

# Avaliación de la Acústica Ocupacional en una Grande Hidroeléctrica – Estudio de caso en la ITAIPU - BINACIONAL



*Carlos Manuel Yorg Rojas*

*Division of Industrial Civil Maintenance – Itaipu Binacional*

*\*Paulo Henrique Trombetta Zannin*

*Coordinator of LAAICA - Federal University of Paraná – Brazil*

*Email: zannin@demec.ufpr.br; paulo.zannin@pesquisador.cnpq.br*

*\*Autor para correspondência*

## Abstract

This paper presents environmental noise evaluation in Hydropower project. In this case was done one hundred and one sound pressure level measurements of working point. Where the greater availability of the worker as far as time of exposition during the maintenance. The 25% of measurements have presented values equal or greater to 85 dB(A), and 81 % was equal or greater to 65 dB(A). From the evaluation of the Noise in the field can be declared, the hydropower has places where the sound level pressure is higher than of 85 dB(A), being this value the limit for security for worker health, according to the Brazilian Norm - NR15 in its ANNEXED 1, whereas according to the Norm of Occupational Hygienic NHO-01 and Norm NBR 10152 Levels of Noise for acoustic comfort, of Brazil, establish 65 dB(A) like value acceptable limit for the comfort in agreement to the Norm NR17. It was carried out analysis of the different types from Individual Protective Equipment used in the company. Adopted the criteria established by the Norm DIN-EN-458 giving as result that the used auricular protectors in the company fulfill the Norms of Individual Security. The maintenance's work groups are equal and permanent, not exist rotation of activity due to the specialization of each employee executing the maintenance. This permanence of activity induces the worker to be exposed systematically at such levels of sound pressure level when period of labor is extend to more than 8 hours per day due to repairs with restrictions of execution times.

Hydropower with 700 MW capacity of generate precise an excellent maintenance planning, but the principal problem

became from environmental noise. The most reclamation from worker is to use earplug.

The future hydropower project could resolve these problems.

**KEYWORDS:** Noise, sound pressure level, hearing loss and earplug.

## 1. Introducción

La Central Hidroeléctrica construida sobre el Río Paraná por los países de Brasil y Paraguay, cuya construcción se inició el 2 de Mayo de 1975 siendo instaladas 18 unidades turbogeneradoras de 700MW totalizando 12.600 MW. Actualmente se está concluyendo el montaje de dos unidades generadoras, completando una potencia instalada de 14.000 MW.

Para la operación de la Central se cuenta con una Super Intendencia de Operación, responsable de la generación y suministro de energía. En paralelo la Super Intendencia de Mantenimiento está encargada de realizar los mantenimientos periódicos y aperiódicos de las unidades generadoras y de las estructuras civiles.

La Super Intendencia de Mantenimiento (SM.DT) está dividida en dos Departamentos, Dep. de Mantenimiento (SMM.DT) y Departamento de Ingeniería de Mantenimiento (SMI.DT), por su vez el Departamento de Mantenimiento cuenta con seis Divisiones responsables por un área específica, como son:

- SMMU.DT - División de Mantenimiento. Mecánico de Unidades Generadoras.
- SMMC.DT - División de Mantenimiento Civil e Industrial.
- SMME.DT - División de Mantenimiento Electrónico.
- SMMG.DT - División de Mantenimiento de Equipos de Generación.
- SMMT.DT - División de Mantenimiento de Equipos de Transmisión.
- SMMA.DT - División de Mantenimiento de Servicios Auxiliares.

A su vez cada División está constituida por sectores especializados, por lo cual su actividad está restringida y es constante en exclusiva a esa actividad, por lo que queda permanentemente sometido a los mismos niveles acústicos de ruido.

La exposición permanente a niveles de ruido superiores a 85 dB(A) tiene como consecuencia en la salud del trabajador y su exposición está controlada por normas y/o reglamentos tanto en el Brasil como en el Paraguay.

