

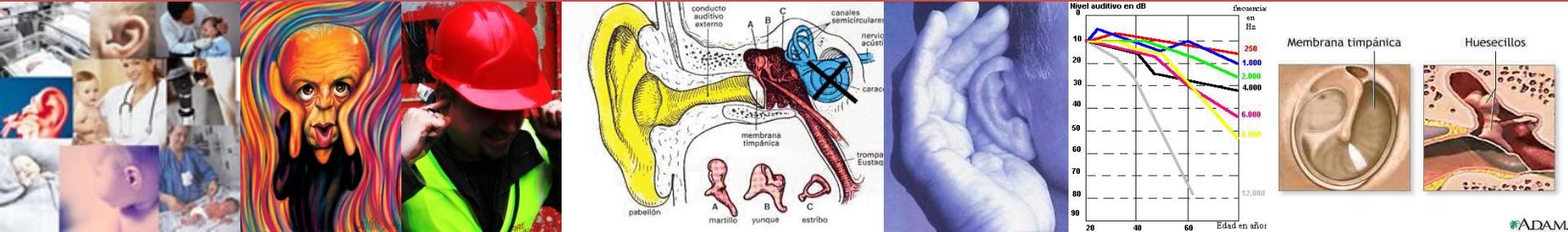
# El Ruido y sus efectos en la salud

Jornada Técnica NOMAD  
sobre el ruido en máquinas  
28 de Noviembre de 2013

BILBAO

## La sordera profesional y otros efectos

*Dr. Pedro Pablo Uriarte Astarloa  
Subdirector de Planificación de Osalan*





# El oído

## Órgano de la audición y del equilibrio

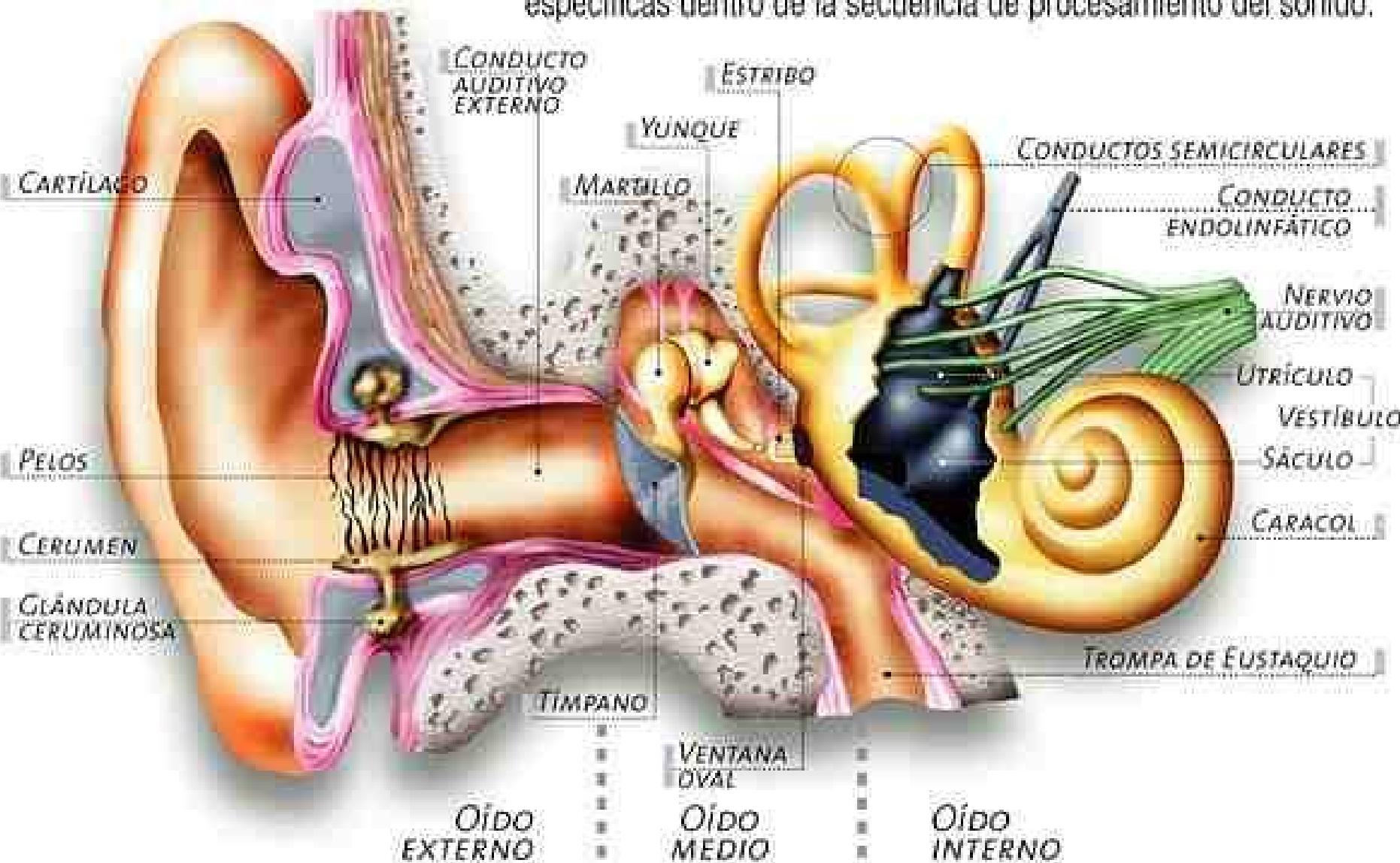
Tiene tres partes muy diferenciadas:

- **Oído externo:**
  - Pabellón auricular
  - Conducto auditivo externo, limitado internamente por el tímpano
- **Oído medio:**
  - Caja del tímpano con la cadena de huesecillos
  - Trompa de Eustaquio
  - La mastoides
- **Oído interno:**
  - Laberinto anterior (cóclea o caracol)
  - Laberinto posterior, del equilibrio

# El oído



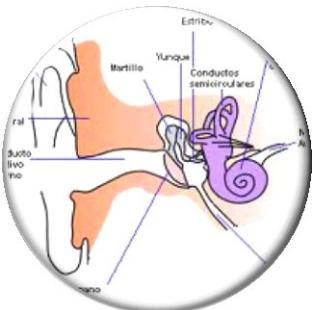
Una de las funciones principales del oído es la de convertir las ondas sonoras en vibraciones que estimulen las células nerviosas, para ello el oído tiene tres partes claramente identificadas. Estas secciones están interconectadas y son el oído externo, el medio y el interno. Cada parte tiene funciones específicas dentro de la secuencia de procesamiento del sonido.



# El oído externo



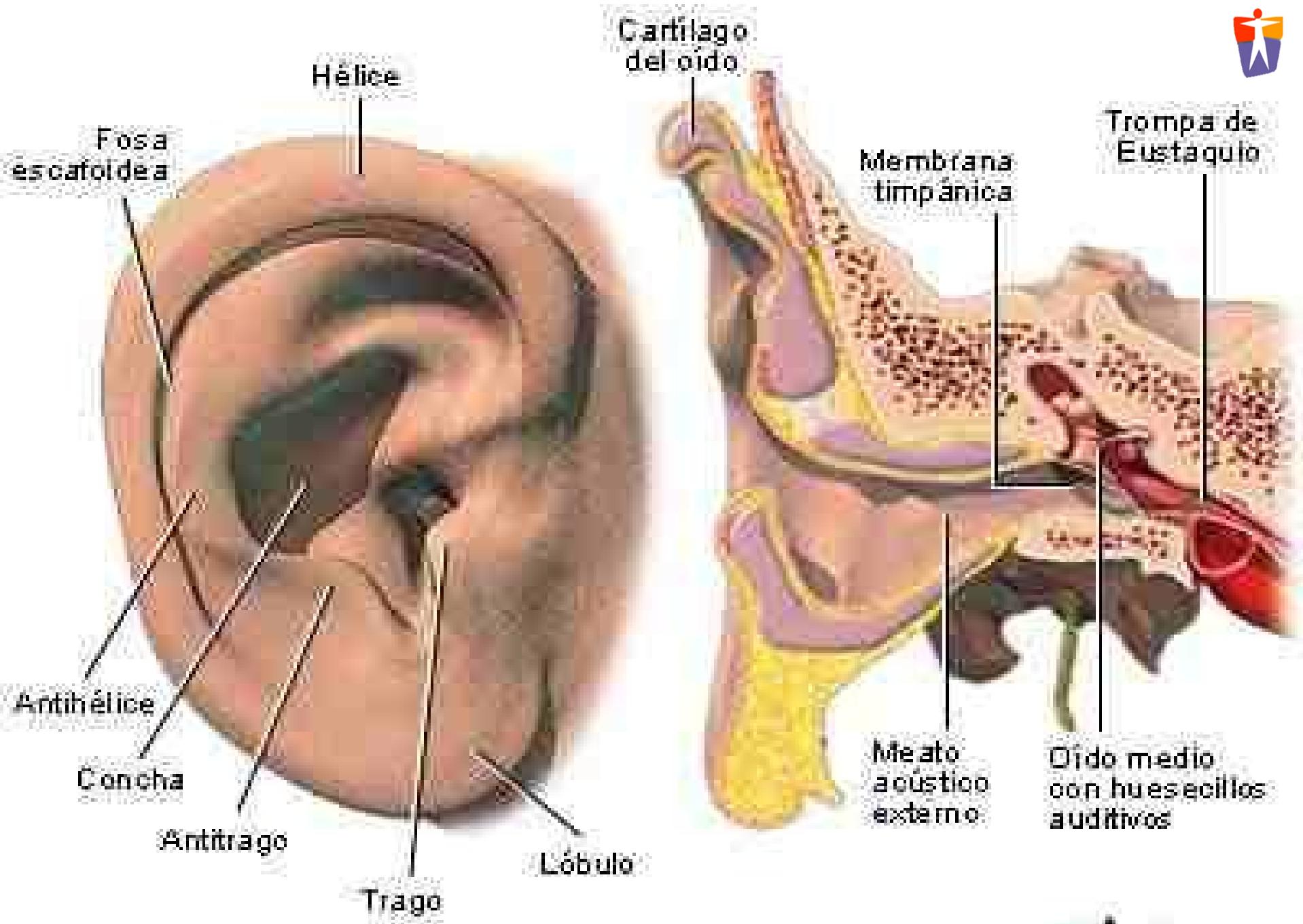
Está formado por la parte diseñada para captar mejor el sonido: el pabellón auricular. Sus recovecos captan mejor las ondas sonoras.



Se continúa hacia dentro por el CAE o conducto auditivo externo, de 2,5 a 3 cm, que llega hasta la membrana timpánica.



Está lleno pelillos en su parte exterior de y glándulas que segregan cerumen para retener partículas



# El tímpano

Es la frontera natural entre el conducto auditivo externo y el oído interno

Es parte fundamental en la audición

Consta de dos partes diferenciadas

- Pars flácida
- Pars tensa, más extensa

En él se ancla el mango del martillo, primer huesecillo de la cadena





# La caja del tímpano



## La caja del tímpano

Después del martillo, anclado al tímpano, se articulan el yunque y el estribo. Los tres huesecillos que forman la cadena

Este último se engarza a la ventana oval, que comunica con el oído interno

Los huesecillos están anclados a la caja por musculillos y ligamentos.

Estos músculos (el del martillo y del estribo), tienen una enorme importancia defensiva frente a estímulos sonoros altos.



# El oído interno

## El oído interno

Comienza en la ventana oval.

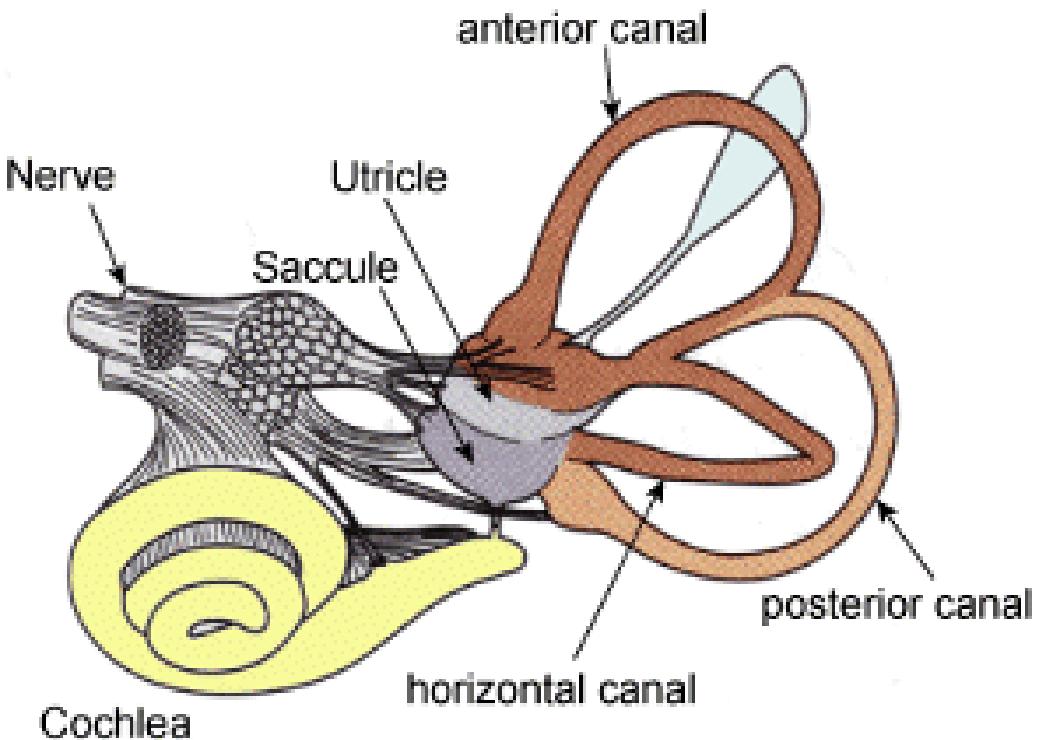
Protegido por el peñasco del hueso temporal.

