



FIA 2014

IX CONGRESO
IBEROAMERICANO
DE ACÚSTICA
Valdivia CHILE

01 al 03
de Diciembre

Actas del Congreso
Actas do Congresso

www.acusticauach.cl
www.socha.cl



Universidad Austral de Chile
Conocimiento y Naturaleza





FIA 2014

**IX CONGRESO
IBEROAMERICANO
DE ACÚSTICA
Valdivia CHILE**

**ACTAS DEL CONGRESO
ACTAS DO CONGRESSO**

ISBN: 978-956-9412-13-4



ISBN: 978-956-9412-13-4

Editor
Jorge P. Arenas

Compilación Digital
Marco Antonio Gaete

© Copyright: 2014, Instituto de Acústica, Universidad Austral de Chile
www.acusticauach.cl

Comité Científico

Jesús Alba	Univ. Politécnica de Valencia, España
Danilo de Almeida	Ford Motor Company, Brasil
Daniel Álvarez	Lloyd's Register, Singapur
Julietta António	Univ. de Coimbra, Portugal
Hígini Arau-Puchades	Arau Acústica, España
Jorge Arenas	Univ. Austral, Chile
Pedro Arezes	Univ. do Minho, Portugal
Claudia Arias	Univ. Nacional de Córdoba, Argentina
César Asensio	Univ. Politécnica de Madrid, España
Carla Badani	Univ. de Chile
Juan Barrigón	Univ. de Extremadura, España
José Barros	Univ. Austral, Chile
Francisco Beltrán	Univ. Autónoma Metropolitana, México
J.L Bento-Coelho	Univ. de Lisboa, Portugal
Sylvio Bistafa	Univ. de Sao Paulo, Brasil
Ricardo Burdisso	Virginia Tech, Estados Unidos
Rodrigo Cádiz	P Univ. Católica, Chile
Pedro Cobo	CSIC, España
Víctor Cortínez	Univ. Tecnológica Nacional, Argentina
Francesc Daumal	Univ. Politécnica de Cataluña, España
Patricio de la Cuadra	P Univ. Católica, Chile
Jaime Delannoy	DuocUC, Chile
Romina del Rey	Univ. Politécnica de Valencia, España
Francisco Denia	Univ. Politécnica de Valencia, España
César Díaz	Univ. Politécnica de Madrid, España
Fernando Elizondo	Univ. Autónoma de Nuevo León, México
José Espinosa	Inst. de Salud Pública, Chile
Pablo Faúndez	Huawei European Research Center, Alemania
Chris Feuillade	P Univ. Católica, Chile
Sergio Floody	Univ. de Chile
Samir Gerges	Univ. Federal de Santa Catarina, Brasil
Luís Godinho	Univ. de Coimbra, Portugal
Elizabeth González	Univ. de la República, Uruguay
Ricardo Hernández	Univ. de Cádiz, España
Fidel Hernández	Univ. del Pinar del Río, Cuba
José Herrera	Zero America Latina, Chile
Carlos Jiménez	P Univ. Católica, Perú
Roberto Jordan	Univ. Federal de Santa Catarina, Brasil
Diego Ledezma	Univ. Autónoma de Nuevo León, México
Arcanjo Lenzi	Univ. Federal de Santa Catarina, Brasil
Celso Llimpe	P Univ. Católica, Perú
Antonio Marzzano	Seremi de Salud RM, Chile
Paulo Massarani	Inmetro, Brasil
Leonardo Meza	P. Univ. Católica, Chile
Leonardo Miranda	Volkswagen AG, Alemania
Alfonso Moreira	Bruel & Kjaer, Estados Unidos
Jorge Moreno	P Univ. Católica, Perú
Ricardo Musafir	Univ. Federal de Río de Janeiro, Brasil
Marco Nabuco	Inmetro, Brasil
Rodrigo Ordoñez	Univ. de Aalborg, Dinamarca
Felipe Otondo	Univ. Austral, Chile
Dinara Paixão	Univ. Federal de Santa María, Brasil

Jorge Patrício	LNEC, Portugal
Stephan Paul	Univ. Federal de Santa María, Brasil
Ignacio Pavón	Univ. Politécnica de Madrid, España
Jaime Ramis	Univ. de Alicante, España
Stelamaris Rolla	UNICAMP, Brasil
Claudia Rosas	Univ. Austral, Chile
Heidi Ruiz	Univ. Católica de Lovaina, Bélgica
Isolina Sánchez	Univ. de Cs. Médicas de Santiago de Cuba
Ilhuicamina Servín	Inst. Politécnico Nacional, México
Francisco Simón	CSIC, España
Enrique Suárez	Univ. Austral, Chile
Felipe Torres	Benbow Environmental, Australia
Nilda Vechiatti	LAL-CIC Bs. Aires, Argentina
Rodolfo Venegas	Carbon Air Ltd, Inglaterra
Erasmó Vergara	Univ. Federal de Santa Catarina, Brasil
César Vasques	Univ. de Porto, Portugal