## 2. Objetivos de la investigación

La ITAIPU dispone de un órgano responsable por la Seguridad del Trabajador, encargada de velar por la salud ocupacional, y con el objetivo de auxiliar a sus actividades así como trabajo de disertación del curso de Pos graduación en Construcciones Civiles se realizó esta investigación, contando con la orientación del Prof. Dr. Ing. Paulo H. Zannin, responsable del Laboratorio de Acústica de la Universidad Federal de Paraná (UFPR).

Primer Objetivo: determinar la existencia de valores de mediciones acústicas que representen riesgos a la salud

## 3. Metodología de la investigación

Elección del local: fueron elegidos 74 puntos de medición de forma a cubrir los locales principales donde trabajan personal de las seis divisiones de mantenimiento.

Determinación del Tiempo de Exposición: se registraron los tiempos de exposición en cada local de medición, estos tiempos corresponden a la duración del mantenimiento de maquinas/equipos y de estructuras civiles.

Elección de los Equipos de medición: fueron utilizados “Sound Level Analyzer 2260 B&K Class 1”, “Sound Level Calibrator 4231 Class 1 B&K”, “2238 Mediator Class 1 B&K”

Clasificación de las Mediciones: las mediciones obtenidas fueron clasificadas por localización (cota) y por grupo de trabajo (sectores) homogéneos, utilizando el software “Protector 7825 B&K” con este programa se determinó las dosis de exposición.

Auditoria del ruido: comparación de las mediciones con las Normas de Higiene Ocupacional NHO-01 de la FUNDACENTRO Brasil, con la Norma Regulamentadora NR-15 Anexo 1 del Brasil.

Evaluación de desempeño de los protectores auriculares: considerados los protectores auriculares de la marca 3M, suministrados a cada funcionario que queda expuesto al ruido. Para su evaluación se utilizó la Norma alemana DIN-EN 458

Los estudios ambientales fueron evaluados con la Norma Regulamentadora NR 15 del Brasil, que se refiere a: Actividades y Operaciones Insalubres define como actividades insalubres aquellas que se desarrollan por encima de los límites en la Norma, en el caso del ruido, y define: “LÍMITES DE TOLERANCIA PARA RUIDO CONTÍNUO O INTERMITENTE” y “LÍMITES DE TOLERANCIA PARA RUIDOS DE IMPACTO”.

Tabla 1: Límites de Tolerancia para Ruido Continuo o Intermitente

Nivel de ruido dB (A)	Máxima exposición diaria PERMISIBLE
<b>85</b>	<b>8 hrs</b>
86	7 hrs
87	6 hrs
88	5 hrs
89	4 hrs y 30 min
<b>90</b>	<b>4 hrs</b>
91	3 hrs y 30 min
92	3 hrs
93	2 hrs y 40 min
94	2 hrs y 15 min.
<b>95</b>	<b>2 hrs</b>
96	1 hr y 45 min
98	1 hr y 15 min
<b>100</b>	<b>1 hr</b>
102	45 min.
104	35 min.
<b>105</b>	<b>30 min.</b>
106	25 min.
108	20 min.
<b>110</b>	<b>15 min.</b>
112	10 min.
114	8 min.
<b>115</b>	<b>7 min.</b>

Esta Norma presenta el tiempo máximo de exposición de un trabajador a que puede ser sometido sin la utilización de un protector auricular sin que represente riesgo de pérdida auditiva. Para este efecto la Norma considera como factor de duplicación 5 dB(A), valor que difiere de la Norma de Higiene Ocupacional, la que establece en 3 dB(A) como se expresa en la Tabla 2.

Tabla 2: Tiempo máximo diario de exposición permitido por NPS - NHO (O1)

NPS [dB(A)]	Tiempo máximo diario permitido (Tn)
80	25,40 hrs
82	16 hrs
<b>85</b>	<b>8 hrs</b>
<b>88</b>	<b>4 hrs</b>
<b>91</b>	<b>2 hrs</b>
<b>94</b>	<b>1 hr</b>
<b>97</b>	<b>30 min</b>
<b>100</b>	<b>15 min</b>
<b>103</b>	<b>7,5 min</b>
106	3,75 min
109	1,87 min
112	0,93 min
115	0,46 min

La NHO 01 establece como nivel límite de detección 80 dB(A) y como faja de medición mínima entre 80 a 115 dB(A). El factor de duplicación como puede verse en la Tabla 2 es de 3 dB(A), con este factor busca garantizar la salud del trabajador expuesto durante largos periodos y permanentes en el tiempo.