También denominado laberinto por su complejidad

Tiene dos partes:

Una anterior: Auditiva

Otra posterior: Del equilibrio



# El caracol o cóclea

## La cóclea

Es el órgano auditivo por excelencia

Es como el caparazón de un caracol con dos vueltas y 3/4 de espira

Transforma la energía mecánica del sonido en energía neuroeléctrica

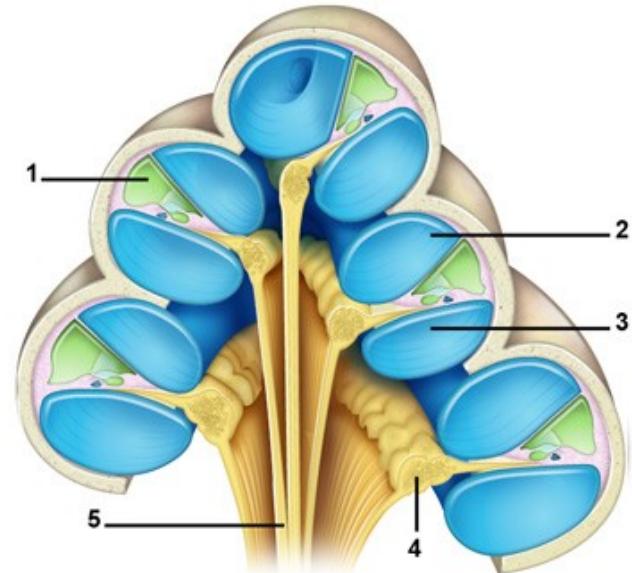
El conducto tiene tres partes: o rampas:

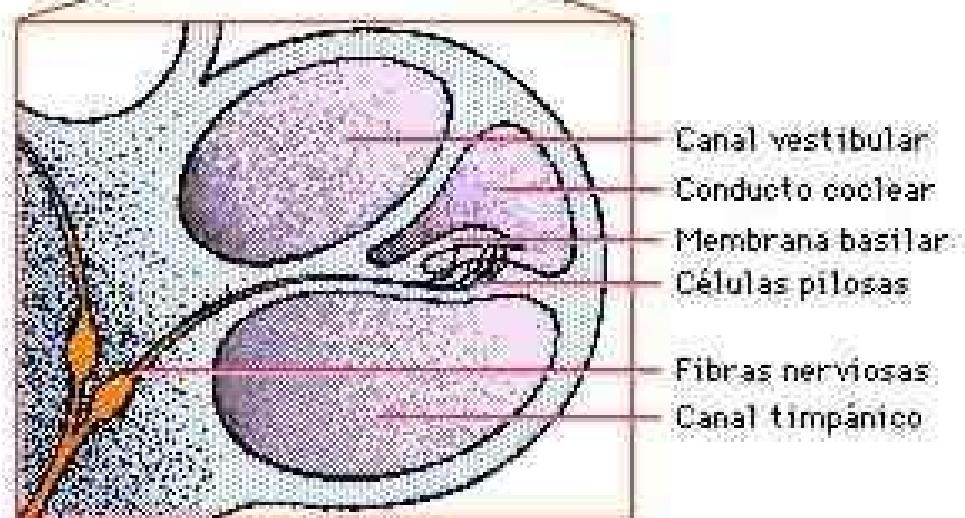
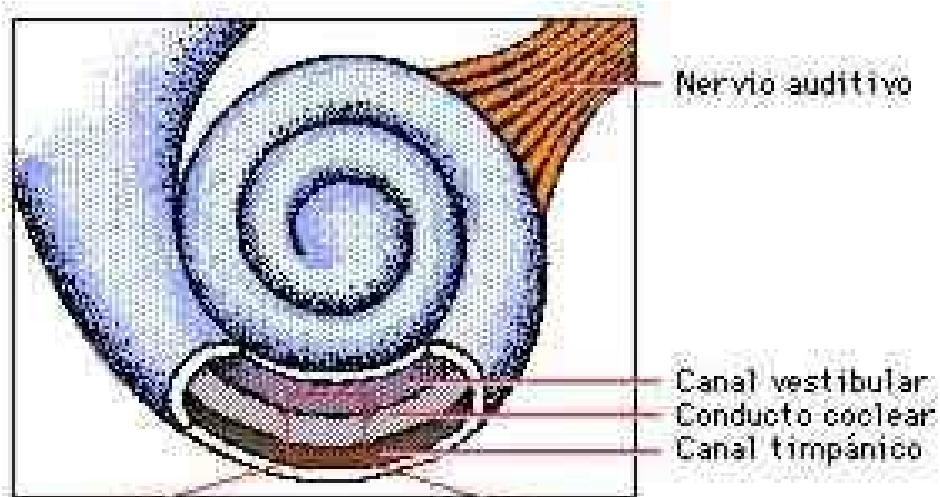
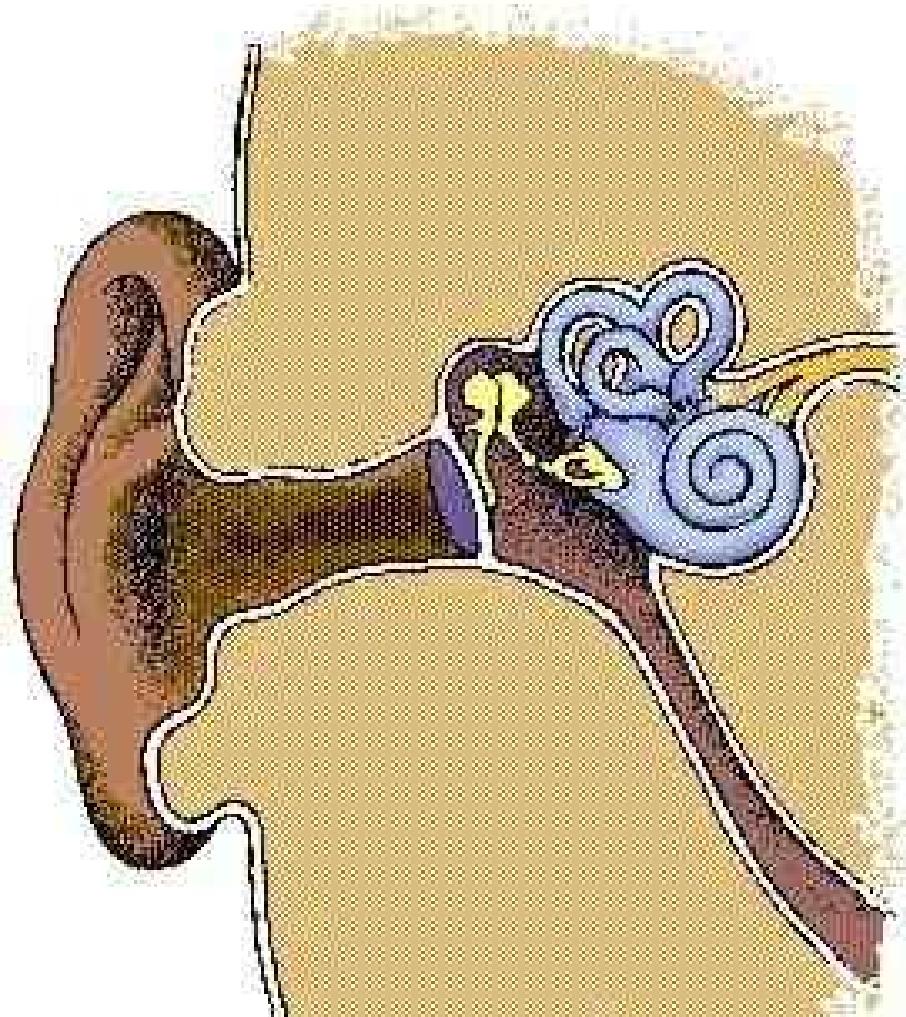
Superior o vestibular

Inferior o timpánica

Media o conducto coclear

En éste reside el órgano de Corti, con las neuronas auditivas situadas en la membrana basilar.





## Helicotrema ( unión entre las escalas vestibular y timpánica )

Escala vestibular

Escala media

Escala timpánica

nervio auditivo



Hacia la ventana  
redonda

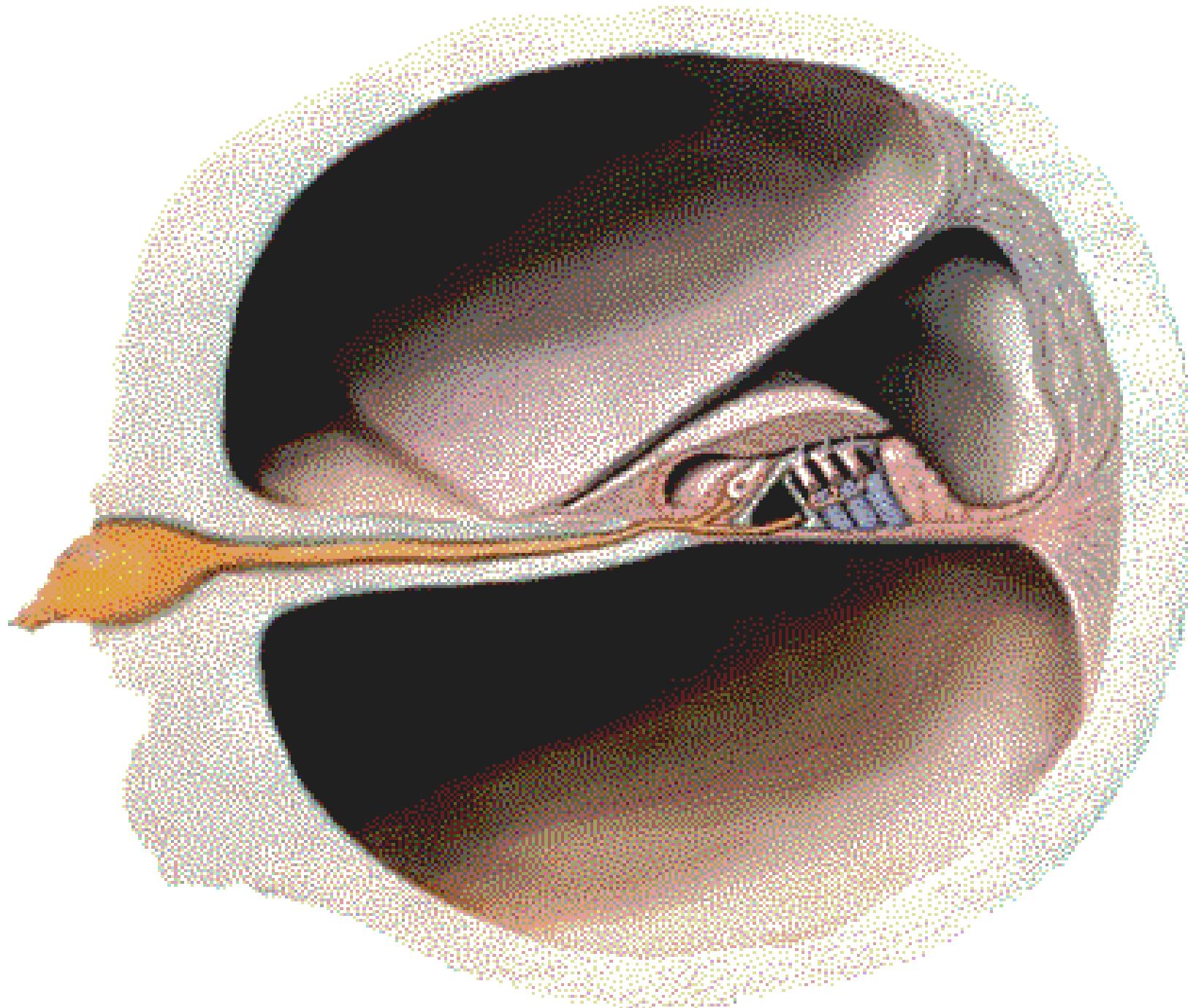
Membrana de  
Reissner

Organ de corti

Membrana basilar

De la ventana oval





# El órgano de Corti

## El órgano de Corti

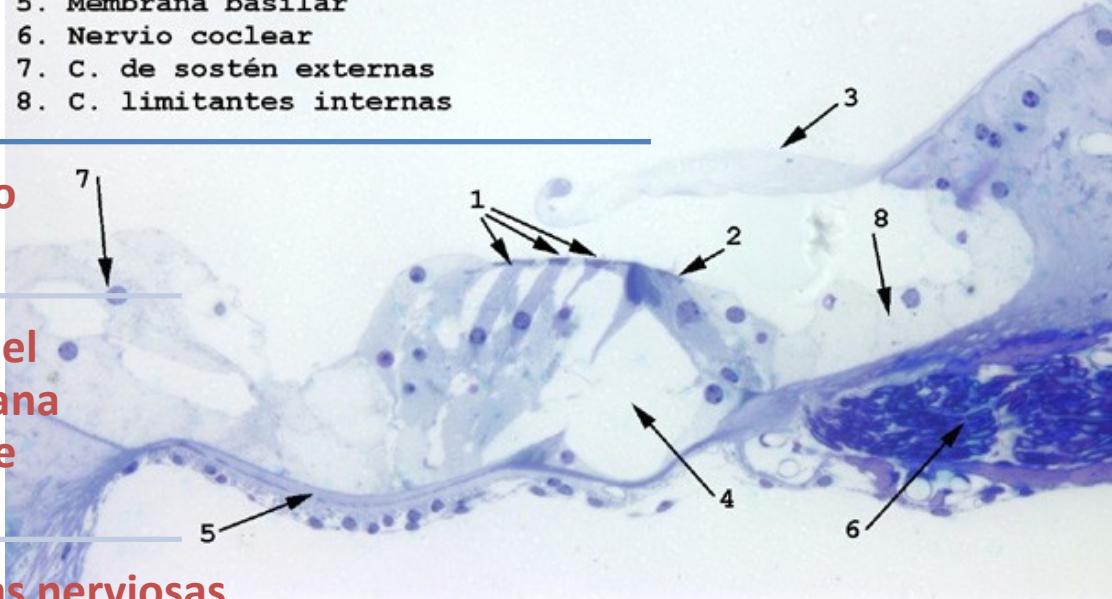
El es el verdadero órgano auditivo

Situado a todo lo largo del caracol, entre la membrana basilar y la membrana de Reissner