Organización

Instituto de Acústica UACH
 Sociedad Chilena de Acústica, SOChA
 Federación Iberoamericana de Acústica, FIA
 Universidad Austral de Chile

Patrocinadores

International Institute of Acoustics and Vibration, IIAV
 International Commission for Acoustics, ICA
 Audio Engineering Society-Chile
 Ministerio del Medio Ambiente
 Centro de Estudios Científicos, CECs
 Colegio de Ingenieros Acústicos de Chile, AG
 Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Austral de Chile

Auspiciadores

Acustical
 AFE Sonido y Acústica
 Cía. Industrial el Volcán S.A.
 dBA Ingeniería
 Hunter Douglas
 INGMAC
 Nicolaides S.A.
 Proyectos Acústicos Ltda.
 Silentium
 Sonoflex
 SoundPLAN
 SPEVI
 Surplast S.A.
 Tecsis

PREFACIO

Este volumen de Actas contiene las conferencias y comunicaciones presentadas durante el IX Congreso Iberoamericano de Acústica, FIA2014, realizado en el Centro de Convenciones del Hotel Dreams Pedro de Valdivia, en la hermosa ciudad de Valdivia al sur de Chile, entre el 1 y 3 de diciembre de 2014. El volumen en 1500 páginas incluye los más de 150 trabajos científicos aceptados que cubren los tópicos de acústica de la edificación, acústica ambiental, electroacústica y metrología, ultrasonidos, acústica subacuática, procesamiento digital de señales, ruido y vibraciones en la industria, acústica fisiológica y psicológica, acústica musical, normativa acústica, materiales acústicos y audio profesional. Los trabajos fueron seleccionados por el Comité Científico y presentados por sus autores durante las sesiones técnicas del congreso. El volumen presenta las distintas investigaciones que se desarrollan en la comunidad acústica iberoamericana, dando una particular atención al fortalecimiento de la literatura técnica en los idiomas oficiales de los congresos de la Federación Iberoamericana de Acústica, FIA.

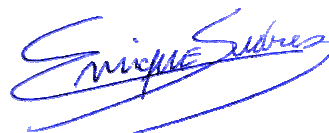
Creada precisamente en Valdivia en el año 1995, la Federación Iberoamericana de Acústica organiza cada dos años los Congresos Iberoamericanos, con la finalidad de promover el desarrollo y progreso de la Acústica en todas sus áreas, reuniendo a las asociaciones de países iberoamericanos de habla española y portuguesa.

Aprovechamos de agradecer a todos los auspiciadores y patrocinadores de este congreso y, muy especialmente a la Dirección de Investigación y Desarrollo (DID-UACH) por su gentil aporte a la publicación de estas Actas. Confiamos que esta publicación oficial del congreso será de utilidad a la comunidad científica iberoamericana y un real aporte al conocimiento de la acústica.

Valdivia, diciembre de 2014.



Dr. Jorge P. Arenas
Presidente FIA2014



Dr. Enrique Suárez
Vicepresidente FIA2014

TABLA DE CONTENIDOS

1701	Conforto sonoro em cidades – conceitos, instrumentos e estratégias	J.L. Bento-Coelho	1
1702	Acústica de turbinas eólicas: Medición, control e impacto ambiental	R.A. Burdisso	13
1703	Acontecimientos recientes en la dispersión acústica de cardúmenes de peces con vejiga natatoria	C. Feuillade	23
1704	Detecção e contribuição dos outliers para avaliações subjetivas de som	S.N.Y. Gerges R.A. Dias	33
1705	Evolución del marco normativo internacional en acústica de la edificación	M. Machimbarrena B. Rasmussen P. Fausti	51
0102	Caracterización Acústica de Superficies a través de Coeficientes de Absorción, Difusión y Dispersión.	N. Bastián A. Campos	71
0104	Rediseño acústico óptimo de recintos industriales	M.E. Sequeira V.H. Cortínez	81
0105	Rehabilitación acústica de fachadas de recintos en los alrededores del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas	C. Díaz A. Pedrero M ^a A. Navacerrada	93
0106	Estudio de sistemas de ventilación natural colocados en la carpintería de la ventana y su efecto sobre los niveles de inmisión sonora en los recintos	A. Díaz-Chyla C. Díaz M ^a A. Navacerrada A. Pedrero	103
0107	Comparación de parámetros acústicos calculados mediante distintos software	J. Mansilla S. Sato L. Rodiño A. Arias	113
0108	Medición de tiempo de reverberación y caracterización acústica de la catedral de sal de Zipaquirá	J.A. Aguacia D.A. Pardo B.J. Rodríguez	123
0110	Evaluación de la difusión acústica de recintos a partir de parámetros asociados a la reverberación	I.T. Servín D. Sánchez G. Ávila	132
0111	Reacondicionamiento y caracterización acústica de la cámara de reverberación del CIAL-UNC	C.C. Herrán A.R. Maristany D.A. Moyano	142
0112	Desarrollo de una fuente sonora omnidireccional liviana para mediciones de campo	A.R. Maristany D.A. Moyano P.E. Méndez	152