#### Locales de medición

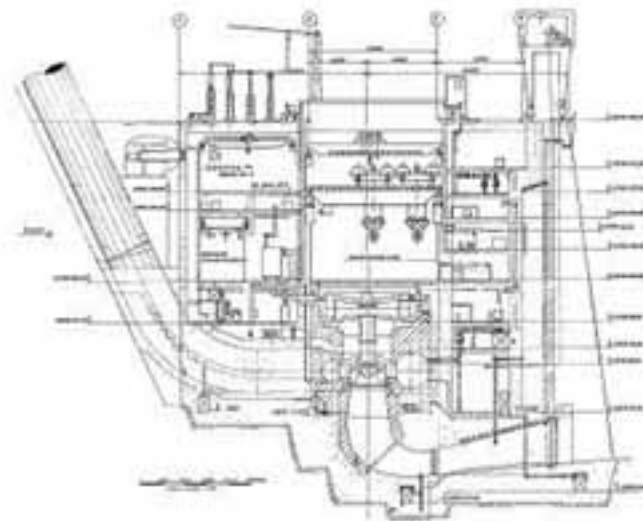
Los siguientes locales de medición corresponden a las áreas donde el personal de mantenimiento permanece durante jornadas completas de trabajo, mientras dura el mantenimiento. Ver Tabla 3 y Figura 1.

Existen otros locales donde la permanencia es menos de 4 horas diarias por lo que no son presentados en este trabajo.

Tabla 3: Principales cotas de medición

Principales cotas de trabajo con presencia de ruido	
Cota 78	Cota 87
Cota 92	Cota 98
Cota 108	Cota 144
Cota 214	

Figura 1: Corte transversal de casa de máquinas



Corte transversal típico de la casa de máquinas, donde puede observarse las diferentes cotas donde se realizaron las mediciones acústicas.

#### 4. Resultados obtenidos

Las mediciones acústicas realizadas en los distintos puntos y a diferentes horarios de trabajo, a fin de representar con mayor fidelidad la situación laboral fueron resumidas en la Tabla 4.

Fueron considerados los locales donde conforme la Norma NHO(01) se encuentran entre la franja de 80 a 115 dB(A), además son lugares donde el grupo de mantenimiento ejecuta actividades en forma periódica, acorde a la división que represente.

En la tabla se indica “OP” cuando el equipo se encuentra en funcionamiento, y “PD” cuando el equipo está fuera de servicio para su correspondiente mantenimiento programado.

Durante el mantenimiento todo el conjunto correspondiente a la unidad generadora es sometida a mantenimiento, acorde a la periodicidad, que puede tratarse a mantenimiento ANUAL, BIENAL o CUATRIENAL.

De los resultados de las mediciones acústicas obtenidas puede verificarse, en el caso de la unidad generadora 06 que se encontraba en mantenimiento parado, la influencia de las otras unidades generadoras en operación. Siendo la más preponderante en la cota 78, donde se verificó 86,3 dB(A) de Nivel de Presión Sonora aun estando el generador en mantenimiento.

