

MEDICINA y SEGURIDAD *del trabajo*

Originales

Evaluación del ruido y el confort acústico en la Biblioteca Agrícola Nacional. Lima, Perú

Noise and acoustic confort evaluation at the National Agriculture Library. Lima, Peru

Yeny Rodríguez Cisneros¹, Wilfredo Baldeón Quispe²

1 Ing. Ambiental. Universidad Nacional Agraria La Molina – UNALM. Lima. Perú.

2 Departamento de Ing. Ambiental, Física y Meteorología – UNALM. Lima. Perú.

Recibido: 28-02-2017

Aceptado: 29-11-2017

Correspondencia

Wilfredo Baldeón Quispe

Departamento de Ing. Ambiental, Física y Meteorología – UNALM.

Correo electrónico: wbaq@lamolina.edu.pe

Resumen

La Biblioteca Agrícola Nacional (BAN) es la principal biblioteca de temática agropecuaria líder de Perú. Presta servicios en nueve salas de lectura, en dos edificaciones. Hasta la fecha, no se habían realizado evaluaciones de la percepción ni del confort acústico en salas de lectura como lo son las de una biblioteca. Dado que las bibliotecas son una de las principales herramientas para el desarrollo profesional, planteamos evaluar la percepción del ruido ambiental, determinar los niveles de ruido y el confort acústico en la BAN. Para ello encuestamos a 359 usuarios de la BAN, medimos los niveles de ruido y determinamos el bienestar acústico siguiendo la metodología establecida por el INDECOPI¹ y el INSHT² respectivamente. Las encuestas concluyeron que el 65.9% de los usuarios de la BAN perciben las salas de estudio como «poco silenciosas» y un 70.2% indica que el ambiente sonoro es «agradable». Los niveles de ruido oscilaron entre 44.1 y 54.2 dBA. Respecto al confort acústico, se dedujo que las salas Ciencias, Hemeroteca, Referencias, Ciencias Sociales, Agricultura y Tesis son acogedoras; sin embargo, los resultados no son precisos para toda la BAN, pues se encontraron diferencias significativas entre el PPD_{r-objetivo} y el PPD_{r-subjetivo}.

Med Segur Trab (Internet). 2018;64(250):17-32

Palabras clave: ruido, percepción, confort acústico, IRO, biblioteca.

Abstract

The National Agricultural Library (BAN) is the leading library in agricultural and livestock issue of Peru. It provides services in nine reading rooms in two buildings. Evaluations of the perception and the acoustic confort in reading rooms, as those of a library, had not been carried out up until now. As libraries are known for being one of the principal tools for professional development, it was considered to evaluate the perception



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

of the environmental noise, to determine its noise levels and the acoustic comfort in the BAN. For this purpose, 359 BAN users were polled, noise levels were measured and acoustic comfort was determined following the methodology established by INDECOPI¹ (National *Institute* for the Defense of Free Competition and the Protection of Intellectual Property) and INSHT (National *Institute* for *Safety* and Health at *Work*)² respectively. It was found that 65,9% of BAN users perceive study rooms as «quiet» and 70,2% indicate that the sound environment is «comfortable». The noise levels ranged from 44,1 to 54,2 dBA. Concerning the acoustic comfort, it was established that the Sciences, Newspaper and Periodicals Library, References, Social Sciences, Agriculture and Thesis rooms are comfortable. However, the results are not accurate for the whole BAN, as significant differences between $PPD_{n-objective}$ and $PPD_{n-subjective}$ were found.

Med Segur Trab (Internet). 2018;64(250):17-32

Keywords: noise, perception, acoustic comfort, IRO, library.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente vivimos en una situación donde la educación es una de las principales herramientas para el desarrollo profesional, en este mundo académico altamente competitivo la biblioteca es un componente esencial de la expresión intelectual de una institución³. La Biblioteca Agrícola Nacional es la principal biblioteca de temática agropecuaria líder del Perú. Se ubica en el campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), donde presta servicios en dos edificios, en nueve salas, seis de ingreso restringido (Ciencias, Hemeroteca, Referencias, Ciencias Sociales, Agricultura y Tesis) y tres de ingreso libre (Pasillo, 3° Piso y VLIR).

Existen evaluaciones de ruido en el ámbito académico, donde generalmente se determina el nivel sonoro continuo equivalente y se compara con la normativa correspondiente; sin embargo, no se realiza una evaluación del confort acústico, donde se analiza cómo se percibe el ambiente acústico donde se desenvuelven las personas. Para ello se han desarrollado metodologías, sin embargo, su aplicación y análisis son mínimos.

En la BAN anteriormente se han realizado mediciones de los niveles de ruido encontrando valores cercanos a 70 dBA⁴, estos valores superan los niveles indicados en la norma nacional. Adicionalmente, a la fecha, todas las salas de servicio cuentan con un buzón de sugerencia; cuando se abrió a fines del primer semestre del 2015, se encontró que los reclamos de los usuarios estaban relacionados principalmente con el ruido. Por otra parte, en la revisión bibliográfica, se encontró estudios en otros países en bibliotecas universitarias cuyos resultados indican que en todos ellos se superaron los niveles de ruido permitidos para ambientes de estudio. Tomando como referencia estos estudios y los precedentes detallados, es importante conocer la situación real de la BAN, por ello en el presente trabajo de investigación se busca evaluar la percepción del ruido ambiental, determinar los niveles de presión sonora y determinar el confort acústico en las salas de lectura de la BAN. Los resultados de la investigación serán la base para el planteamiento o reformulación de programas que favorezcan el bienestar y desempeño de los usuarios.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Definiciones básicas

La Normativa Peruana⁵ define:

- Sonido: Energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición.
- Ruido: Sonido no deseado que molesta, perjudica o afecta a la salud de las personas.
- Decibel (dB): Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora.
- Decibel A (dBA): Unidad adimensional del nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A, que permite registrar dicho nivel de acuerdo al comportamiento de la audición humana.
- Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT): Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.

