 1)

Figura 1. Atenuación en función de la distancia.



Conclusiones

Es necesario conocer con precisión la forma en que se suman decibeles, los efectos de la distancia en la medición de ruido y todos los factores que afectan la objetividad de las mediciones del nivel de reducción de ruido.

Los fabricantes de protectores aportan datos de atenuación de sus productos los cuales están regulados con distintos procedimientos por lo que al dotar de protección auditiva se deberá aplicar las fórmulas de cálculo de protección más rigurosas para asegurar la máxima protección de los trabajadores.

Referencias bibliográficas

¹ Stach, Brad. **Comprehensive Dictionary of Audiology**. Williams & Wilkins. EEUU, 1997

2 Curso Básico de Medición de Ruido y Dosimetría. Quest Electronics. Febrero, 1990.
OSHA instruction CPL 2.2.20B

Instrucciones de uso y cuidado de los protectores auditivos anatómicos Biopor

Estimado colaborador:

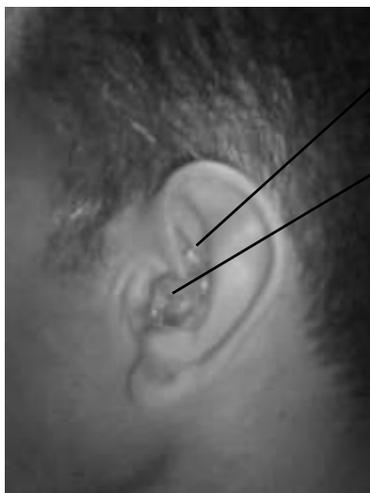
Está usted recibiendo lo mejor en protección auditiva hecho a la medida de su oído, las orejas son como las huellas digitales, ni siquiera en la misma persona tienen la misma forma de un lado y otro, por lo tanto, el equipo de protección auditiva es totalmente personalizado.



El equipo de protección auditiva debe utilizarse todo el tiempo que dure la exposición a ruido, nunca debe ser retirado del oído si usted se encuentra en el área señalada de riesgo.

La limpieza del protector auditivo, debe realizarse diariamente con agua fría y jabón suave para manos. No utilizar agua caliente, ni abrasivos como alcohol, ya que estas sustancias pueden dañar el protector o irritar la piel del oído.

Colocación correcta del protector auditivo



Extremo del hélix dentro de la oreja

Canal auditivo

La correcta colocación brinda la mejor protección de su oído, la colocación incorrecta permite filtración del ruido, recuerde que el daño auditivo inducido por ruido es incurable.

La garantía del protector cubre defectos de fabricación hasta por seis meses, no dude en comunicarse con el personal de enfermería ante cualquier situación anómala o defecto que encuentre en sus protectores.

Para retirar el protector haga un leve masaje en la oreja y luego tómelo con el dedo pulgar e índice y sáquelo del oído, **no tire del cordón para extraer el protector ya que este podría dañarse.**