Tabla 4: Resumen de resultados de las mediciones acústicas

Localización	dB(A)
Cota 78 Acceso rueda Turbina U09 (OP)	96,8
Cota 78 Acceso rueda Turbina U06 (PD)	86,3
Cota 78 Galería frente U09 (OP)	90,0
Cota 87 Acceso Caja Espiral U06	86,0
Cota 92 Turbina U06 (PD)	83,1
Cota 92 PDB U07 (OP)	88,9
Cota 92 Turbina U07 (OP)	98,9
Cota 98 Agua Pura U11 (OP)	94,6
Cota 98 QCG U11 (OP)	90,6
Cota 98 Regulador Velocidad U11 (OP)	89,4
Cota 98 TAU/TEP U11 (OP)	86,6
Cota 98 Regulador Velocidad U06 (PD)	83,2
Cota 98 PAP U06 (PD)	82,7
Cota 98 Agua Pura U06 (PD)	81,8
Cota 98 UMCC U06 (PD) (TL = 15min)	84,0
Cota 98 Regulador Velocidad U04 (TL =5min) (OP)	85,0
Cota 108 Galería Transf. U05 Fase R f= 500 Hz (OP)	84,0
Cota 108 Transformador U04 Fase S f= 500Hz (OP)	82,8
Cota 108 Transformador U13 Fase A (OP)	89,0
Cota 108 Transformador U10 Fase B (OP)	88,8
Cota 144 Exhaustor U08 (ventilación) (OP)	88,5
Cota 214 CTM U06 Bomba funcionando (PD)	92,4

En la siguiente tabla, se expresa las mediciones acústicas por banda de octava. La banda de octava permite evaluar los niveles de presión sonora para cada frecuencia.

Denominase baja frecuencia a valores entre 20 a 200 Hz, y producidas generalmente por ventiladores, bombas, compresores y generadores.

Las ondas de baja frecuencia, tienen grandes longitud de onda por lo cual su efecto viaja a gran distancia, y son de baja atenuación en el medio ambiente. Según Peterson y Gross (1978), los ruidos de altas frecuencias son considerados más incómodos y son más perjudiciales para la salud que los de bajas frecuencias.

Según Berlund, Hassmén y Jo (1996) ruidos de baja frecuencia son desagradables debido a que sus niveles son penetrantes, declara que sus efectos sobre el sistema respiratorio y cardiovascular, perturba el sueño y la comunicación, producen efecto negativo para el desempeño y del raciocinio, además producen alteraciones en el sistema endocrino.

Según Webb (1978), los ruidos de bajas frecuencias pueden afectar al sentido del equilibrio, produciendo náuseas e irritabilidad.

De las mediciones por banda de octava (Tabla 5) se deduce que las ondas sonoras de baja frecuencia son las más difíciles de amortiguar y por ende de fácil propagación, requiriendo un proyecto específico para aislarlo. Las bajas frecuencias a pesar de no causar mayor daño a la audición, son molestosas y si causan estrés, cuando la persona permanece en el local por un periodo prolongado. La presencia de

Tabla 5 Banda de octava - Cota 78

Cota78 Acceso Rueda Turbina U06								
Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
LAeq	77,11	80,03	81	80,53	74,97	67,39	56,33	86,33
Cota 78 Acceso Rueda Turbina U09								
Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
LAeq	86,05	85,35	88,43	91,5	90,81	86,97	82,43	96,78

Tabla 6 Banda de octava - Cota 92

Cota 92 - Turbina U06 (Parada)								
Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
LAeq	70,63	73,31	76,73	79,66	82,13	73,3	63,69	90,18
Cota 92 - Turbina U07 (Operando)								
Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
LAeq	85,87	86,48	90,21	87,43	85,47	81,01	73,56	98,94

Tabla 7 - Evaluación del Protector auricular por bandas de octavas medidas en la Cota 78 – acceso a la rueda de la turbina del generador U09 – en operación

PROTECTOR AUDITIVO TIPO CONCHA ACOPLADAS AL CASCO – MARCA 3M TIPO 1450							
FRECUENCIA BANDA DE OCTAVA (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NIVELES SONORO EN EL AMBIENTE (L <sub>aeq</sub> ) (1)	86,05	83,35	88,43	91,50	90,81	86,97	82,43
ATENUACIÓN MEDIA (FABRICANTE) (2)	15,80	21,00	28,30	29,30	30,20	38,60	38,90
SUSTRACCIÓN LINEA(1) DE LA LINEA (2)	70,25	62,35	60,13	62,20	60,61	48,37	43,53
L <sub>Aeq</sub> = SUMA NIVELES SONOROS LINEA (3)	72	dB(A)				EQUIPO BK2260	

estrés en el trabajador trae como consecuencia disminución de la productividad.