2.2. Efectos del ruido

Está demostrado que el ruido puede afectar el rendimiento de los procesos cognitivos, especialmente en trabajadores y estudiantes; incluso una exposición a bajos niveles de ruido produce un sentimiento de rechazo hacia el agente estresante, que se

traduce en un serie de reacciones conductuales tales como irritabilidad, inestabilidad emocional y ansiedad⁶.

Niveles de ruido con 35 dBA o más interfieren en la comunicación oral, ocasionando deficiencias en la percepción del habla y disturbios en el análisis de la información⁷. Cuando la diferencia entre los niveles de ruido ambiental máximo y mínimo en un determinado ambiente es menor de 5 dBA (siempre y cuando el ruido ambiental se encuentre en un nivel aceptable, por debajo de los 55 dBA para tareas de oficina y, por debajo de los 45 dBA si las tareas requieren de mucha concentración); no existe perturbación en el nivel de atención y concentración⁸.

El ruido ocasiona también efectos nocivos en varios aspectos de la conducta social. En una investigación realizada en 1973 en un aula universitaria, se colocó como sonido de fondo sonidos del tránsito de vehículos; observándose que la participación de los estudiantes disminuía, que los profesores pedían con menor frecuencia la opinión de los estudiantes y, que las intervenciones de los alumnos eran irrelevantes⁹.

En tareas donde se exige un alto nivel de concentración, el ruido puede ser un gran problema, no en el aspecto de generación de pérdida auditiva, sino en el confort. En estos ambientes, las conversaciones constituyen la primera causa de disconfort y distracción, no por el nivel sonoro generado, sino por la percepción del contenido informativo¹⁰.

2.3. Nivel de ruido en bibliotecas

En la Tabla 1, se observan los valores de L_{Aeq} máximos para una biblioteca.

Tabla 1. L_{Aeq} para bibliotecas.

Área	País				
	Perú ^a	España ^b	Brasil ^c	Chile ^d	México ^e
General	50 dBA	<50	<45	<50	<50
L_{Aeq}	(Diurno)	dBA	dBA	dBA	dBA
Área de lectura	—	< 35 dBA	—	—	—

Fuente: Elaboración propia.

^a Al no contar con legislación nacional aplicada a bibliotecas, se tomó como referencia el ECA-Ruido diurno para Zonas de Protección Especial, donde están incluidas las áreas de estudio como las universidades. Se tomó como referencia el valor del ECA-Diurno.

^b NTP -503. Norma española (INSHT, 2004).

^c NBR 10152: Niveis do ruído para conforto acústico (ABNT, 1986).

^d Estándares para bibliotecas universitarias chilenas (CRUCH, 2003).

^e Normas para bibliotecas de instituciones de educación superior e investigación de México (CONPAB-IES, 2012).

2.4. Confort acústico

Un ambiente acústico confortable es aquel en donde el carácter y la magnitud de todos sus sonidos son compatibles con el uso satisfactorio del espacio y es percibido como tal por los usuarios¹⁴.

a) Factores que afectan el confort acústico

Las molestias producidas por el ruido varían en función de las características de las personas como la edad, sexo, motivación, estatus social, costumbres culturales; el tipo de actividad, los periodos de trabajo o descanso, el grado de dificultad de las tareas, grado de concentración, la importancia de la comunicación entre los trabajadores y; los parámetros que definen el ruido como la intensidad, la frecuencia, la duración y tipo de ruido¹⁵.

b) Evaluación del confort acústico

El INSHT² presenta una serie de metodologías para la evaluación del confort acústico, en esta investigación se aplicó la metodología del Índice de Ruido de Oficinas (IRO). El

IRO está basado en los resultados obtenidos en un estudio realizado por Hay y Kemp en 1972, donde se aplicó un cuestionario a 624 personas, utilizando como herramienta una escala de valoración de 7 puntos, donde 1 se consideró como «muy satisfactorio» y 7 como «muy insatisfactorio». Se tomó las respuestas para medir los porcentajes de insatisfacción y se relacionó con la diferencia de los descriptores de ruido, el L_{10} y el L_{90} . La relación se muestra en la siguiente ecuación:

$$IRO = L_{90} + 2,4 (L_{10} - L_{90}) - 14$$

Donde:

L_{10} : Nivel de presión sonora (dBA) que se sobrepasa durante el 10 por ciento del tiempo de observación

L_{90} : Nivel de presión sonora (dBA) que se sobrepasa durante el 90 por ciento del tiempo de observación

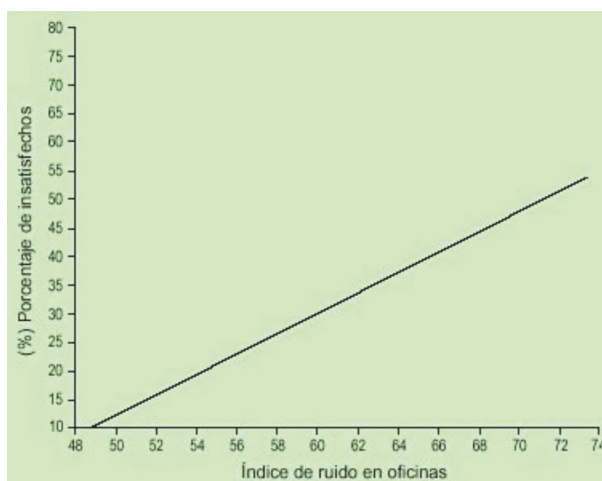
La **Tabla 2** y la **Figura 1** muestran la relación entre el IRO y el porcentaje de personas insatisfechas por el ambiente acústico (PPD). En la **tabla** se observa que la variabilidad del ruido es uno de los factores de mayor incidencia en el grado de malestar de las personas.

Tabla 2. PPDr por el ruido en oficinas.

L_{10} (dBA)	$L_{10} - L_{90}$ (dBA)								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
55	14	17	20	22	25	28	31	34	37
56	16	19	22	24	27	30	33	36	39
57	18	21	23	26	29	32	35	38	40
58	20	23	25	28	31	34	37	40	42
59	22	25	27	30	33	36	39	42	44
60	24	27	29	32	35	38	41	44	46
61	26	29	31	34	37	40	43	46	48
62	28	30	33	36	39	42	45	47	50
63	30	32	35	38	41	44	47	49	52
64	32	34	37	40	43	46	49	51	54
65	34	36	39	42	45	48	51	53	56

Fuente: INSHT, 2004.