Tiene una serie de células nerviosas ciliadas (3 filas externas y una fila interna) muy especializadas

Estas neuronas trasforman la energía mecánica del sonido en eléctrica (impulso nervioso), que llega hasta el cerebro a través del nervio auditivo (VIII par craneal)

- ORGANO DE CORTI 400x
1. C. ciliadas externas
  2. C. ciliadas internas
  3. Membrana tectoria
  4. Túnel de Corti
  5. Membrana basilar
  6. Nervio coclear
  7. C. de sostén externas
  8. C. limitantes internas





# ¿Cuál es la función de cada parte?

## El oído externo

- Función de captación y transmisión del sonido

## El oído medio

- Función de transmisión y amplificación del sonido

## El oído interno

- Función de conversión de energía mecánica a eléctrica y conducir los impulsos al cerebro

## Cerebro

- Función de decodificación e interpretación de los sonidos

# El sonido en el oído externo

## ¿Cómo actúa el oído externo?

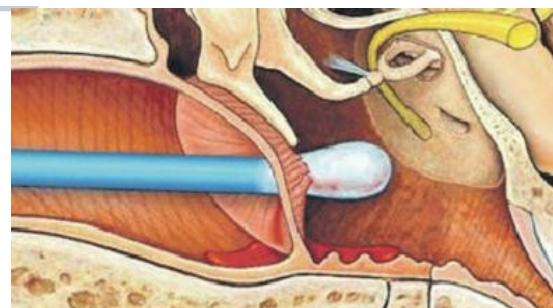
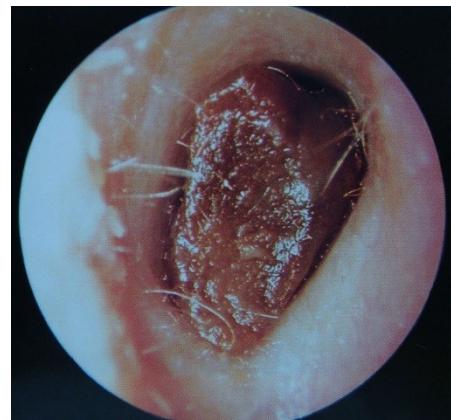
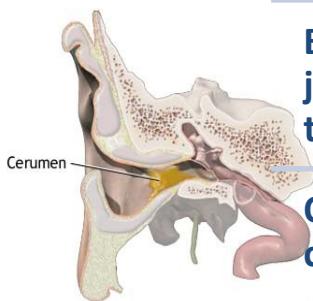
El objetivo del pabellón auricular es el de captar mejor las ondas sonoras para trasmitirlo al CAE.

En el conjunto del oído externo se amplifica el sonido (unos 20 dB para las frecuencias medias)

Las patologías que originan amputación del pabellón auricular u obstrucción del CAE favorecen la aparición de una hipoacusia de transmisión.

En ciertos trabajos se favorece la hipersecreción de cerumen y junto con los pelillos puede dar lugar a la aparición de tapones, disminuyendo la audición.

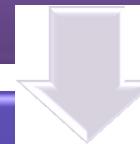
Ojo con intentar extraer el exceso de cerumen o los tapones con utensilios punzantes o por personal no experto.





# El sonido en el tímpano y el oído medio

El sonido impacta con la membrana timpánica, que vibra.



Esta vibración se transmite a la cadena de huesecillos: martillo (anclado al tímpano), yunque y estribo (anclado en la ventana oval).



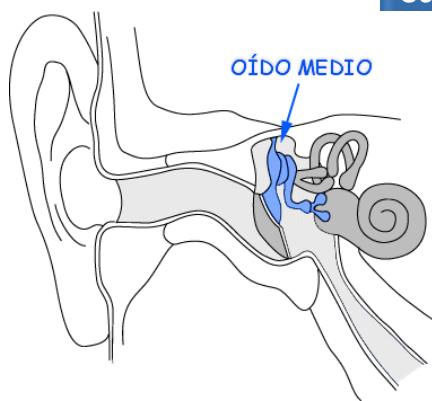
El sonido se amplifica hasta en 20 veces en el oído medio.



Los huesecillos están protegidos y anclados a las paredes del OM por unos músculos diminutos que se contraen cuando por vía refleja detectan un fuerte impacto sonoro. Estos músculos protegen la cadena de huesecillos y evitan lesiones.



Es fundamental la actuación de la trompa de Eustaquio que aírea el OM y mantiene el equilibrio de presiones.

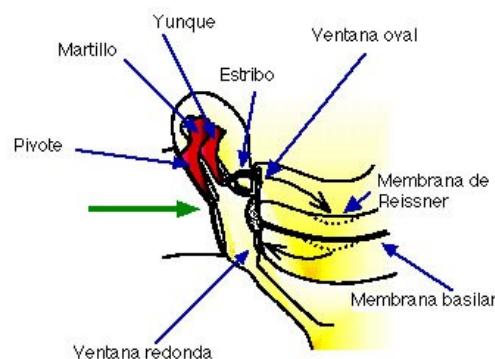
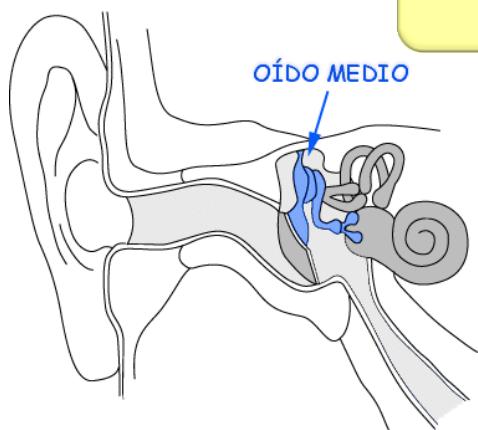


# El sonido en el tímpano y el oído medio

La cadena de huesecillos actúa como una palanca que potencia el sonido, con una ganancia de 1.3

Si lo relacionamos con las superficies de las ventanas oval y redonda, la ganancia resultante es de 20 veces más de potencia sonora.

$$\frac{\text{Presión en la ventana oval}}{\text{Presión en la ventana redonda}} = \frac{1,3 \times 0,6}{0,04} = 20$$



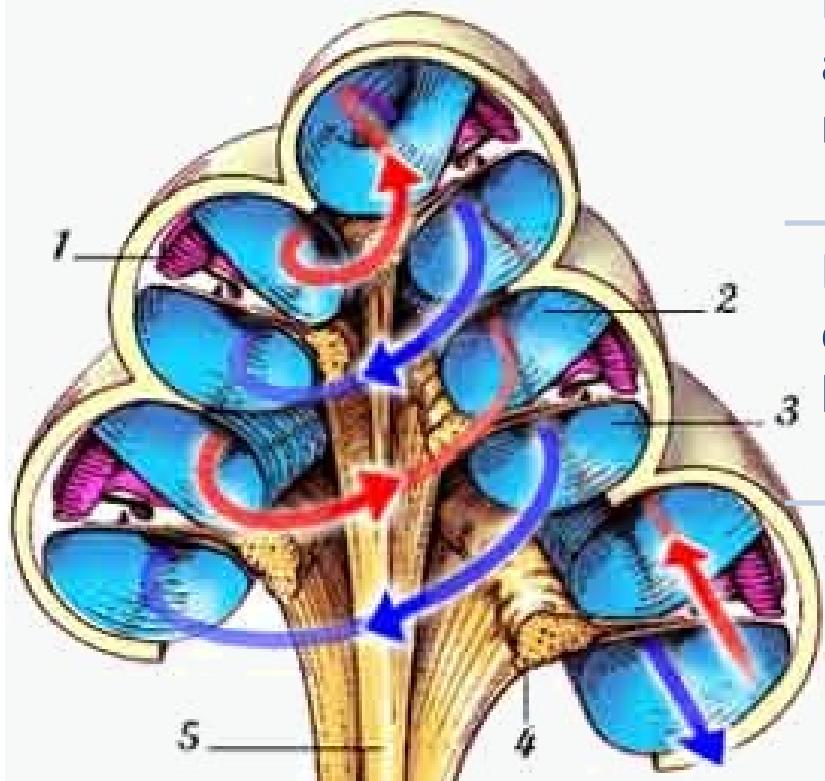
# El sonido en el caracol

## El sonido en el caracol

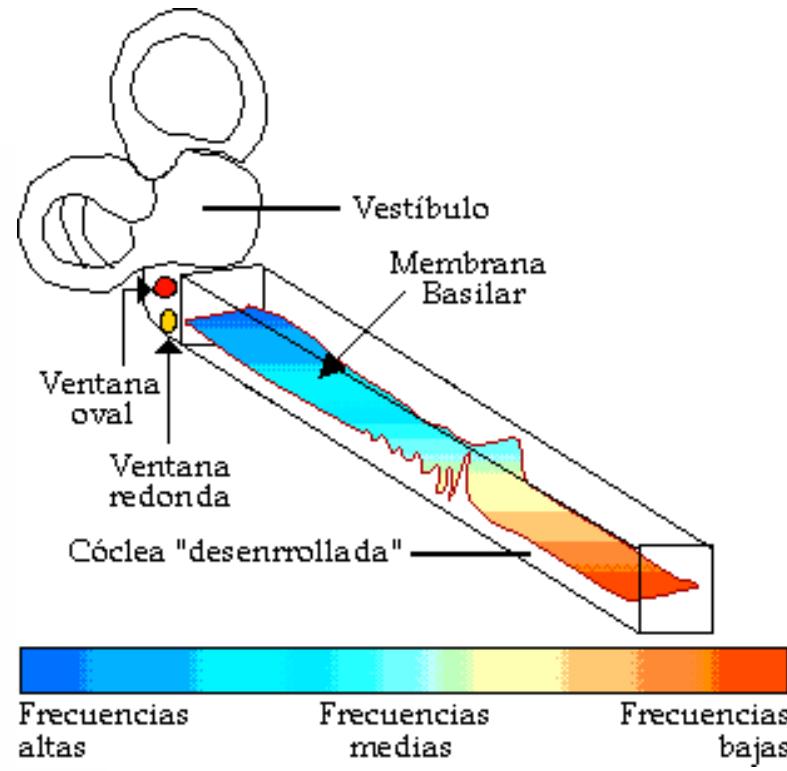
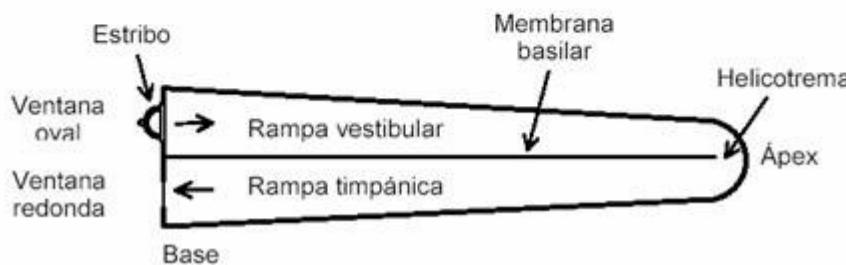
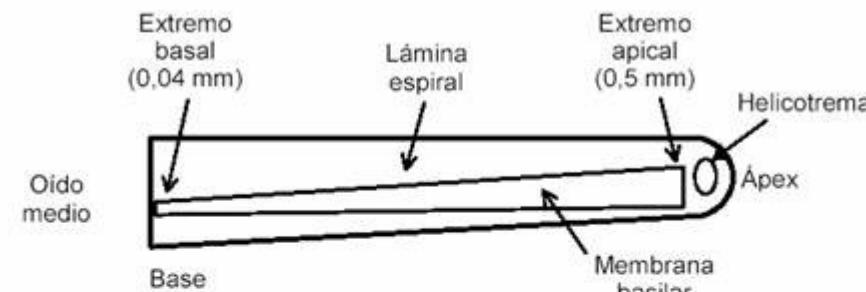
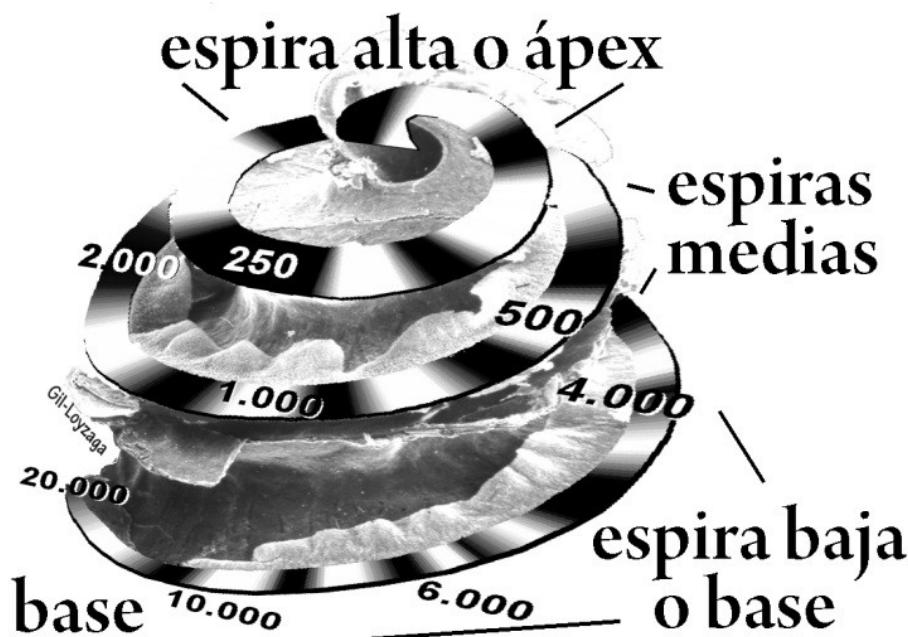
El oído humano puede captar sonidos con unas frecuencias que oscilan entre los 30 y los 20.000 Hz.

Las frecuencias bajas se captan en el ápice del caracol, las medias en su zona media y las altas en su parte más inferior.