Los resultados obtenidos en la cota 92 - turbina (Tabla 6), por bandas de octava confirman la necesidad de buscar un proyecto de aislación acústica para la máquina en mantenimiento.

En la Tabla 7, se evalúa el uso del protector auricular tipo concha acoplado al casco, para la marca 3M. Los resultados indican que para este local se tiene un L<sub>Aeq</sub> = 72 dB(A), valor aceptable y que no representa riesgo para la pérdida auditiva.

Según la Norma Brasileña NBR10152, el nivel de ruido aceptable para efecto de confort será de hasta 65 dB(A). Basado en esta norma se evaluaron los locales de trabajo, detectándose que tan solo 19% cumplieron con dicho requisito.

Para efecto de evaluación de grado de exposición a un ambiente ruidoso se utiliza la expresión “dosis”, cuyo significado es: Dada una exposición a ruido, porcentaje en energía que aquélla representa con respecto a la máxima exposición admitida por ley para un intervalo de tiempo de referencia. Por ejemplo, para un intervalo de referencia de 8 hrs, si el máximo admitido es 85 dB(A), entonces una exposición durante 4 hrs a 80 dB(A) corresponde a una dosis del 50 % cuando el factor de duplicación adoptado es 5 dB(A). Sin embargo, cuando se considera como factor de duplicación 3 dB(A) se tiene una dosis de 50% con 4 hrs de exposición a 82 dB(A).

Figura 2 – Evaluación mantenimiento de TURBINA con uso del programa protector 7825 - situación normal de duración del trabajo

Identification	Duration	Exposure Time [%]	L <sub>Aeq</sub> [dB]	E [Pa·h]	Dose [%]
0032 S1B	0:15:00	3,13	80,4	0,011	1,08
0066 S1B	1:15:00	15,8	73,8	0,012	1,19
0005 S3B	6:30:00	81,3	90,2	2,71	267,8
Lep.d   Duration   Exposure Time   E   Dose					Dose: 270,1 %

En la Figura 2, corresponde a la cota 92 galería de acceso a la turbina para ejecutar el mantenimiento durante parada de la unidad, servicio ejecutado por la SMMU.DT, donde se tiene un tiempo de exposición promedio de 6 horas 30 minutos e incluso en ocasiones mayor, suponiendo que no usan el protector auricular, lo cual fue observado durante las mediciones acústicas. La dosis alcanza valores de 270,1 %

Si deseamos tan solo controlar el tiempo de exposición, se tiene :

Figura 3 – Evaluación mantenimiento de turbina con uso del programa protector 7825 - situación control del tiempo de exposición al ruido

Identification	Duration	Exposure Time [%]	L <sub>Aeq</sub> [dB]	E [Pa·h]	Dose [%]
0032 S1B	0:15:00	3,13	80,4	0,011	1,08
0066 S1B	5:28:30	68,4	73,8	0,053	5,20
0005 S3B	2:18:30	28,4	90,2	0,95	93,7
Lep.d   Duration   Exposure Time   E   Dose					Dose: 100,0 %

Utilizando el propio programa Protector 7825 se procuró el Tiempo de exposición Límite para una dosis máxima de 100,0 % encontrándose la necesidad de reducir el periodo laboral de mantenimiento a 2 horas 16 minutos aproximadamente, considerando el no uso de protector auricular.

Cuando las actividades de mantenimiento de la SMMU.DT requieren realizarse durante un periodo de tiempo superior a 2 horas 16 minutos, necesariamente se debe utilizar protector auricular. Para tal caso se evaluaron dos tipos de protectores y para una jornada normal de 6 horas y 30 minutos.