Figura 1. Relación entre el PPD, y el IRO.



Fuente: INSHT, 2004.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para el cumplimiento de los objetivos se siguió la siguiente metodología:

3.1. Evaluación de la percepción del ruido ambiental en las salas de la Biblioteca Agrícola Nacional

Para ello se elaboró una encuesta dirigida a los usuarios de la BAN. La encuesta se realizó en las instalaciones de la Biblioteca Agrícola Nacional, durante el mes de agosto de 2015.

- Población: La población estuvo conformada por los estudiantes universitarios de la UNALM que acuden a la BAN. Considerando la data histórica de cinco años, se consideró una población de 5400 personas.
- Muestra: Para el cálculo de la muestra en poblaciones donde la variable de estudio es cualitativa, se utiliza la siguiente expresión estadística¹⁶:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times P \times Q}{d^2 (N - 1) + (Z^2 \times P \times Q)}$$

Donde:

n = muestra

N = Total de la población (5 400)

Z = nivel de confianza (1,96 para un nivel de confianza al 95%).

P = proporción esperada (0,5 cuando no se conoce).

Q = 1 - P.

d = precisión (se trabajó con una precisión de 5%).

Reemplazando los valores se obtiene:

$$n = \frac{5\,400 \times 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}{0,05^2 (5\,400 - 1) + (1,96^2 \times 0,5 \times 0,5)} = 359 \text{ usuarios}$$

Estos 359 usuarios fueron distribuidos en las nueve salas de lectura de la BAN. Para conocer el valor de las muestras estratificadas se utilizó la información proporcionada por la Unidad Técnica de Sistemas e Informática de la BAN. La proporción y el valor de las submuestras se presentan en la [Tabla 3](#).

Tabla 3. Muestra estratificada por salas.

Sala	Proporción	Sub muestra
Pasillo	23.0%	82
Ciencias	9.9%	36
Hemeroteca	3.4%	12
Referencias	2.2%	8
CCSS	3.8%	14
Agricultura	7.3%	26
3° Piso	23.8%	85
Tesis	10.0%	36
VLIR	16.6%	60
Total	100.0%	359

Fuente: Elaboración propia.

Para la selección de la muestra se consideró solo a los estudiantes de la UNALM. Se encuestó a todos los presentes que aceptaron participar de la encuesta hasta completar el valor de la muestra. Se excluyó del estudio a los alumnos e investigadores de otras universidades o instituciones que visitan la biblioteca, y aquellos alumnos que manifestaron acudir a las salas de la BAN menos de una hora a la semana.

Para el diseño de las preguntas y las variables de la encuesta (Tabla 4), se tomó como referencia guías metodológicas y estudios^{2,17}. Antes de su aplicación, fue validada por 15 usuarios de la BAN; asimismo, fue revisada y aprobada por profesores de las carreras de Ing. Ambiental e Ing. Estadística de la UNALM.

Tabla 4. Variables de la encuesta.

Edad					
<20]			[21,25]		
[26, 30]			>30		
Sexo					
Femenino			Masculino		
Carrera					
Agrícola	Agronomía	Ing. Ambiental	Biología	Economía	Estadística
Ing. Forestal	Gest. Empresarial	Ind. Alimentarias	Meteorología	Ing. Pesquera	Zootecnia
Ciclo					
I	II	III	IV	V	VI
VII	VIII	IX	X	Otros	-
Sala					
Pasillo		Ciencias		Hemeroteca	
Referencias		CCSS		Agricultura	
3° Piso		Tesis		VLIR	
Horas de estudio					
[1-5>	[5,10>	[10,15>	[15,20>	[20,25]	>25
Edificio					
Nuevo			Antiguo		
Nivel de ruido					
Muy ruidoso			Ruidoso		
Poco ruidoso			Silencioso		
Confort acústico					
Muy confortable			Confortable		
Inconfortable			Muy inconfortable		
Afección a la concentración					
Sí, bastante			Sí, regularmente		
Sí, poco			No afecta		
Fuente de ruido					
Diálogo de usuarios		Diálogo de trabajadores		Eventos externos	
Eventos internos		Equipos		Otros	
No hay ruido		—		—	
Problema auditivo					
Sordera		Zumbido		Dolor de oído	
Otro		No		—	

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Determinación de los niveles de presión sonora en las salas de lectura de la Biblioteca Agrícola Nacional y evaluación del cumplimiento de la normativa ambiental

Para ello se determinó el L_{Aeq} de las salas de lectura de la BAN. Se siguió la metodología establecida por el INDECOPI¹. En la [Tabla 5](#) se muestra la cantidad de puntos de monitoreo en cada una de las salas de la biblioteca.

Para la medición se utilizó un sonómetro integrador Extech modelo 407788. Para obtener un valor final de L_{Aeq} por salón, se calculó el promedio logarítmico de los valores encontrados. Las mediciones se realizaron en octubre de 2015, en un periodo de clases de ciclo regular universitario.

Para la evaluación del cumplimiento de la normativa ambiental, se comparó los resultados con los valores del Estándar Nacional de Ruido Ambiental y otras normas internacionales. Se tomó como referencia los valores mostrados en la [Tabla 1](#).

Tabla 5. Puntos de monitoreo de los niveles de ruido en las salas de la BAN.

Sala	Puntos de monitoreo
Pasillo	3
Ciencias	6
Hemeroteca	3
Referencias	1
CCSS	3
Agricultura	6
3° Piso	6
Tesis	3
VLIR	3
Total	34

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Determinación del confort acústico en las salas de lectura de la Biblioteca Agrícola Nacional

Para ello se determinó el valor del IRO y el PPD_r en cada una de las salas de la BAN, según la metodología establecido en por el INSHT [2]. El INSHT no establece un valor referencial de PPD para afirmar que un ambiente es confortable o no, sin embargo, en la NTP 779¹⁸ utilizada para la evaluación del confort térmico indica que dependiendo de la categoría del recinto, el PPD puede tener un valor máximo de 15. Es decir, si bien no se puede asegurar que todos los individuos de un recinto estén satisfechos con el ambiente acústico (debido a que el confort está constituido por características individuales) se debe buscar que las condiciones satisfagan a un gran porcentaje. Por lo tanto, en esta investigación, para afirmar que el ambiente es confortable, y por lo tanto los usuarios en su mayoría están conformes con el ambiente acústico, se tomó como referencia un valor máximo de PPD_r de 15.