La rampa vestibular y la timpánica se comunican en su parte más apical por el helicotrema



## Trasmisión del sonido por el caracol

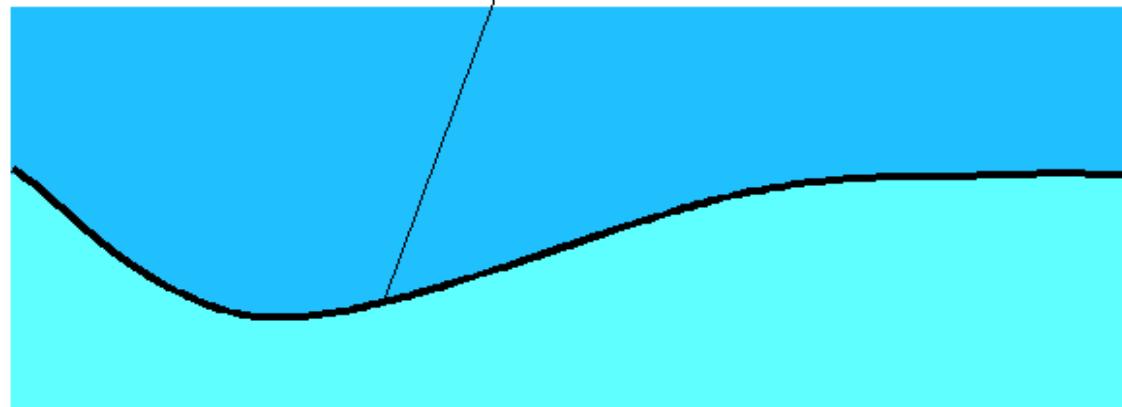




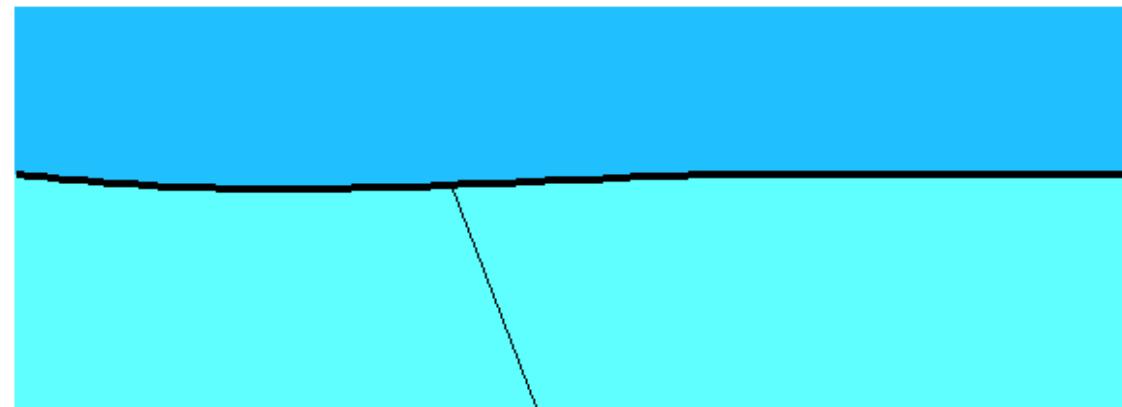
**Base del  
caracol**

**Membrana  
basilar**

**Ápice del  
caracol**



**SONIDO  
AGUDO**



**SONIDO  
GRAVE**

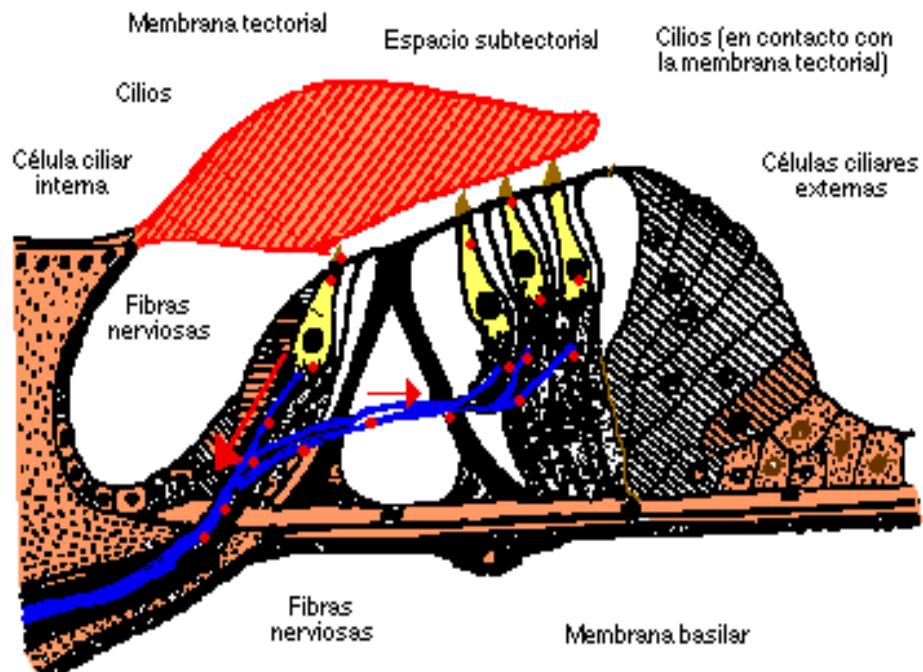
**Base del  
caracol**

**Membrana  
basilar**

**Ápice del  
caracol**

# El sonido en el oído interno

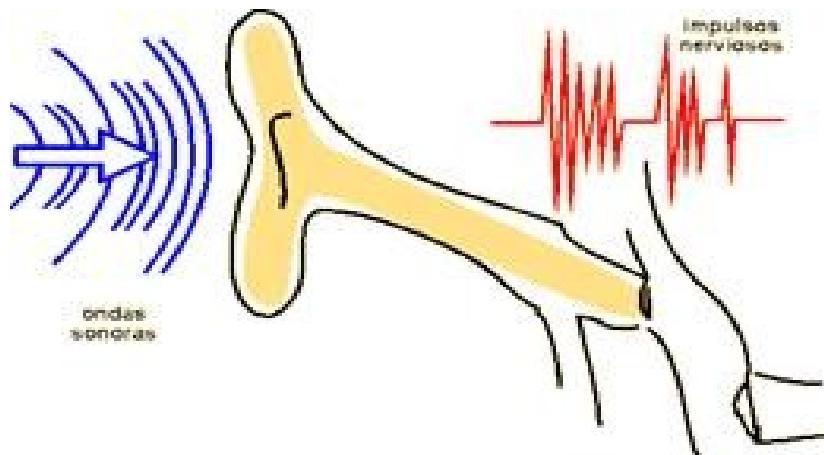
## El sonido en el oído interno y órgano de Corti



El sonido entra por la rampa timpánica y vuelve por la rampa vestibular.

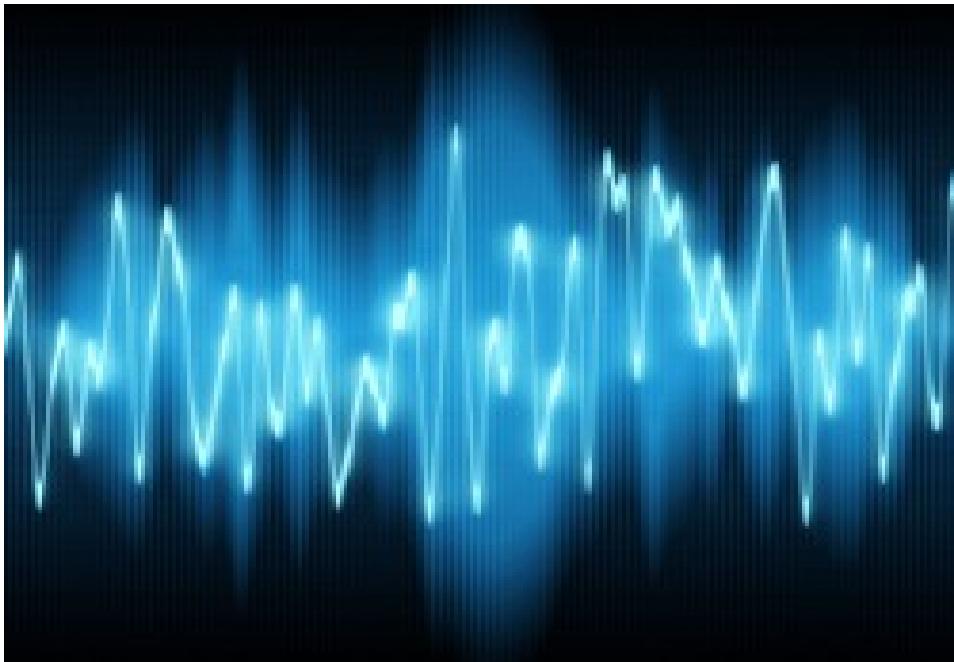
El órgano de Corti vibra según la frecuencia de los sonidos.

La membrana tectoria roza con los cilios de las neuronas especializadas del órgano de Corti.



# El sonido en el oído interno

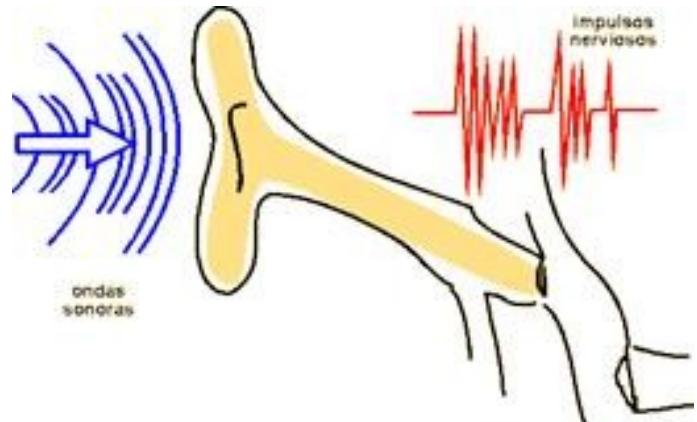
## Impulsos neurológicos auditivos

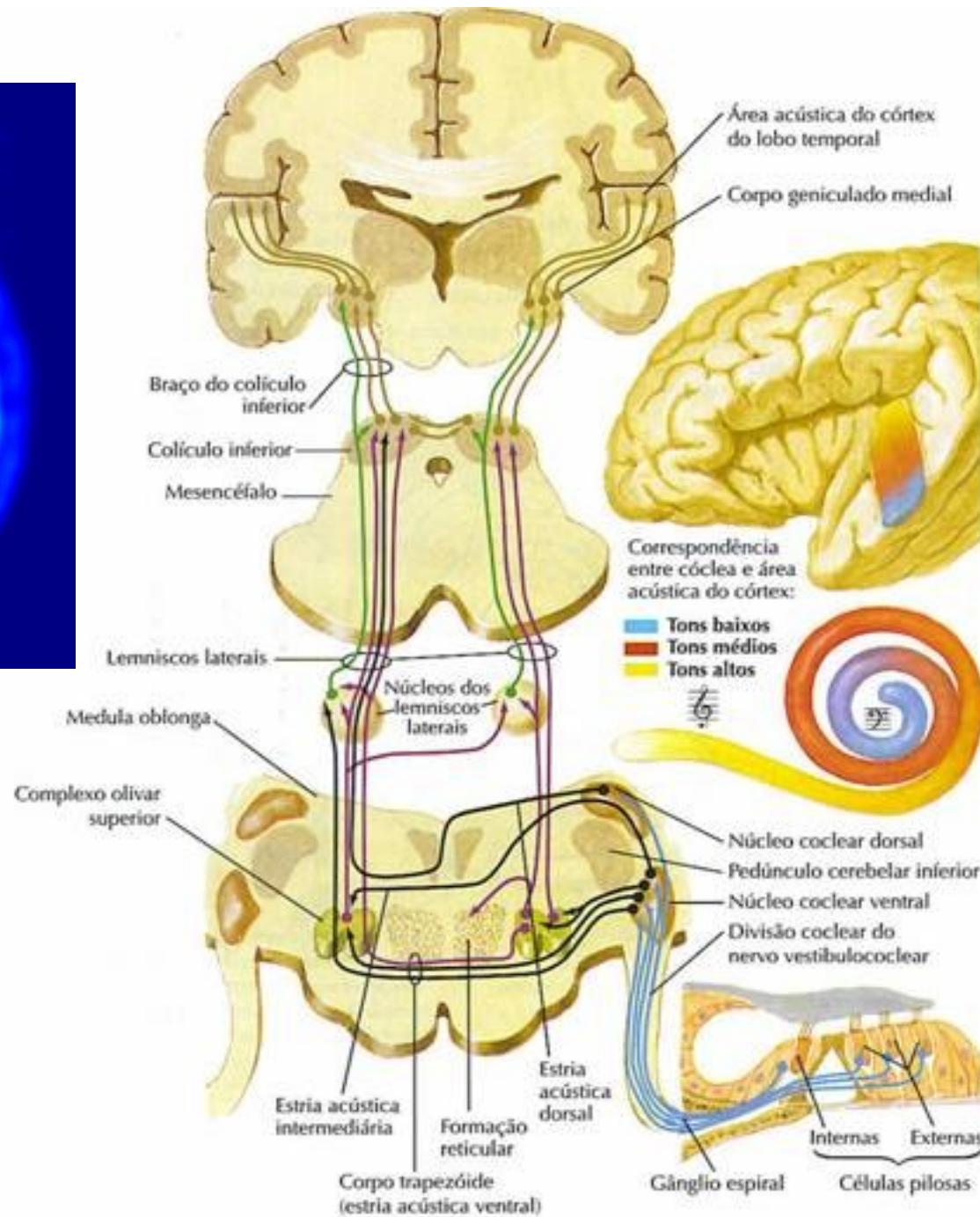
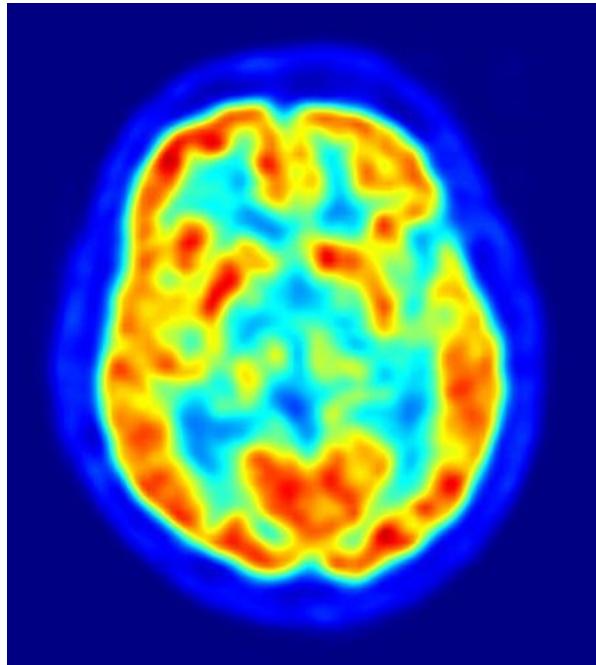


Se produce una estimulación neuroquímica en las filas de neuronas.