0114	Incidencia de la tipología de fachada en el aislamiento acústico al ruido aéreo en viviendas de la Región Metropolitana de Chile	L. Meza J. Delannoy A. Marzzano	158
0115	Influencia del vidriado en el aislamiento acústico de una ventana	F. Iasi N. Vechiatti	168
0116	Determinación estadística de los ciclos diarios de ruido ambiental mediante análisis de cluster. Aplicación al Barrio Bellavista de la ciudad de Santiago	A. Marzzano M. Araos C. Albornoz H. Lefin M. Fuentes J. Delannoy L. Meza	176
0117	Evolución acústica de las soluciones constructivas oficiales en el período 2005-2014 en Chile	J. Delannoy L. Meza A. Marzzano C. Arenas	186
0118	Validação de um protótipo de fonte sonora de impactos padronizados mediante resultados obtidos na avaliação do isolamento sonoro de impacto em pisos de edificações residenciais	R. Mojolla S.R. Bertoli	196
0119	Estudio del campo sonoro de una sala a baja frecuencia	D.K. Anthony M.J. Fernández F. Simón	206
0120	Optimización del diseño formal de envolventes para el control del ruido de tránsito	A.R. Maristany L. Abadía M. Agosto L. Carrizo M. Chitarrini	214
0121	Análisis de parámetros acústicos de recintos para dos condiciones de ocupación: Estudio de caso de un aula universitaria	G.A. Cravero S.P. Ferreyra H.C. Longoni M.D. Flores O.A. Ramos F.C. Tommasini	223
0122	Análisis espacial del índice energético temprano-tardío en aulas universitarias	S.P. Ferreyra G.A. Cravero H.C. Longoni M.D. Flores O.A. Ramos F.C. Tommasini	232
0124	Soluções de reforço/reabilitação acústica de lajes aligeiradas - Resultados laboratoriais	J. Antonio A. Tadeu A. Neves	242
0125	Plan de acción contra el ruido de actividades de ocio al aire libre	S. Jiménez J. Romeu A. Balastegui C. Vega	252
0126	Análise do índice de reconhecimento de fala na relação sinal ruído para o ruído de tráfego em salas de aula.	E.M.L. Moraes G.S.V. Melo D.D.R. Ramos M.U.P. Freitas C. Nagawo	261

0127	Desempenho Acústico de Fachadas de Edificações em Campus Universitário	S.R. Bertoli A. Moreira	270
0128	Diseño Acústico de recintos para Broadcasting	M. Huaquín	280
0129	Análisis experimental de la concentración sonora en recintos cupulares	A. Alcaino M. Huaquín	289
0131	Acústica del Centro Cultural de la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina	R.D. Ottobre M.L. Ottobre F. Suárez Vié A. Arias	298
0132	Capilla Museo Buffo: Cartografía Compositiva del Espacio	D. Payo S.P. Ferreyra G.A. Cravero H.C. Longoni A. Farina M. Eguia	308
0133	Isolação sonora de vedações em blocos de gesso	O.J.S. Júnior J.J.R. Silva M.A.S. Pinheiro	318
0134	Parâmetros acústicos em salas comuns de residências típicas no sul do Brasil	M.É. Klein A.S. Panosso S. Paul	327
0135	A classificação acústica como instrumento de validação dos processos de reabilitação acústica de edificios habitacionais	J. Patrício	336
0137	Determinación de diferencia por simplificación de diseño de salas en predicciones computacionales con técnicas de acústica geométrica	G. Moreira	344
0139	Técnica alternativa para la caracterización de propiedades vibro-acústicas con aplicación en acústica de la edificación	J.V Torres P. Molina E.G. Segovia J. Ramis	354
0141	Tratamiento acústico de un templo con geometría desfavorable	J.N. Moreno C. Jiménez R. Rivera	364
0202	Estudo de Impacto Ambiental da Instalação de Uma Via de Acesso a um Centro de Distribuição	M.L. Belderrain W. Montemurro R. Vaidotas	373
0205	Impacto del ruido de flujo vehicular en un sector urbano de la comuna de Ñuñoa	M. Saavedra	381
0206	Evaluación y gestión del ruido en aeropuertos colombianos	J.M. Aponte A.F. Mondragón C.C. Mesa E.F. Vergara	391
0207	Avaliação do ruído pneu-pavimento de estradas brasileiras pelo método CPX	E.F. Vergara J.M. Aponte S.N.Y. Gerges G. Trichês	401