3.4. Comparación entre el $PPD_{r-objetivo}$ y el $PPD_{r-subjetivo}$

Los resultados de la encuesta arrojaron un valor de $PPD_{r-subjetivo}$ para toda la BAN, en el caso de los $PPD_{r-objetivo}$ estos se obtuvieron por sala. Para poder hacer la comparación entre ambos valores, se calculó un valor ponderado considerando la proporción de las submuestras en cada sala.

4. RESULTADOS

4.1. Percepción del ruido interno en las salas de la Biblioteca Agrícola Nacional

a) Información general

Los datos recopilados en la encuesta proporcionaron la siguiente información:

- Edad: El 65.5% tienen entre 20 y 25 años, y el 25.9% es menor de 20 años.
- Sexo: El 54 por ciento de los usuarios fueron mujeres y el 46 por ciento fueron varones.
- Carrera o especialidad: La mayoría de los usuarios son de las carreras de Agronomía (20.3%), Industrias Alimentarias (13.1%) e Ingeniería Agrícola (9.7%), mientras que los alumnos de la carrera de Meteorología (4.2%) tienen la menor proporción.
- Horas de estudio a la semana: El 48.7 % de los usuarios permanecen entre 1 a 5 horas, el 25.9 % entre 6 a 10 horas y el 13.1% entre 11 a 15 horas.

b) Resultados descriptivos

En la [Tabla 6](#) se observan los resultados descriptivos de la percepción de los usuarios en relación al ruido ambiental en las salas de la BAN. Al preguntarles respecto a los niveles de ruido, se observa que las salas de la BAN fueron categorizadas como «poco ruidosa» por el 65.7 por ciento de los usuarios, seguido de un 19.8 por ciento que indicó «ruidoso», solo un 3.9 por ciento la calificó como «muy ruidoso» y un 10.6 por ciento «silencioso».

Al consultar sobre el confort acústico, el 70.2 por ciento de los usuarios categorizó el ambiente como «confortable», mientras que un 22.3 por ciento como «inconfortable». Los resultados concuerdan con la distribución porcentual de los niveles de ruido percibidos en la pregunta anterior.

Se les preguntó a los usuarios cuánto afecta en su concentración los niveles de ruido que perciben. Solo el 21.4 por ciento manifestó que los niveles de ruido «no» perturban su concentración, mientras que el 78.6 por ciento indicó que «sí» se desconcentran, de este porcentaje la mayoría mencionó que la afección en la concentración es «poco».

En relación a las fuentes de ruido, se les solicitó a los usuarios indicar las causas de ruido. El 82.2 por ciento mencionó el «diálogo de los usuarios», el 41.2 por ciento el «diálogo de trabajadores» y el 39 por ciento indicó los «eventos internos» (en esta categoría se han incluido capacitaciones, trabajos de mantenimiento, tránsito de las personas, movimiento de sillas y carpetas, entre otros); solo un 2.5 por ciento manifestó que «no hay ruido».

Para obtener mayor información sobre las causas de ruido, se les indicó a los usuarios que valoricen las principales fuentes de ruido. Los resultados se presentan en la [Tabla 7](#) (los pesos de cada ítem pueden variar entre 0 y 1). De la [Tabla 7](#) se observa que la distribución de los pesos tiene el mismo orden que los obtenidos en el análisis por porcentajes, es decir, el «diálogo de los usuarios» es identificado como una fuente de ruido por el 82,2 por ciento de los usuarios y, adicionalmente es considerada como la principal fuente de ruido.

Respecto a los problemas auditivos, el 93.9 por ciento manifestó no tener problemas auditivos y el 6.1 por ciento afirmó lo contrario. Sin embargo, es muy probable que este porcentaje sea mucho mayor, pues existen personas que desconocen u ocultan tener un problema auditivo.

Tabla 6. Percepción de los usuarios del ruido en la BAN.

Nivel de ruido en la BAN		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Muy ruidoso	14	3.9%
Ruidoso	71	19.8%
Poco ruidoso	236	65.7%
Silencioso	38	10.6%
Confort acústico		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Muy confortable	14	3.9%
Confortable	252	70.2%
Inconfortable	80	22.3%
Muy inconfortable	13	3.6%
Afección en la concentración		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Sí, afecta bastante	27	7.5%
Sí, afecta regularmente	82	22.8%
Sí, afecta poco	173	48.2%
No afecta	77	21.4%
Fuentes de ruido		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Diálogo de usuarios	295	82.2%
Diálogo de trabajadores	148	41.2%
Eventos externos	124	34.5%
Eventos internos	140	39.0%
Equipos	52	14.5%
Otros	83	23.1%
No hay ruido	9	2.5%
Problema auditivo		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Sordera	2	0.6%
Zumbido	11	3.1%
Dolor de oído	8	2.2%
Otro	1	0.3%
No	337	93.9%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Peso ponderado de las fuentes de ruido.

Ítem	Peso			Sumatoria	Peso
	3	2	1		
Diálogo de los usuarios	220	54	21	789	0.733
Diálogo de los trabajadores	49	66	33	312	0.290
Eventos externos	25	40	59	214	0.199
Eventos internos	41	57	42	279	0.259
Equipos	5	20	27	82	0.076
Otros	10	42	31	145	0.135
No hay ruido	9	-	-	27	0.025

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Determinación de los niveles de presión sonora y el confort acústico en las salas de lectura de la BAN. Comparación con la normativa nacional

En la **Tabla 8** se muestran los resultados obtenidos en las nueve salas de la BAN. Se presenta el L_{Aeq} , el IRO y el PPD_r de las mediciones realizadas.

Tabla 8. Parámetros del ruido en las salas de la BAN.