Figura 4 – Evaluación mantenimiento de turbina con uso del programa protector 7825 - situación uso de protector auricular

a) Protector tipo 3M-1450

Identification	Duration	Exposure Time [%]	LAeq [dB]	E [Pa'h]	Dose [%]
0032.S1B	0:15:00	3,13	80,4	0,011	1,08
0066.S1B	1:15:00	15,6	73,8	0,012	1,19
0005.S3B	6:30:00	81,3	59,0	0,0021	0,20
Lep.d	Duration	Exposure Time	E	Dose	
					Dose: 2,47 %

b) Protector tipo 3M-1110

Identification	Duration	Exposure Time [%]	LAeq [dB]	E [Pa'h]	Dose [%]
0032.S1B	0:15:00	3,13	80,4	0,011	1,08
0066.S1B	1:15:00	15,6	73,8	0,012	1,19
0005.S3B	6:30:00	81,3	49,0	0,0002	0,020
Lep.d	Duration	Exposure Time	E	Dose	
					Dose: 2,29 %

Verificándose el control de la dosis utilizando protectores auriculares, se tienen: a) protector tipo concha adherido al casco, y en b) protector tipo de espuma moldeable con cordón. Para verificar la dosis se efectuaron simulaciones en el programa Protector 7825 alterando los valores de LAeq y colocando los valores obtenidos según el análisis de protección de cada protector conforme la Norma DIN-EN-458, para los locales donde se tienen LAeq > 85 dB(A). Las dosis se reducen a 2,47 % y 2,29 % respectivamente con el uso de los protectores auriculares, haciendo la salvedad que solo y exclusivamente si se utiliza correctamente el protector conforme establece el fabricante y estando los protectores en buen estado de conservación y mantenimiento.

SMMC.DT – CIVIL – Situación Normal de Duración de Trabajo y sin uso de Protector Auricular

Figura 5 – Evaluación mantenimiento de estructuras civiles del generador con uso del programa protector 7825 - situación normal de duración del trabajo

Identification	Duration	Exposure Time [%]	LAeq [dB]	E [Pa'h]	Dose [%]
0032.S1B	0:15:00	3,13	80,4	0,011	1,08
0013.S3B	0:30:00	6,25	89,4	0,17	17,1
0005.S3B	3:00:00	37,5	90,2	1,25	123,6
0020.S1B	3:00:00	37,5	81,0	0,15	15,0
0044.S1B	1:15:00	15,6	62,4	0,00086	0,085
Lep.d	Duration	Exposure Time	E	Dose	
					Dose: 156,8 %

Personal de mantenimiento civil ejecuta trabajos en distintas áreas, en situación normal de trabajo y sin protector auricular está expuesto a una dosis de 156,8 %, requiriéndose una evaluación del uso de protectores auriculares y de los tiempos límites de exposición al ruido buscando garantizar su salud.

SMMC.DT – CIVIL – Situación con Control de Tiempo de Exposición al Ruido y sin uso de Protector Auricular.

Figura 6 – Evaluación mantenimiento de estructuras civiles con uso del programa protector 7825 - situación control del tiempo de exposición al ruido

Identification	Duration	Exposure Time [%]	LAeq [dB]	E [Pa'h]	Dose [%]
0032.S1B	0:15:00	3,13	80,4	0,011	1,08
0013.S3B	0:15:00	3,13	56,0	0,00004	0,003
0005.S3B	1:56:40	24,3	59,0	0,00062	0,061
0020.S1B	2:00:00	25,0	81,0	0,10	9,98
0044.S1B	3:33:20	44,4	62,4	0,0025	0,24
Lep.d	Duration	Exposure Time	E	Dose	
					Dose: 11,4 %

El control de dosis se realizó suponiendo menor tiempo de permanencia en los locales de valores de LAeq superiores a 85 dB(A) y aumentando el tiempo de permanencia en la sala ejecutando trabajo administrativo. Pero por tratarse de personal ejecutores de servicio y no de servicios de oficina se analizó el uso de protectores como puede verse a continuación.