Este estímulo de roce produce una corriente nerviosa que a través del nervio auditivo llega al cerebro

En definitiva, la presión sonora se ha convertido en una onda eléctrica que se transmite al cerebro por el nervio auditivo (VIII par)





# El sonido en el cerebro

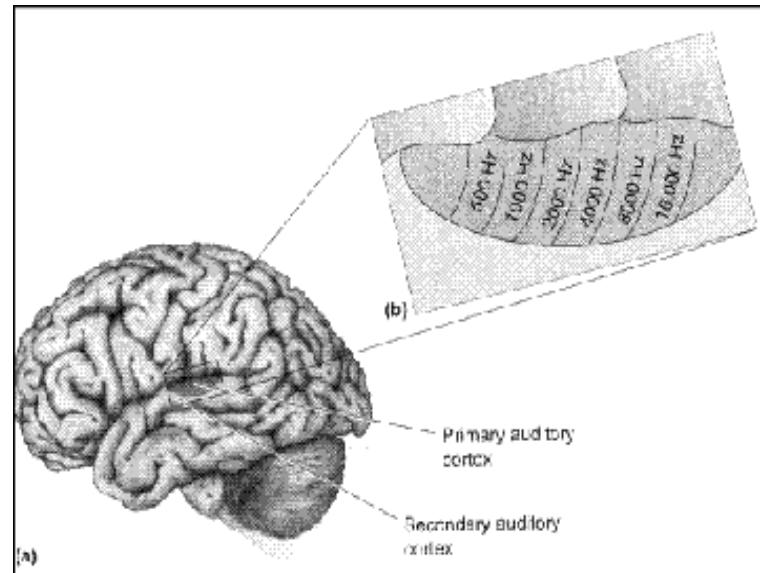
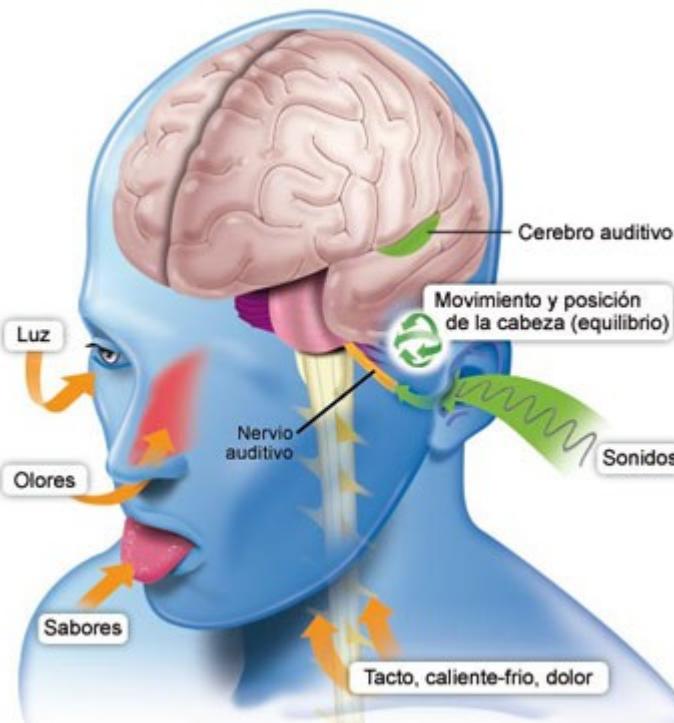


## Sonido y cerebro

Llegan al cerebro los impulsos neurológicos sonoros. Zona de la cisura de Silvio

Se produce una decodificación de los impulsos

Se interpretan los impulsos neurológicos según sus características.



# La fisiología de la audición





# Mecanismo de acción etiopatogénica

## Mecanismo de lesión

Lesiones a nivel de la membrana basilar

Degeneran las células ciliadas externas y las de sostén de Deiters

En función de factores:

La intensidad del ruido

El tiempo de exposición

La frecuencia del ruido

La naturaleza del ruido

La susceptibilidad individual





# La susceptibilidad individual

## La edad

- **Peor en la edad media de la vida**
- **Se acumula a la presbiacusia**

## Enfermedades del oído medio

- **Producen hipoacusias de transmisión**
- **Más posibilidad y facilidad de daño auditivo**

## Enfermedades del oído interno

- **Mayor fragilidad coclear**

## Enfermedades neurológicas

- **Antecedentes de meningitis y traumatismos craneales**

## Antecedentes familiares

- **Predisposición familiar a sordera precoz**



# Efectos clínicos del ruido sobre la audición

## 1 Enmascaramiento de la audición

Oímos mal con ruido ambiental

Obliga a forzar la voz



## 2 Fatiga auditiva

Descenso transitorio de la capacidad auditiva

Hay recuperación tras el descanso, no hay lesión coclear



## 3 Hipoacusia permanente inicial

Comienza a establecerse en frecuencias de 4000 a 6000 Hz. No hay afectación de la vida social

Hay lesión coclear



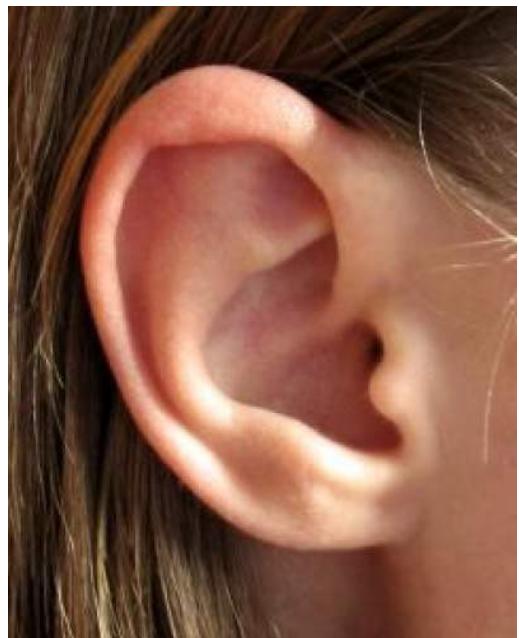
## 4 Hipoacusia permanente avanzada

Hay ya afectación social de la audición

Es irrecuperable y discapacitante



# Características de la hipoacusia por ruido



Tímpano normal

Bilateralidad

Irreversible

Descenso vía aérea

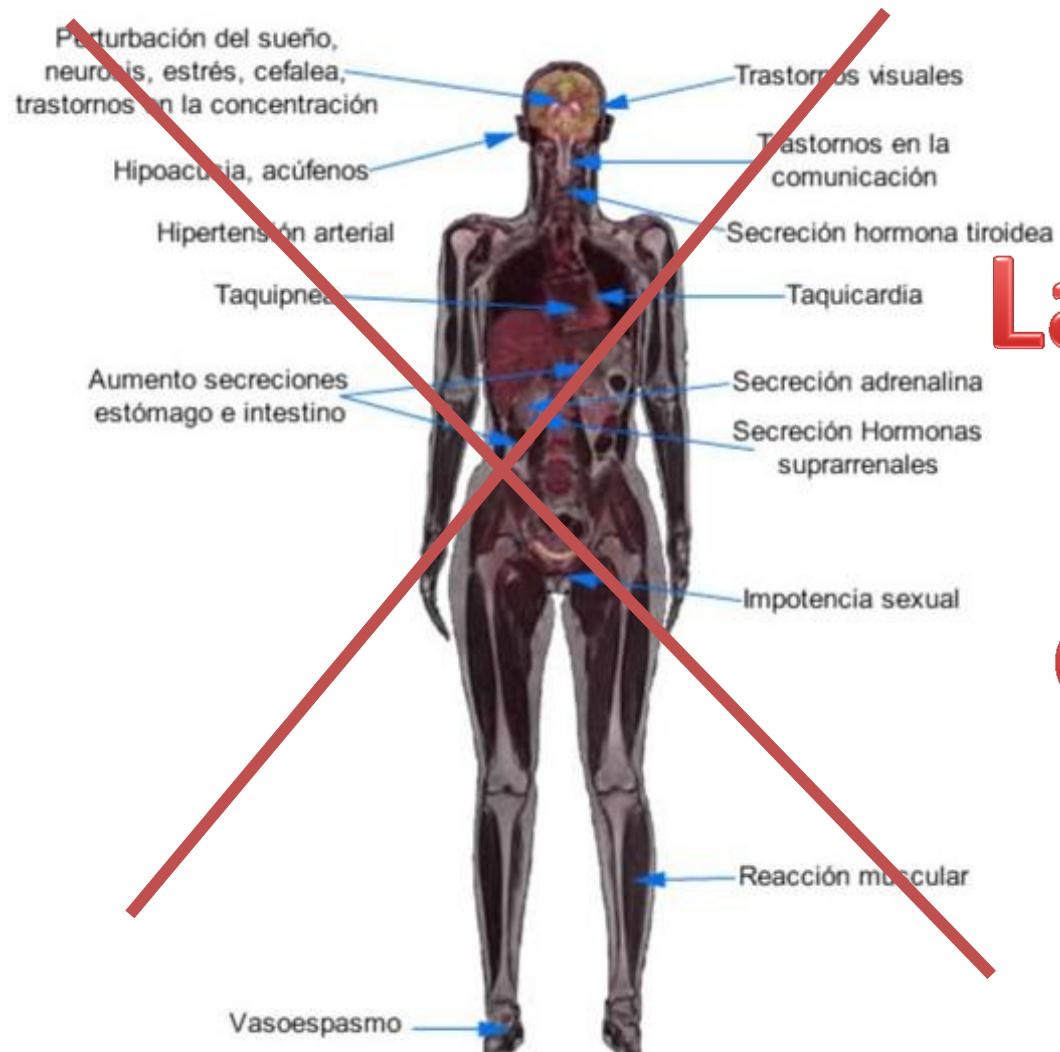
Descenso vía ósea

Descenso de ambas vías paralelo

A veces: Síndrome vestibular y acúfenos



# Efectos extrauditivos del ruido



**Las hipótesis  
no son  
evidencias**



# Ruido y agentes químicos y físicos

## Disolventes ototóxicos

- Efectos independientes pero posiblemente aditivos en exposición conjunta
- Etilbenceno, estireno, tolueno, tricloroetileno....

## Agentes asfixiantes

- Demostrada interacción (solo en animales)
- En estudio en humanos

## Plomo y otros metales

- El plomo es un agente ototóxico probado
- Pero no se ha probado sinergia entre ambos en exposición conjunta.
- Efectos en humanos aditivos

## Fármacos

- No se ha demostrado interacción. Efectos independientes.

## Ruido y agentes físicos

- Evidencia negativa de interacción de vibraciones con el ruido ambiental en exposición conjunta



# El ruido y efectos extraauditivos

## Efectos extraauditivos

Los estudios de relación de la exposición al ruido y **patologías cardiovasculares (incluido infarto)** siguen sin ser concluyentes

No se ha encontrado relación entre ruido ambiental y **aumento de muerte de origen cardiovascular**.



Tampoco hay evidencias que la exposición a ruido crónico aumente la **tensión arterial**.



Los efectos del ruido sobre el **sueño** tampoco son concluyentes

Tampoco la **irritabilidad, fatiga, “annoyance”, etc**, tienen una evidencia suficiente de su relación con el ruido



## Efectos sobre la audición del feto

- Sin evidencias concluyentes por el momento

## Efectos sobre el peso al nacer del feto

- Ciertas evidencias de relación que exigen cambio de puesto en el embarazo antes de la 24<sup>a</sup> semana

## Amenaza de parto prematuro

- Evidencias que podrían favorecer un mayor riesgo de parto prematuro

## Preeclampsia e hipertensión gestacional

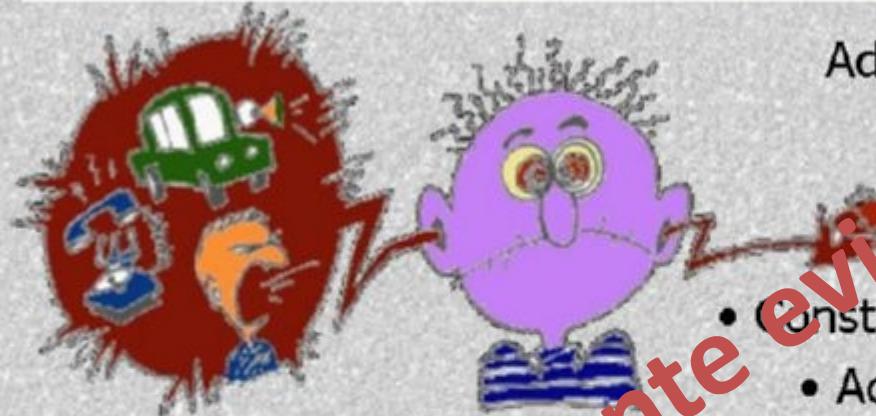
- Sin evidencias en la actualidad.



# Conclusiones de efectos de la audición

## RIESGOS LIGADOS AL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO.

### Efectos del ruido sobre la salud.



Además de la sordera profesional

Los más destacables son:

- Aumento del ritmo cardiaco.
- Constricción de los vasos sanguíneos.
- Aceleración del ritmo respiratorio.
- Disminución de la actividad de los órganos digestivos.
- Alteración en la función visual.
- Reducción de la actividad cerebral con la consiguiente disminución de la atención.
- Modificaciones del carácter o del comportamiento: **agresividad, ansiedad, disminución de la atención y de la memoria inmediata.**
- Trastornos del sueño.