Sala	Parámetros		
	L_{Aeq} (dBA)	IRO	PPD_r
Pasillo	51.0	52.3	17.0
Ciencias	47.2	45.7	10.0
Hemeroteca	46.6	47.4	10.0
Referencias	47.0	42.2	10.0
CCSS	44.1	42.5	10.0
Agricultura	47.6	45.6	10.0
3° Piso	52.8	51.4	15.1
Tesis	50.3	45.6	10.0
VLIR	54.2	52.7	17.9

Fuente: Elaboración propia.

De la **Tabla 8** se observa que en las salas Ciencias, Hemeroteca Referencias, CCSS y Agricultura, el nivel del L_{Aeq} es menor de 50 dBA, es decir, solo en estas salas, los niveles de ruido son acordes a lo establecido en el Estándar Nacional de Calidad de Ruido. Asimismo, se observa que solo en las salas Ciencias, Hemeroteca, Referencias, Ciencias Sociales, Agricultura y Tesis el PPD_r es menor de 15, es decir estos ambientes son confortables.

4.3. Comparación entre el $PPD_{r-objetivo}$ y $PPD_{r-subjetivo}$

Al comparar el $PPD_{r-objetivo}$ (obtenido por la medición de los parámetros del ruido ambiental) y el $PPD_{r-subjetivo}$ (resultado de las encuestas) se obtuvo lo siguiente:

- $PPD_{r-objetivo}$: 14.14 (su cálculo se presenta en la **Tabla 9**)
- $PPD_{r-subjetivo}$: 25.9 (inconfortable + muy inconfortable)

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos decir que existe una diferencia significativa entre el $PPD_{r-objetivo}$ y $PPD_{r-subjetivo}$. Siendo el $PPD_{r-subjetivo}$ casi el doble del valor del $PPD_{r-objetivo}$.

Tabla 9. Cálculo del $PPD_{r-objetivo}$ en la BAN.

Sala	Proporción	PPD_r	$PPD_{r-parcial}$
Pasillo	0.230	17.0	3.91
Ciencias	0.099	10.0	0.99
Hemeroteca	0.034	10.0	0.34
Referencias	0.022	10.0	0.22
CCSS	0.038	10.0	0.38
Agricultura	0.073	10.0	0.73
3° Piso	0.238	15.1	3.59
Tesis	0.100	10.0	1.00
VLIR	0.166	17.9	2.97
$PPD_{r-total}$	—	—	14.14

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los valores mostrados en la [tabla 9](#), podemos indicar que las salas Ciencias, Hemeroteca, Referencias, Ciencias Sociales, Agricultura y Tesis son confortables. Sin embargo, para toda la BAN, se encontró que los resultados no son precisos, pues se encontró diferencias significativas entre el $PPD_{r-objetivo}$ y el $PPD_{r-subjetivo}$. Sería muy conveniente que en las próximas investigaciones se realice correlaciones a fin de cuantificar esta desviación.

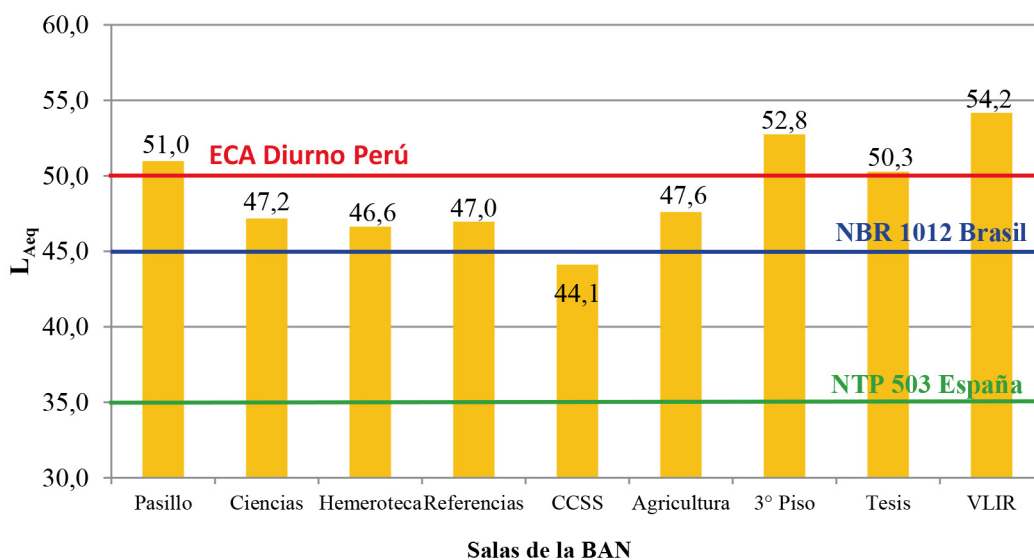
5. DISCUSIÓN

En relación a los resultados de la encuesta, se obtuvo que los niveles de ruido de la BAN son categorizados por la mayoría como «poco ruidoso» y «confortables». Si bien la percepción del nivel de ruido y el confort de un área determinada están asociados a las características propias del lugar, los resultados obtenidos son similares a los hallados en una investigación realizada en once bibliotecas españolas, donde en su mayoría los usuarios valoraron los niveles de ruido como «tranquilos»¹⁹. Respecto a las fuentes de ruido, se encontró que la principal fuente de ruido es el «diálogo de los usuarios», lo cual confirma lo manifestado en investigaciones anteriores^{10,20,21} donde se afirma que las conversaciones entre los usuarios son la principal fuente de ruido que perciben las personas.

En la presente investigación no se realizó el análisis estadístico de relación entre las variables estudiadas para evaluar la percepción ambiental del ruido. Sin embargo, en base a investigaciones revisadas, podemos afirmar que el sexo es una variable que influye en el confort²², que el hombre no puede ni debe adaptarse a los niveles de ruido^{23,24}, que la percepción de los niveles de ruido depende del lugar donde se encuentra la persona²⁵, que existe relación de dependencia entre las variables confort acústico y nivel de ruido²⁶, así como la existencia de dependencia entre nivel de ruido y concentración²⁵.