SMMC.DT CIVIL – Situación con Control de Exposición al Ruido por uso de Protector Auricular en las Áreas con LAeq > 85 dB(A)

Figura 7 – Evaluación mantenimiento de estructura civiles uso del programa protector 7825 - situación uso de protector auricular

a) PROTECTOR TIPO 3M-1450

Identification	Duration	Exposure Time [%]	LAeq [dB]	E [Pa'h]	Dose [%]
0032.S1B	0:15:00	3,13	80,4	0,011	1,08
0013.S3B	0:15:00	3,13	89,4	0,086	8,55
0005.S3B	1:56:40	24,3	90,2	0,61	60,1
0020.S1B	2:00:00	25,0	81,0	0,10	9,98
0044.S1B	3:33:20	44,4	62,4	0,0025	0,24
Lep.d	Duration	Exposure Time	E	Dose	
					Dose: 100,0 %

b) PROTECTOR TIPO 3M-1110

Identification	Duration	Exposure Time [%]	LAeq [dB]	E [Pa <sup>2</sup> h]	Dose [%]
0032.S1B	0.15.00	3,13	80,4	0,011	1,08
0013.S3B	0.15.00	3,13	46,0	0,00000	0,000
0005.S3B	1.56.40	24,3	49,0	0,00006	0,006
0020.S1B	2.00.00	25,0	81,0	0,10	9,98
0044.S1B	3.33.20	44,4	62,4	0,0025	0,24
Lep.d   Duration   Exposure Time   E   Dose					Dose: 11,3%

En las Figuras 7a y 7b se consideran el control de exposición al ruido utilizando protectores auriculares, siendo para: a) protector tipo concha adherido al casco, y b) protector de espuma con cordón, En ambas evaluaciones, son utilizados el programa Protector 7825 alterando los valores de LAeq y colocando los valores obtenidos según el análisis de protección de cada protector conforme la Norma DIN-EN-458, para los locales donde se tienen LAeq > 85 dB(A). Las dosis se reducen a 11,4 y 11,3 % respectivamente con el uso de protectores.

### 5. Conclusión

El uso del protector auricular no es del agrado del personal debido a la incomodidad al utilizarlo, y cuando desean comunicarse entre ellos, retiran el protector auricular lo que representa mayor riesgo.

El control del uso adecuado y reposición del protector representa para el trabajador una condición de intromisión en su vida privada, por lo que la empresa, además de entregar los equipos de protección en cantidad y calidad, apela a la concienciación individual en el uso suministrando charlas técnicas. Esta situación no garantiza la protección de la salud auditiva, requiriendo por tanto un método preventivo consistente en evaluar mejorías en el local a fin de aislar acústicamente el equipo en mantenimiento.

Este trabajo tiene como objetivo incentivar a que la aislación de los equipos deben ser estudiados desde el inicio del proyecto constructivo de futuras centrales hidroeléctricas.

Visto que en las galerías existen tuberías y electroductos que obstaculizan la instalación de mamparas o encapsulamiento de los equipos en mantenimiento.

Nuevos proyectos de centrales hidroeléctricas deben considerar el proceso de mantenimiento del conjunto en condiciones propicias para el trabajador, así como los efectos sobre el medio ambiente.

### 6. Referencias

**Berglund, B; Hassmén. P.; Job Soames, R. F.** [1996] *Source and effects of low frequency noise*. Journal Acoustics Soc. Am 99(5), May, 1996

**Everest, F. Alton.** (2000) *Master Handbook of Acoustics*, ISBN: 0071360972, pag 108

**Gerges, Samir N.Y.** (2000) *RUID Fundamentos e Controle*, NR Editora, 2ª ed., Florianopolis –SC - Brasil.

**NHO 01. NORMA DE HIEGIENE OCUPACIONAL** (1999), FUNDACENTRO Brasil

**Norma Brasileña – NBR-10152.**(1987) *Niveis de Ruido Para Conforto Acústico*

**Norma DIN-EN 458:**1994 Hearing protectors - Recommendations for selection, use, care and maintenance - Guidance document (FOREIGN STANDARD)

**Norma Reglamentadora NR-15,** Anexo 1 - Brasil

**Peterson, A. P. G.; Goss, Jr. E. E.** (1978) *HANDBOOK OF NOISE-MEASURENENT*, Copyrught by Genrad Inc. Concord, Massachusetts USA