**No existe suficiente evidencia científica**



Pero si que es absolutamente evidente:

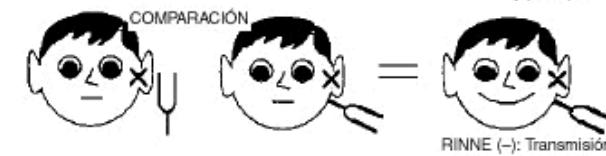
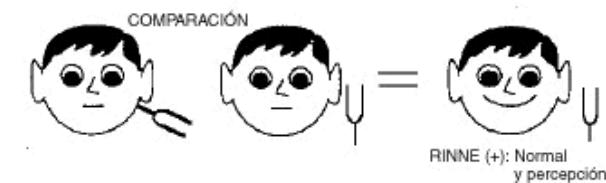


# Exploración de la audición

## Exploración de la audición



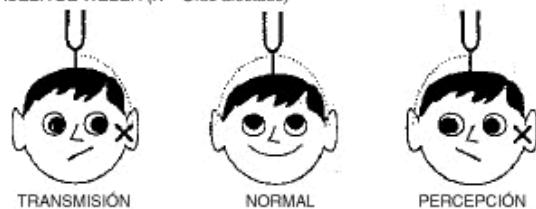
PRUEBA DE RINNE



SORDERA PROFUNDA



PRUEBA DE WEBER (X = Oído afectado)

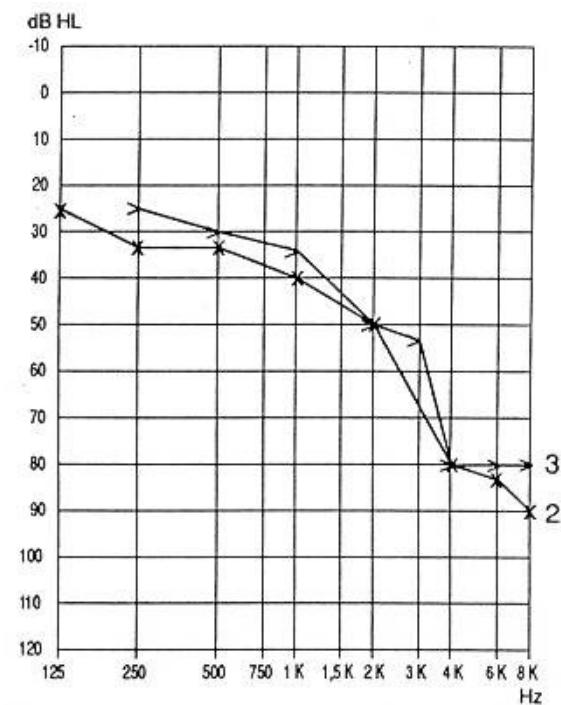
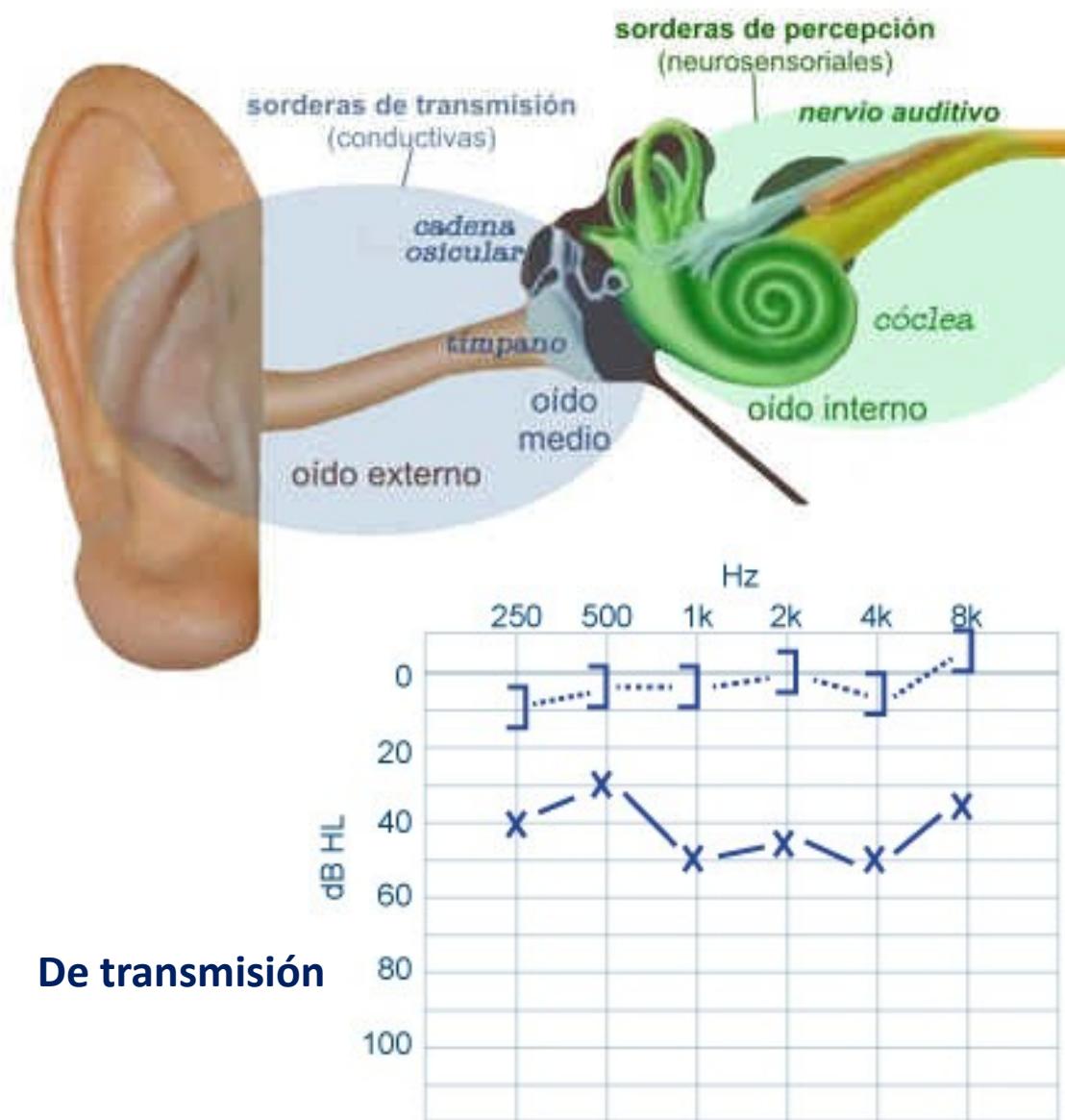


## Clásico: Diapasón

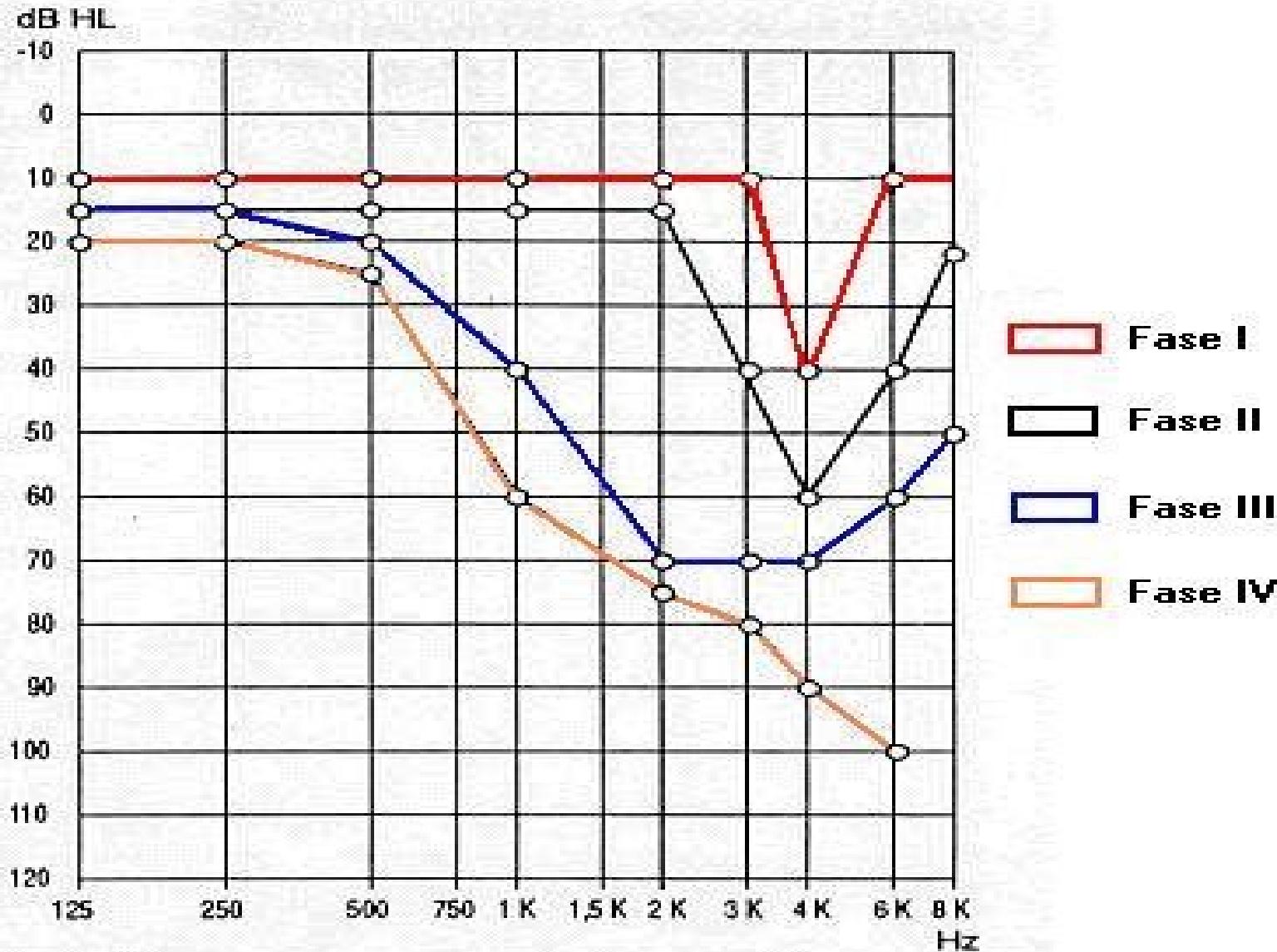
Actualmente: Audiometría en cámara insonorizada. Audiometría tonal liminar, vía ósea y vía aérea (Según Norma UNE 74-151-92)



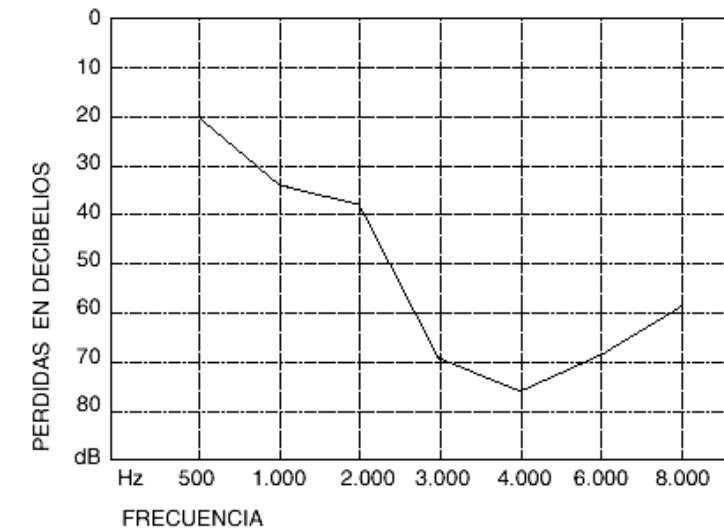
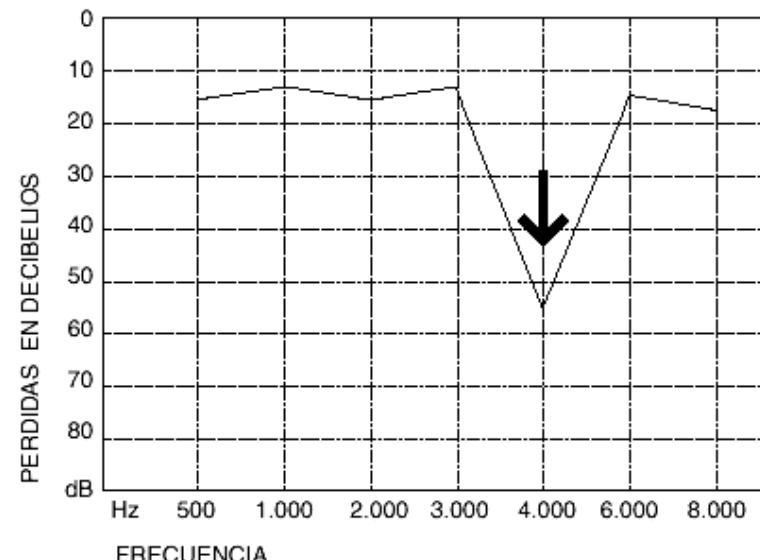
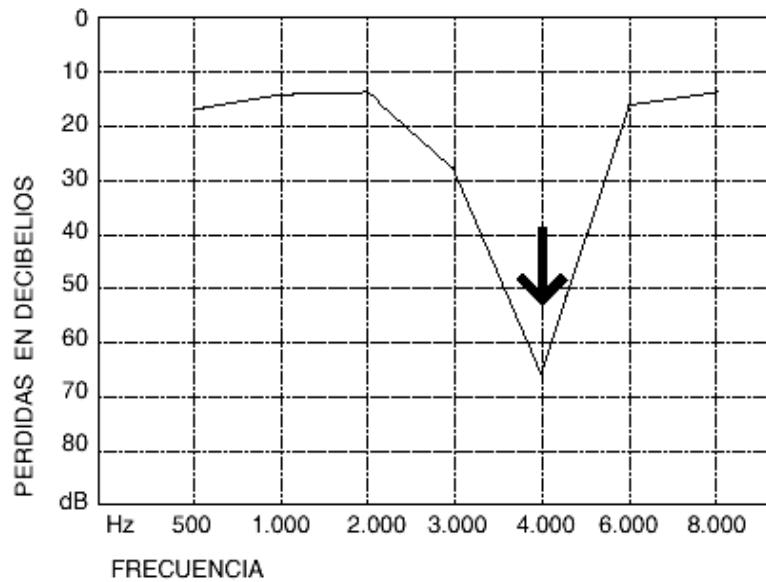
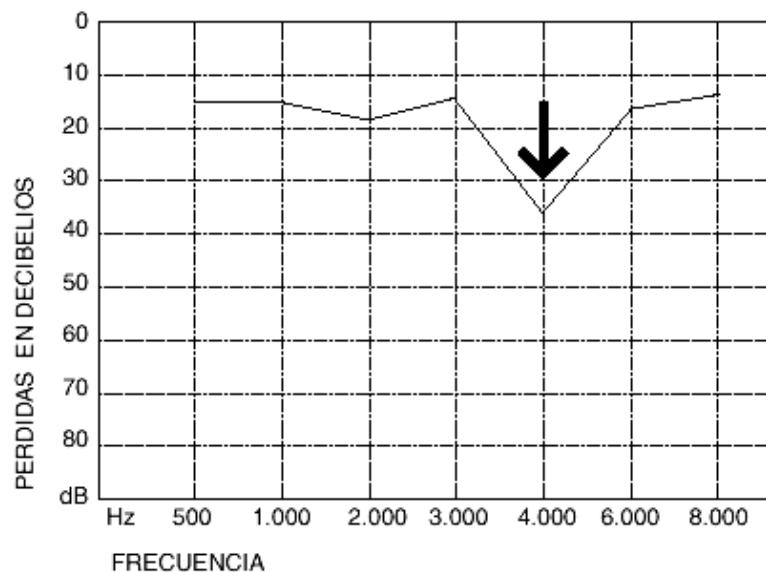
# La sordera de transmisión y la de percepción