En la [Figura 2](#), se presentan los resultados del L_{Aeq} en las salas de la BAN y la comparación con la normativa nacional y extranjera. Al comparar los resultados con la normativa nacional, que coincide con los estándares de México y Chile, solo en cinco de las nueve salas se encontró valores menores de 50 dBA (Ciencias, Hemeroteca, Referencias, Ciencias Sociales y Agricultura); todos estos ambientes son de acceso restringido, es decir, solo se permite el ingreso a las personas que revisan material bibliográfico. Comparando los resultados con la norma brasilera, mucho más exigente que el estándar peruano, solo en la sala Agricultura se obtuvo un L_{Aeq} debajo de este nivel (45.1 dBA). Si se compara con la norma española, cuyo estándar es aún más restrictivo, en todas las salas los valores superaron los 35 dBA.

En cuanto a los niveles de ruido encontrados, las salas con mayor nivel de L_{Aeq} son las de libre acceso (VLIR, 3° Piso y el Pasillo de Lectura), lo cual era lo esperado, pues al no existir un personal de la BAN que controle el comportamiento de los usuarios, estos hacen un uso indebido de ella (en muchos casos, se observó alumnos durmiendo, bromeando e incluso almorzando). Por otra parte, las salas Tesis y VLIR están ubicadas en un edificio moderno inaugurado el 2012. Cuentan con un sistema de extracción de aire; cuando se realizó las mediciones de los parámetros del ruido, el sistema de extracción de aire se encontraba inoperativo (se pone en funcionamiento aproximadamente entre diciembre y mayo de todos los años, fechas donde se incrementa la temperatura ambiental, y permanece inoperativo entre junio y noviembre). Además existe un mezanine que comparten las salas Tesis y VLIR, que favorece la transmisión del ruido; en las temporadas de baja concurrencia, como en los periodos vacacionales, el eco generado se percibe fácilmente. En la sala Tesis se obtuvo un L_{Aeq} de 50.3 dBA, mientras que en la sala VLIR se obtuvo un L_{Aeq} de 54.2 dBA. Inicialmente, se pensó que estas salas tendrían los niveles de ruido más bajos, sin embargo, se detectó que al igual que el antiguo edificio de la BAN, que funciona desde 1962, no tiene un diseño acústico. Es paradójico que los niveles más altos de L_{Aeq} se hayan registrado en la edificación moderna, principalmente en la sala VLIR, que forma parte de un proyecto de cooperación interuniversitario, que busca brindar a los alumnos, ambientes adecuados para el desempeño académico de los estudiantes.

Figura 2. L_{Aeq} en las salas de la BAN.

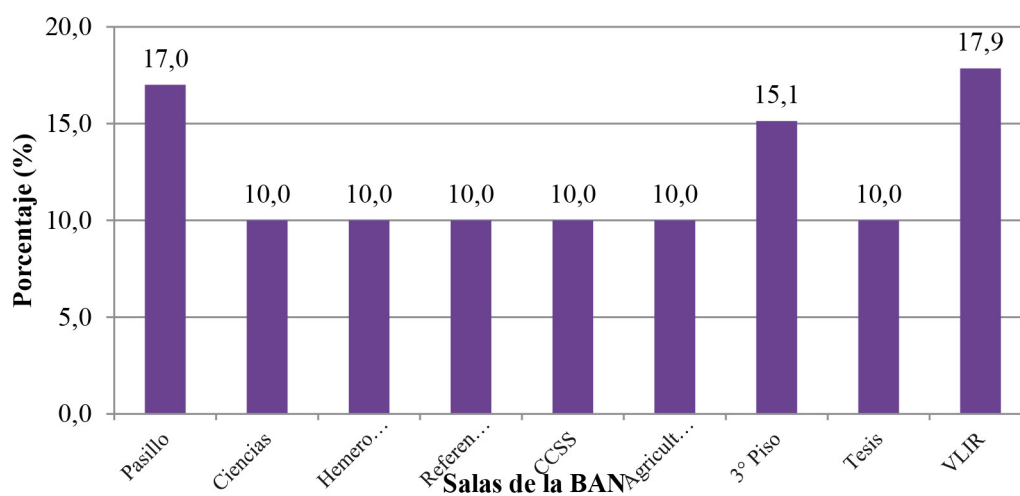
Fuente: Elaboración propia.

Al comparar los resultados con la normativa nacional, en la mayoría de los casos se superan los valores referenciales. Sin embargo, debemos considerar que una conversación en un tono normal, aproximadamente genera 50 dBA de presión sonora, teniendo en cuenta, que los métodos de estudio han pasado a ser grupales, donde la conversación es inherente a ello, es de suponer que los resultados medidos serán próximos de este valor. A fin de evitar la incomodidad de los usuarios, debe diferenciarse las salas de estudio individual, con las de estudio colectivo. Por otra parte, encontrar niveles de ruido ambiental de 35 dBA en ambientes de lectura, es muy difícil, más aún si la edificación no tiene un sistema acústico que favorezca la absorción del ruido. En estudios anteriores realizados en México²⁷, Brasil^{17,28} y España¹⁹ en ninguno de ellos se encontró niveles de ruido menores de 35 dBA. Esto evidencia que la problemática del ruido en las bibliotecas se da a nivel mundial, siendo un factor común identificado, el inexistente diseño acústico, que junto con el mal uso de los usuarios, incrementan los niveles de ruido. Cabe mencionar que los edificios de la BAN están construidos de hormigón y las fachadas están formadas por amplias mamparas de vidrio. Las superficies duras y pulidas, como el vidrio y el concreto pulido, absorben poco y reflejan mucho ruido²⁹; es decir las características de la construcción de los edificios de la BAN favorecen la transmisión de ruido.