**Webb, J. D.** (1978) *Noise control in Industry*, John Wiley&Sons, Inc. New York

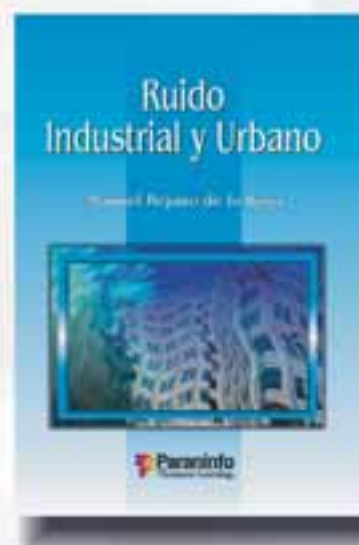
**Yorg, C. M.** Evaluación Acústica de una central hidroeléctrica (2000) - Curitiba - Brasil

THOMSON



PARANINFORMA

# MANUALES IMPRESINDIBLES



Más información en:

[www.thomsonparaninfo.com](http://www.thomsonparaninfo.com)

Recortar el boletín de pedido y enviar a: Thomson Paraninfo, s/ Magallanes 25, 28015 Madrid  
También puede hacer su pedido por teléfono al número 91 446 33 50 - Fax 91 445 62 18

No olvide indicar nº de campaña si el pedido es a través de e-mail

Ruego me envíen los títulos que indico a continuación:

Campaña 132

THOMSON  
PARANINFORMA

ISBN: 84-283-2799-8 **Acondicionamiento acústico.** 40,40 Euros  
 ISBN: 84-283-2571-5 **Acústica arquitectónica aplicada.** 63,40 Euros  
 ISBN: 84-283-2636-3 **BDAISACO.** 202,80 Euros  
 ISBN: 84-283-2639-8 **Ingeniería acústica.** 67,90 Euros  
 ISBN: 84-283-2682-7 **Ruido industrial y urbano.** 18,70 Euros

Nombre y Apellidos \_\_\_\_\_ DNI/CIF \_\_\_\_\_  
 Calle \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_  
 Ciudad \_\_\_\_\_  
 Distrito Postal \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_  
 Fecha \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_

Para su pago:  
 Remitativo postal de \_\_\_\_\_ euros  
 Adjunto cheque de \_\_\_\_\_ euros  
 Envíen a reembolso con gastos a mi cargo  
 Efectúen cargo en tarjeta de crédito:  
 VISA  
 AMERICANEXPRESS

Número \_\_\_\_\_  
 Titular \_\_\_\_\_  
 Fecha de caducidad \_\_\_\_\_

Firma del titular  
de la tarjeta

Precios válidos salvo error de impresión.

Gastos de envío 3 euros (en el caso de reembolso existe una tasa añadida por Correos, según sus tarifas vigentes)

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica 15/99, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, le informamos de que los datos personales que nos ha facilitado pasarán a formar parte de la base de datos de ITES Paraninfo S.A., con la finalidad de poder informarle sobre las ofertas, productos y promociones que ofrece ITES Paraninfo S.A. Ud. Podrá dirigirse en cualquier momento al departamento de atención al cliente de ITES Paraninfo S.A. (c/ Magallanes, 25 28015 Madrid) para solicitar la cancelación, rectificación, acceso y oposición de los datos facilitados.



MURCIA : Plaza de la Cerámica, 6, 1º I. 30500 Molina de Segura (Murcia). ALICANTE : Avda. Juan Sanchis Candela, 28. 03015 Alicante. MADRID : Cl. Isla Graciosa, 4/4ª. 28034 Madrid



**Acusttel**<sup>®</sup>

compromiso por la calidad acústica

empresa patrocinadora de Tecniacústica 06 en Gandía

## ingeniería para el control del ruido

- instalaciones acústicas
- laboratorio de ensayos
- ingeniería y consultoría acústica
- I+D+i

**902 36 02 52**



Empresa con acreditación ENAC como laboratorio de ensayos acústicos

GANDIA (central) : Polígono Industrial Benieto. C/ Del Transporte, nº 12., Bloque 2, Nave 14. Apdo. correos 27. 46702 Gandia (Valencia)

[www.acusttel.com](http://www.acusttel.com) | [info@acusttel.com](mailto:info@acusttel.com)