# Fases de la hipoacusia profesional

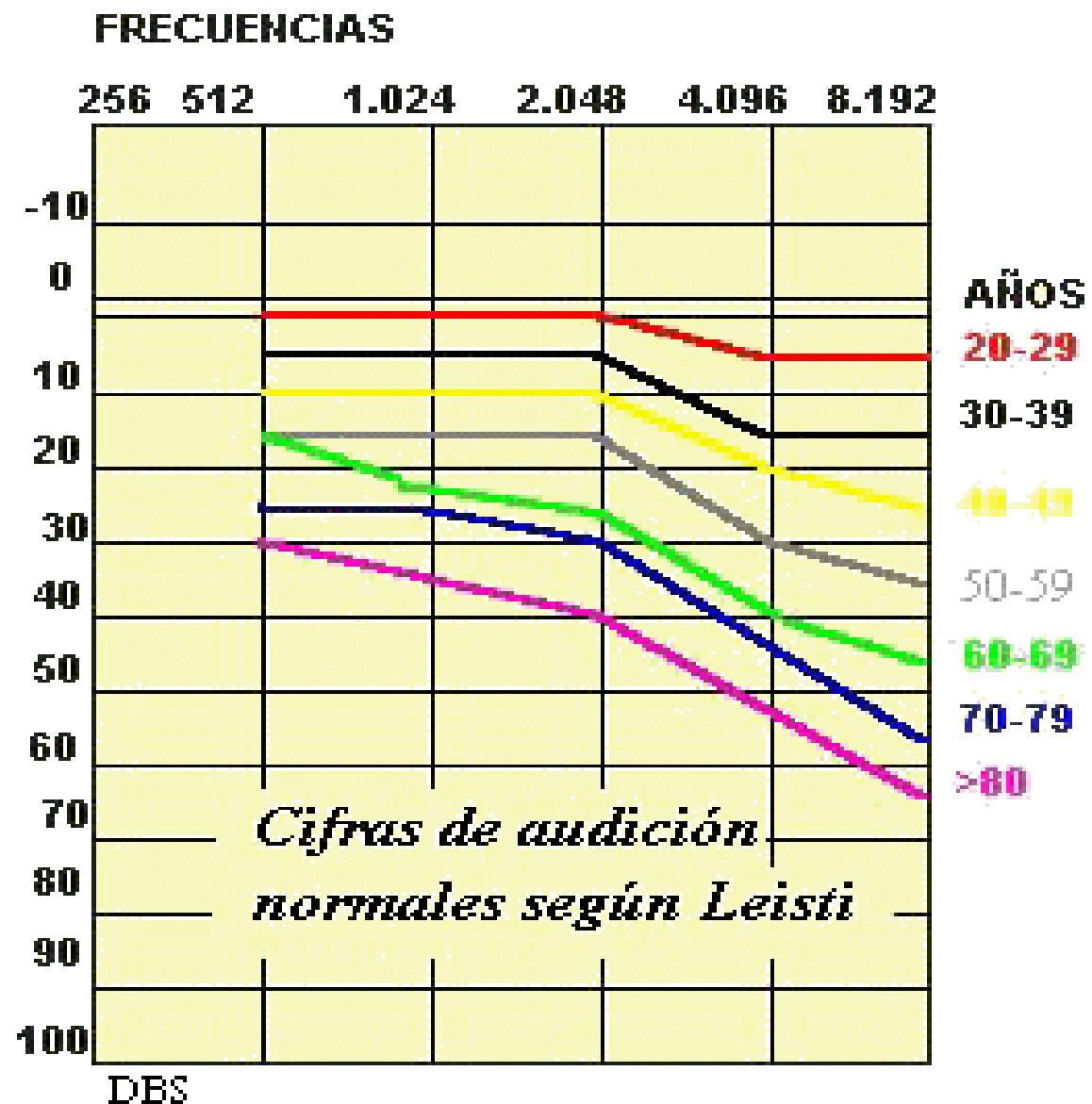


# Evolución de la hipoacusia profesional



# A tener en cuenta también la presbiacusia

Consiste en la disminución fisiológica de la capacidad auditiva con la edad.





# Vigilancia de la salud individual:

Audiometría  
tonal liminar  
vía aérea y  
ósea en cámara  
insonorizada

Al inicio de la exposición

Periódicamente según riesgo y resultados

Tras ausencia prolongada por motivos de salud

## Criterios de evaluación de la audiometría individual

- Basados en los cambios de una audiometría a otra (desde la inicial a las siguientes)
- Se valora la **CAÍDA SIGNIFICATIVA DEL UMBRAL (CSU)**
- Es cuando la CSU es de media 10 dB o más en las frecuencias de 3000, 4000 y 6000 Hz



# La hipoacusia profesional como E.P.

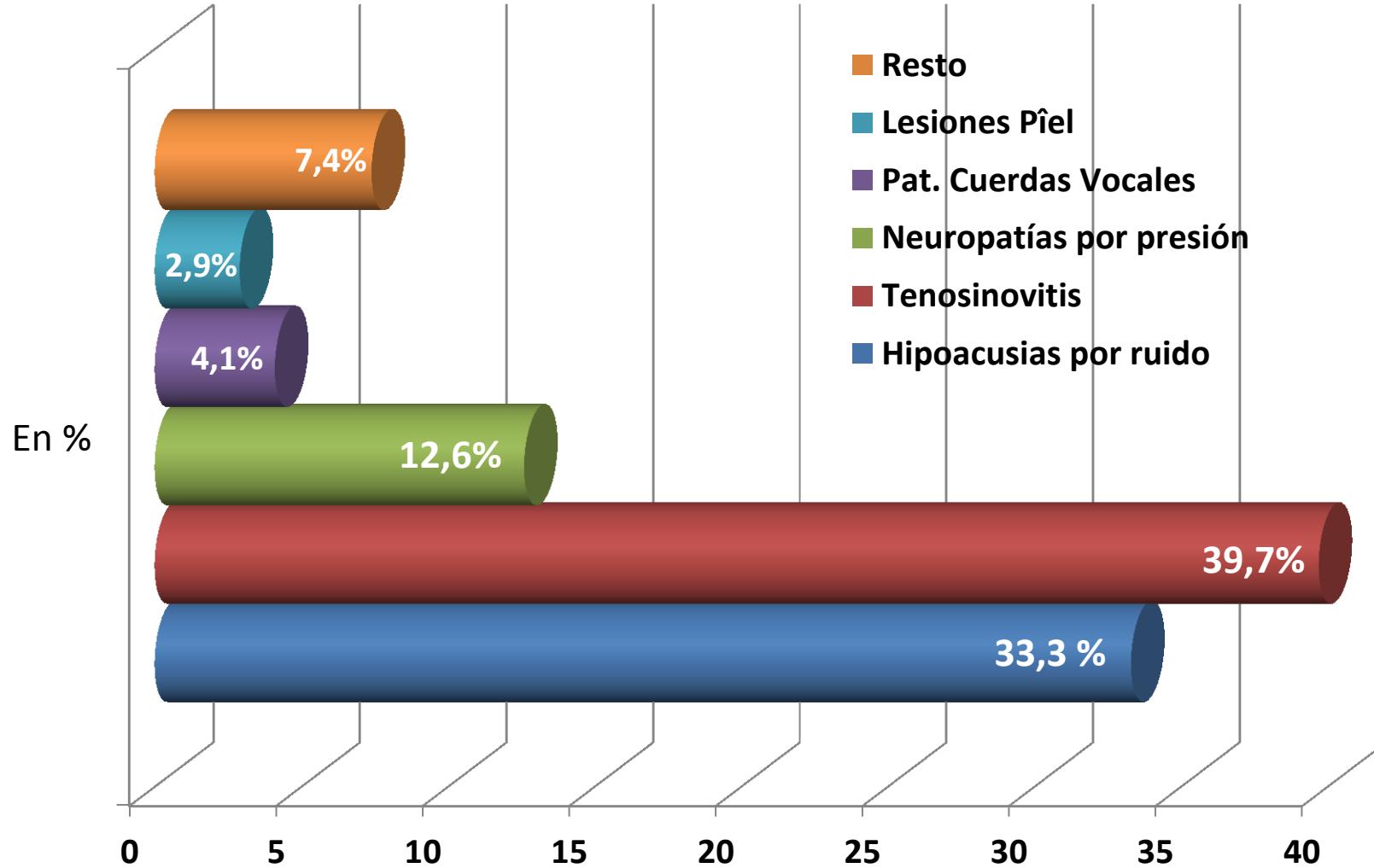
Real Decreto 1299/2006, de 10 de Nov. por el que se aprueba el cuadro de Enfermedades Profesionales del sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro

Grupo 2: Enfermedades causadas por agentes físicos

Grupo 2.A: Hipoacusia o sordera provocada por el ruido

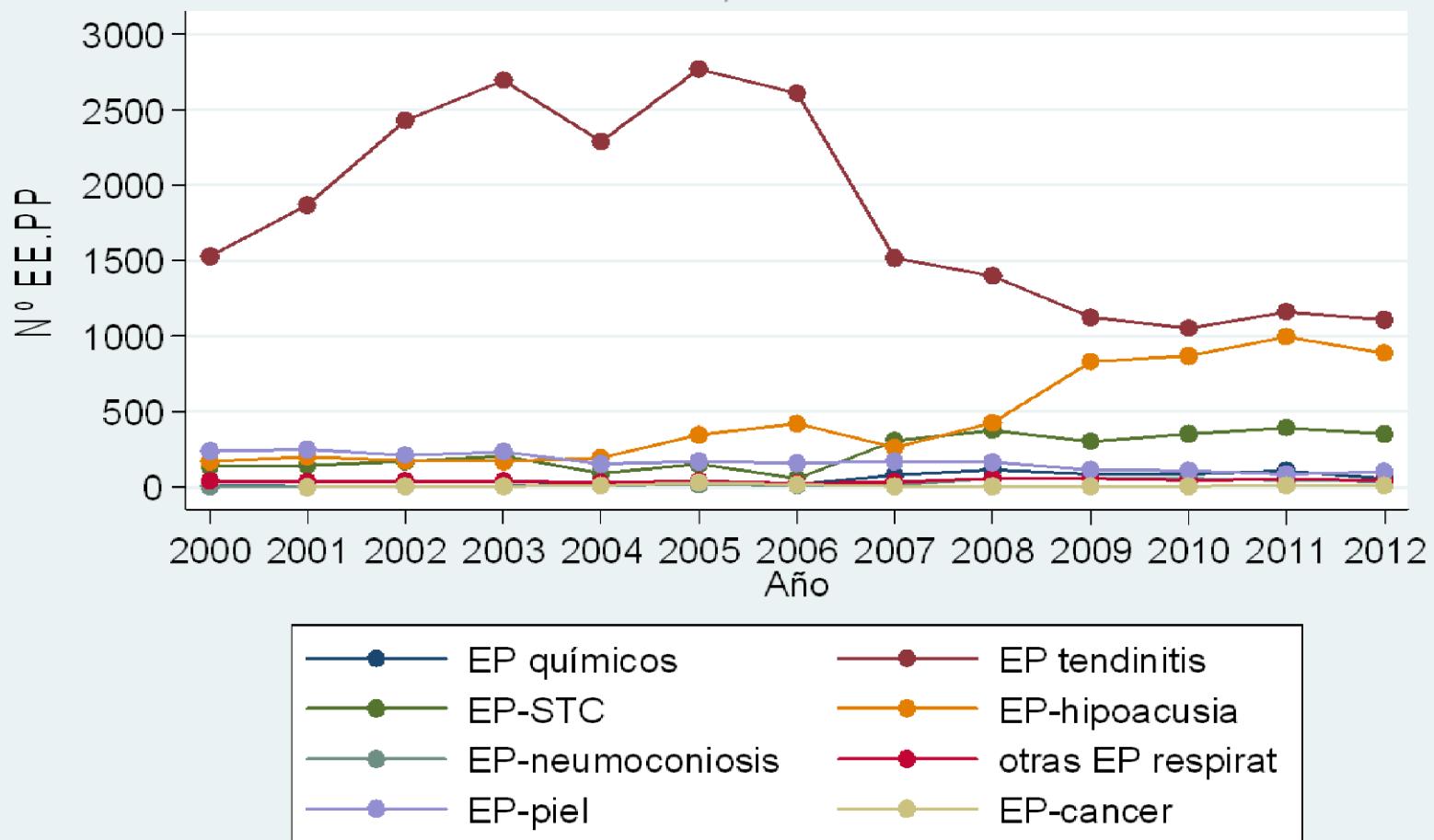
Grupo 2.A.01: Sordera profesional de tipo neurosensorial, frecuencias de 3 a 6 KHz, bilateral, simétrica e irreversible.