En la Figura 3 se compara el valor de los PPD_r de las salas de la BAN. Se observa que en las salas Pasillo, 3° Piso y VLIR se obtuvo un PPD_r mayor a 15, por lo tanto el ambiente acústico no es confortable, y el disconfort se da por la presencia de ruido fluctuante. En nuestro país no se tiene estándares para la evaluación del confort acústico, por lo tanto se siguió la metodología del INSHT². Por los resultados, se puede verificar que un ambiente puede ser confortable, no necesariamente cumpliendo los estándares de ruido. En nuestro caso, en la sala Tesis a pesar que el L_{Aeq} superó el ECA-ruido de Perú y mucho más el estándar español (35 dBA), el ambiente acústico se considera confortable al ser aceptado por más de 85 por ciento de los usuarios. Si estos resultados se hubieran obtenido en España, ninguna de las salas cumplen con el estándar de ruido ambiental para salas de lectura, sin embargo, a pesar de ello, en seis de nueve salas se encontró que el PPD_r es igual a 10, por lo tanto se puede afirmar que son confortables. Por otra parte, al comparar el $PPD_{r-objetivo}$ con el $PPD_{r-subjetivo}$ se obtuvo una diferencia significativa de más de 11.76. En una investigación realizada en España realizada en once bibliotecas españolas se encontró diferencias entre los $PPD_{r-subjetivo}$ y $PPD_{r-objetivo}$ entre 3 y 24 por ciento¹⁹; es decir los resultados no son precisos pues existe una diferencia significativa. Una de las alternativas para profundizar sobre

la precisión de los resultados, hubiera sido comparar y correlacionar los valores de los $PPD_{r-subjetivo}$ y $PPD_{r-objetivo}$ por salas; sin embargo, los resultados de la encuesta son representativos y confiables para toda la biblioteca, más no para las salas. La metodología establecida por el INSHT para la evaluación del confort acústico hasta la actualidad no ha sido muy difundida y su aplicación es muy reducida, por lo resultados encontrados y tomando como referencia lo obtenido en la investigación realizada en España¹⁹ no se puede afirmar que sus resultados sean precisos. Como recomendación para futuras investigaciones, se podría complementar la investigación con otras metodologías como las curvas de valoración de ruido. Por otra parte, la encuesta ha sido desarrollada bajo un margen de error estadístico, lo cual le da más validez a sus resultados, por lo tanto se puede afirmar que los resultados de la encuesta son confiables, pero estos arrojan un resultado para todas las salas de la BAN, no para las salas de estudio.

Figura 3. PPD, en las salas de la BAN.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el confort es un estado de bienestar de la persona, si una persona acepta y se encuentra a gusto en un determinado ambiente, entonces esas condiciones favorecen su desempeño cognitivo o laboral. Si los usuarios de la BAN están incómodos por los niveles de ruido, esto afectará directamente su rendimiento académico, radica allí la importancia de diseñar ambientes confortables. Esto dependerá en gran medida del diseño de ingeniería del edificio, de su capacidad de absorción de ruido y, de la distribución y planificación del servicio. Se debe diferenciar las salas de estudio individual y grupal, no es factible mezclar estos ambientes, pues queda claro que las conversaciones entre los usuarios son la principal fuente de ruido, y además es el primer agente de distracción. En el caso de la BAN, es necesario que esto se complemente con un cambio en los hábitos de los usuarios de la BAN, que reflejen el respeto hacia los demás, en el uso de ambientes compartidos, como los son las salas de la biblioteca.

6. CONCLUSIONES

- Se encontró que el 65.9% de los usuarios de la BAN perciben las salas de estudio como «poco silenciosa», un 70.2% indica que el ambiente sonoro es «confortable» y un 78.6% indica que los niveles de ruido afectan su concentración. Además, se señaló al «diálogo de los usuarios» como la principal fuente de ruido.
- Se encontró que la percepción del nivel de ruido y el confort acústico están asociados a la sala en la que se encuentre el usuario; que el confort acústico está asociado al nivel de ruido percibido y de la existencia de algún problema auditivo

en la persona y; que el nivel de ruido percibido y la existencia de confort influyen en la capacidad de concentración del usuario.

- Al determinar el L_{Aeq} de las salas de la BAN se encontró valores entre 44.1 y 54.2 dBA. Al comparar estos resultados con el ECA de ruido peruano, cuatro salas sobrepasan el valor del ECA, pero a pesar de ello el 65 por ciento de los usuarios calificó las salas de la BAN como poco ruidosa y más del 70 por ciento como confortable.
- Al aplicar el método del Índice de Ruido en Oficinas para la evaluación del confort acústico, se encontró que las salas Ciencias, Hemeroteca, Referencias, Ciencias Sociales, Agricultura y Tesis son confortables. Sin embargo, para toda la BAN, se encontró que los resultados no son precisos, pues se encontró diferencias significativas entre el $PPD_{r-objetivo}$ y el $PPD_{r-subjetivo}$.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, PE). 2008. NTP-ISO 1996-2, 2008. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental. Lima, PE. 26 p.
2. INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, ES). 2004. NTP 503: Confort acústico: el ruido en oficinas. (en línea). Madrid, ES. Consultado 10 feb. 2017. Disponible en http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1031756
3. Ghosh Suhana, Barman Sangita, Chakravarti Dhruba Prosad. 2009. Ergonomic Issues in Academic Libraries in Kolkata, West Bengal: A Pilot Study. (en línea). Consultado el 18 feb. 2017. Disponible en: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1288&context=libphilprac>
4. Rivadeneyra Vera, J. 2012. Evaluación de la percepción de los alumnos al ruido exterior e interior en el campus de la universidad nacional agraria la molina. Tesis Ing. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 136 p.
5. PCM (Presidencia del Consejo de Ministros, PE). 2003. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Lima, PE. 11 p.
6. Maqueda, J.; Ordaz, E.; Cortés, R.; Gamo, M.; Bermejo, E.; Silva, A.; Asunsolo, A. 2010. Efectos extra-auditivos del ruido, salud, calidad de vida y rendimiento en el trabajo; actuación en vigilancia de la salud (en línea). Madrid, ES. 21 p. Consultado 6 feb. 2017. Disponible en: http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-publicaciones-isciii/fd-documentos/Efectos_extra_auditivos_del_ruido.pdf
7. Birgitta, B.; Thomas, L.; Dietrich, H; Schwela. SF. Guías para el ruido urbano. (en línea). Consultado 10 feb. 2017. Disponible en http://www.juristas-ruidos.org/Documentacion/guia_oms_ruido_1.pdf
8. Gómez-Cano, M. 2004. Cuestionarios: Ruido, evaluación y acondicionamiento ergonómico. (en línea). Madrid, ES. Consultado 10 feb. 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Aplicaciones/ficherosCuestionarios/naranja.pdf>
9. Hernández Barreda, E. 2005. Factores físicos del medio ambiente vinculado al aprovechamiento escolar, dentro de las secundarias del municipio de Colima. Tesis Ms. Arquitectura. Coquimatlán, MX. Universidad de Colima. 225 p.
10. INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, ES). 1989. NTP 242: Ergonomía: Análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas. (en línea). Madrid, ES. Consultado 15 feb. 2017. Disponible en http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTécnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_242.pdf
11. ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas, BR). 1986. NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico. (en línea). Consultado 10 feb. 2017. Disponible en http://www.joaopessoa.pb.gov.br/portal/wp-content/uploads/2015/02/NBR_10152-1987-Conforto-Ac_stico.pdf
12. CRUCH (Consejo de Rectores de Universidades Chilenas, CL). 2003. Estándares de Bibliotecas Nacionales Chilenas. (en línea). Valparaíso, CL. Consultado 20 ene. 2017. Disponible en http://cabid.cl/wp-content/uploads/2017/08/estandares2003_cabid.cruch_.pdf
13. CONPAB-IES (Consejo Nacional para asuntos bibliotecarios de las instituciones de Educación Superior, MX). 2012. Normas para bibliotecas de instituciones de educación superior e investigación. (en línea). Baja California, MX. Consultado 20 feb. 2017. Disponible en <http://www.conpab.org.mx/librosVersionHtml/pdf/Normas.pdf>
14. Ramírez, E. 2011. Metodología de evaluación ergonómica ambiental pos ocupacional para espacios públicos. Tesis M. Cochabamba, BO. Universidad Internacional de Andalucía. 120 p.