# Porcentajes de las patologías por EP más frecuentes en la CAE (año 2012)



# Evolución de las EP en la CAE por grupos de enfermedad

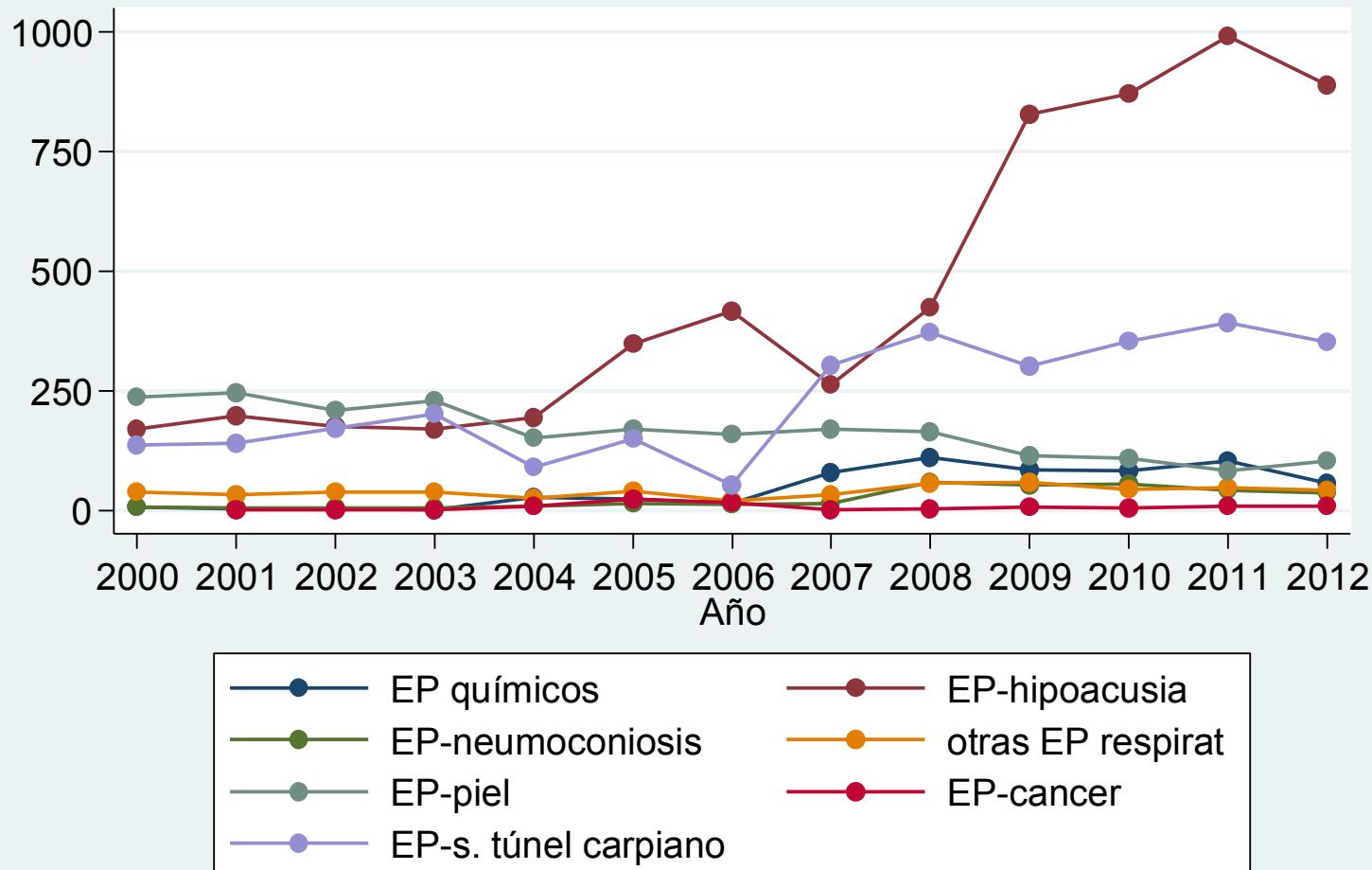
Fig.14. EE.PP según Grupos de Enfermedad  
CAE, 2000-2012.



# Evolución de las EP en la CAE por grupos de enfermedad, excluidos los TME

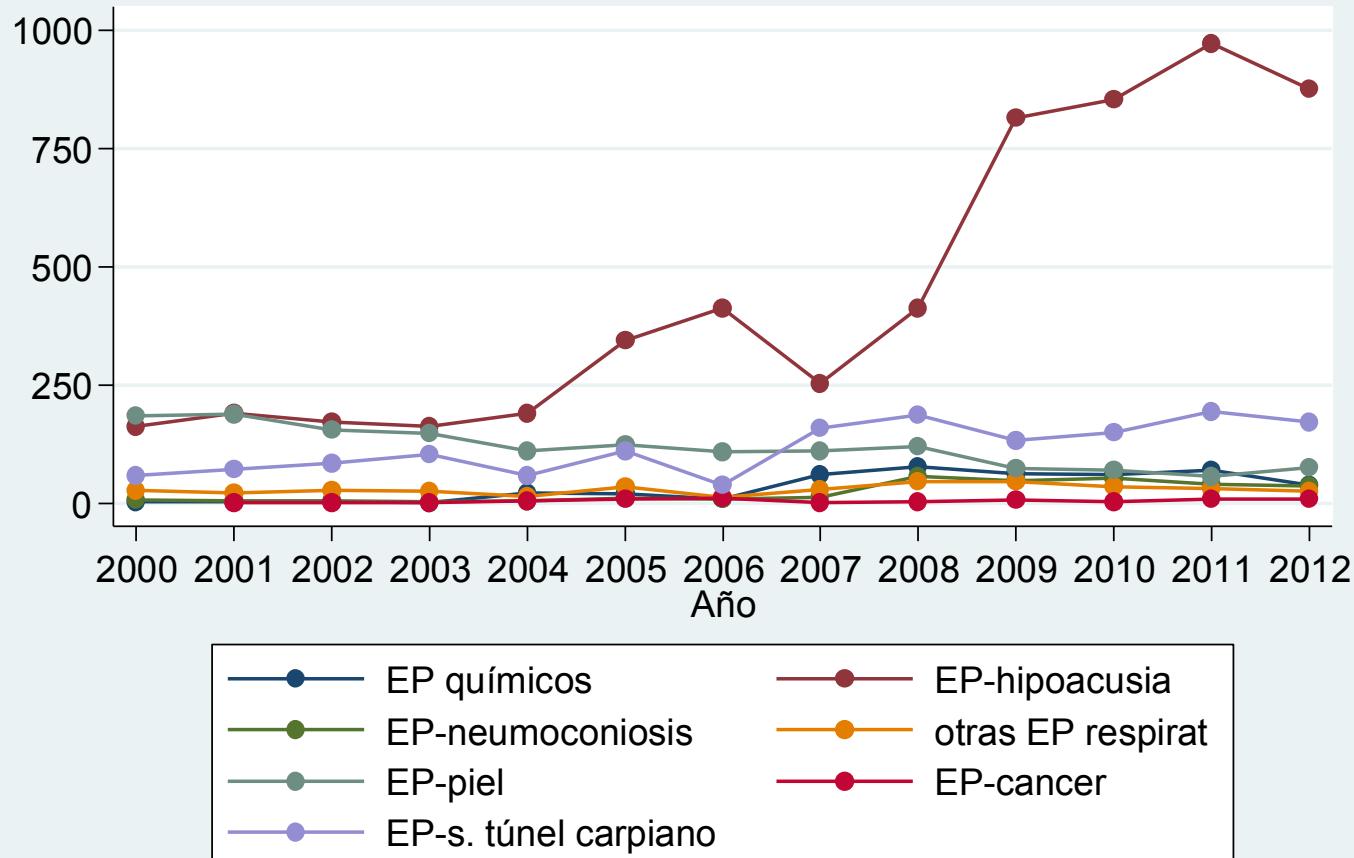
Fig. 15. EEPP por Grupos de Enfermedad (excluidos Trast. Musc-Tend.)

CAE 2000-2012



# Evolución de las EP en la CAE por grupos de enfermedad, excluidos los TME, en hombres

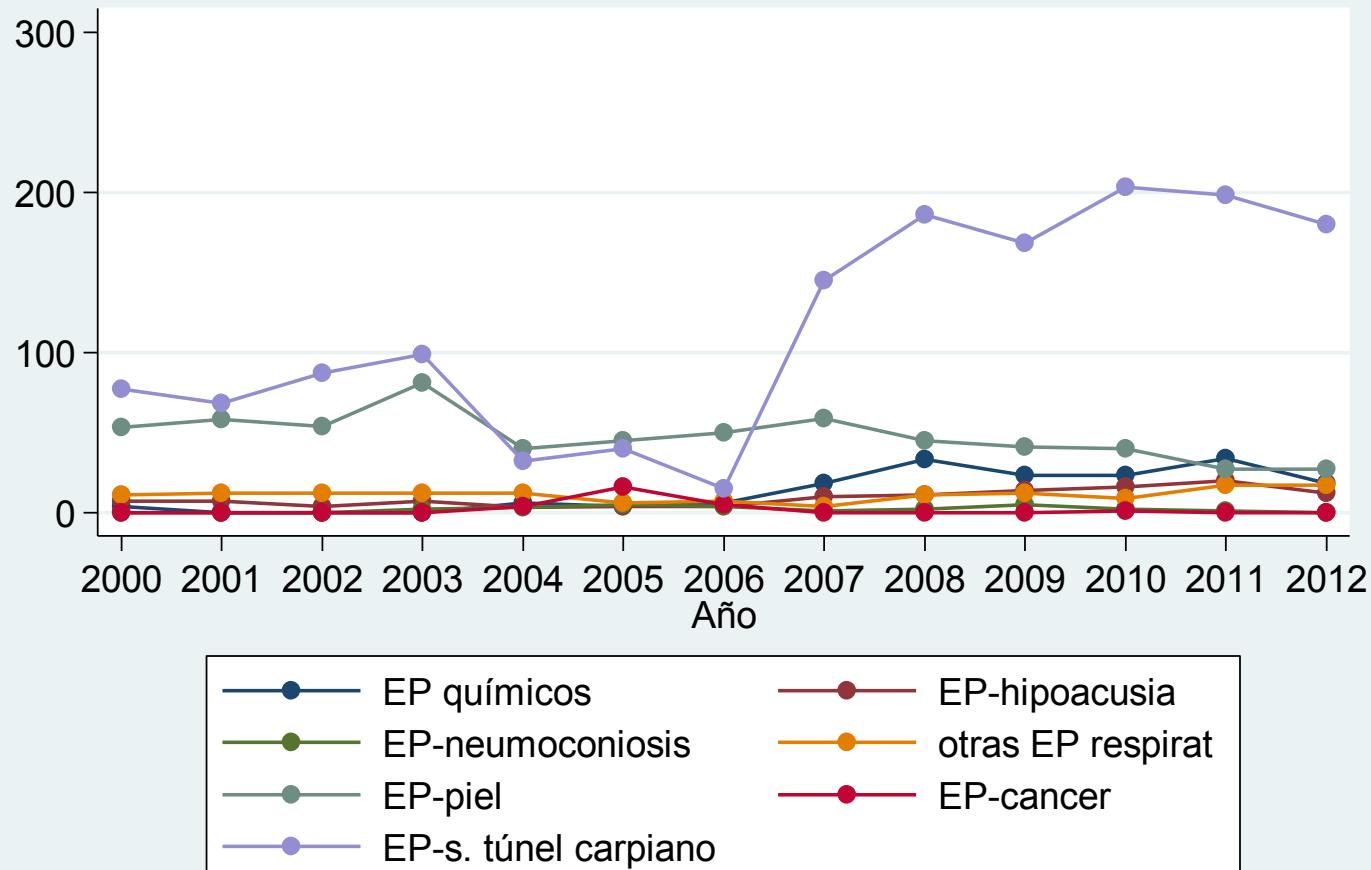
Fig. 16. EEPP por Grupos de Enfermedad (excluidos Trast. Musc-Tend.)  
HOMBRES. CAE 2000-2012



# Evolución de las EP en la CAE por grupos de enfermedad, excluidos los TME en mujeres

Fig. 17. EEPP por Grupos de Enfermedad (excluidos Trast. Musc-Tend.)

MUJERES. CAE 2000-2012



# Situación de la EP por hipoacusia profesional en los primeros 10 meses del año 2013

**Nº de Casos de EP por ruido comunicadas Enero - Octubre en la CAE.  
Año 2013**

Territorio	Cod EP "2.A.01"		
	Con Baja	Sin Baja	Total
ARABA	137		137
GIPUZKOA	326	2	328
BIZKAIA	405		405
C.A.E.	868	2	870



En definitiva:

## Los efectos del ruido en la salud

- Son sobre todo efectos sobre la audición. Se produce sordera.
- No se han demostrado aún según la evidencia científica otro tipo de efectos sistémicos.
- A tener en cuenta los efectos al feto en el embarazo y la posibilidad de parto prematuro





# Para información más completa:

**Protocolo de Vigilancia de la Salud  
Específica por exposición a Ruido  
Actualizado según la metodología de la  
Medicina Basada en la Evidencia  
Publicado por Osalan en 2011**





# Eskerrik asko zuen arretagatik



ENPLEGU ETA GIZARTE  
POLITIKETAKO SAILA  
DEPARTAMENTO DE EMPLEO  
Y POLÍTICAS SOCIALES



Lanetako Seguritatearen eta Oinarriaren Eusko Erakundea  
Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laboral

# Muchas gracias por su atención