15. Llanea, J. 2009. Ergonomía y psicología aplicada. Manual para la formación del especialista. (en línea). Valladolid, ES. Consultado 22 ene. 2017. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=BnCTjxWTLoC&printsec=frontcover&dq=ergonomia+llanea&hl=es&sa=X&ved=0CBoQ6AEWAGoVChMIq7yi2oqeyAIVB48NCh3RIQJP#v=onepage&q=ergonomia%20llanea&f=false>
16. Aguilar-Barojas, Saraí. 2005. Fórmula para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud del estado de Tabasco. (en línea). Vol. 11. 333- 338: Consultado 30 ene. 2017. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
17. Falcão, S., Villarouco, V., Soares, M. 2009. Avaliação ergonômica do ambiente construído: estudo de caso em uma biblioteca universitária (en línea). Consultado 20 enero. 2017. Disponible en: <http://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/69>
18. INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. ES). 2007. NTP 779: Bienestar térmico, criterios de diseño para ambientes térmicos confortables. (en línea). Madrid, ES. Consultado 15 feb. 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a783/nTP-779.pdf>
19. Darwich, A; Fernández. 2006. Estudio de los factores ambientales en bibliotecas públicas de Barcelona y su influencia en la percepción por los usuarios (en línea). Barcelona, EP. Consultado 18 feb. 2017. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3068>
20. Mondelo, P; Gregori, E.; Gonzales, O.; Gómez, M. 2001. Ergonomía 4: el trabajo en oficinas. Barcelona, ES. Ediciones UPC. 321p.
21. Uchey, G. 2012. Relationship of Noise to Undergraduate Students' Use of Federal University Libraries in Nigeria. (en línea). Consultado 20 feb. 2017. Disponible en: <http://irjlis.com/wp-content/uploads/2011/12/11-IR066.pdf>
22. Torres, J. 2010. Climatización considerando el ahorro de energía y el confort térmico de las personas en ambientes dedicados a tareas de oficina. Tesis Mg. Santa Fe, AR. Universidad Nacional de San Juan. 128 p.
23. Bello, J; Gallego, I; Gázquez, L; Herrera, R; Mingorance, M; Talma, J. 2009. Cuestiones actuales de responsabilidad civil. (en línea). Madrid, ES. Editorial Reus. Consultado 20 nov. 2015. 320 p. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=aKoxUMxG0sAC&pg=PA7&lpg=PA7&dq=Cuestiones+actuales+dere+responsabilidad+civil&source=bl&ots=xLYZhZtxGz&sig=FOgXqLOtP7Y29WUE-UF_vCdBaAI&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiS_YyWhZTLahVCWx4KHbiUBisQ6AEILDAD#v=onepage&q=Cuestiones%20actuales%20de%20responsabilidad%20civil&f=false
24. Earthman, Glen I. 2002. School Facility Conditions and Student Academic Achievement. (en línea). Consultado 20 dic. 2015. Disponible en <http://escholarship.org/uc/item/5sw56439>
25. Balazova, I; Clausen, G; Rindel, J; Poulsen, T; Wyon, D. 2008. Open-plan office environments: A laboratory experiment to examine the effect of office noise and temperature on human perception, comfort and office work performance. (en línea). Consultado 20 dic. 2015. Disponible en: http://www.odeon.dk/pdf/C101-Indoor_Air_2008_Balazova.pdf
26. Huang, L.; Zhu, Y.; Ouyang, Q.; Cao, B. 2011. Study on the effects of thermal, luminous, and acoustic environments on indoor environmental comfort in offices. (en línea). Consultado feb. 2016. Disponible en: <http://www.researchgate.net/publication/241092580> (1)
27. Moreno, F.; Orozco, M.; Zumaya, M. 2013. Los niveles de ruido en una biblioteca universitaria, bases para su análisis y discusión. (en línea). Consultado 20 feb. 2017. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/ib/v29n66/0187-358X-ib-29-66-00197.pdf>
28. Capri, D.; Dos Santos, E.; Luiz, A. 2012. Ergonomía: estudo de caso em biblioteca universitária. (en línea). Santa Catarina, BR. Consultado 15 feb. 2017. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=16126403004>
29. Mondelo, P; Gregori, E.; Barrau, P. 1999. Ergonomía 1: Fundamentos. Barcelona, ES. Edicions UPC. 182 p.