0208	Estructura temporal del ruido urbano y Método de Categorización	C. Prieto-Gajardo G. Rey-Goza J.M. Barrigón-Morillas V. Gómez-Escobar R. Vilchez-Gómez J. Méndez-Sierra J. Trujillo-Carmona R. Maderuelo-Sanz D. Montes-González P. Atanasio-Moraga	409
0209	Actualización de la situación acústica de la Ciudad Monumental de Cáceres y evaluación de la percepción de los transeúntes	S. Díaz-Muñoz J.M Barrigón-Morillas V. Gómez-Escobar G. Rey-Goza R. Vilchez-Gómez J. Méndez-Sierra J. Trujillo-Carmona C. Prieto-Gajardo D. Montes-González P. Atanasio-Moraga	419
0210	Evaluación de Modelos de Predicción de Ruido de Tránsito Vehicular en Ciudades Pequeñas: Casos Ciudad de Valdivia y Osorno	N. Bastián J. Alvarez F. Moreno	429
0211	Desenvolvimento de uma ferramenta para análise do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) na área de emissões sonoras	A. Alves D.X. da Paixão	439
0212	Confort acústico-urbano en la ciudad de México. El caso de un corredor urbano en la Delegación Azcapotzalco	D.R. Ponce F.E. Rodríguez-Manzo	449
0213	Impacto de la planeación urbana en el ambiente sonoro de la Delegación Azcapotzalco de la Ciudad de México. El caso del Jardín Hidalgo	F.E. Rodríguez-Manzo E. Garay-Vargas L.A. Lancón-Rivera G. Sánchez-Ruiz	458
0214	Análisis de las diferencias entre los descriptores acústicos NPSeq y NPSmáx para maquinaria utilizada en faenas de construcción reguladas por el D.S. N° 38/2011 MMA	M. Glisser A. Santos	468
0215	Mapa de Ruido de la Ciudad de Buenos Aires, Argentina, Primera etapa: Planteo metodológico y presentación del mapa de ruido de la comuna 4	R.D. Ottobre G. Said L. Carilli F. Deuschle	478
0216	Técnica de Confección de Mapas de Ruido en Zonas de Ocio: Caso Barrio Bellavista - Santiago - Chile	A. Marzzano M. Araos C. Albornoz H. Lefin M. Fuentes J. Delannoy L. Meza	488
0217	Simulación en interiores de ruido de turbinas eólicas con amplitud modulada	F.A. Fernández R.A. Burdisso	498
0220	Emisión de ruido de motocicleta con sistema de escape modificado: potencia acústica utilizando la técnica de intensimetría sonora	J.A. Perez A.J. Urquiza H.H. Contrera P. Kogan O.A. Ramos	508

0222	Impacto del ruido de tráfico rodado en población vulnerable en la localidad de Usaquén	D.A. Páez O.E. Acosta	518
0223	Impacto del ruido inducido por el viento durante mediciones acústicas	P. Aumond	528
0224	Avaliação da Paisagem Sonora Urbana através de Mapas de Eventos Sonoros	H.R. Neumann G.C. Bruna	535
0226	Relações entre o fator de visão do céu e o tempo de reverberação urbana	L.H.S. Elisei M.T. Suriano L.C.L. Souza	544
0227	Construcción a escala de un sistema de aislamiento acústico con barreras implementadas con material reciclable	A.B. Sayago A. H. Mora B.J. Rodríguez M. Herrera	554
0234	¿Más nivel sonoro es siempre perjudicial? Rol del agua en el Paisaje Sonoro urbano	P. Kogan B.M. Turra G.J. Boiero J.A. Pérez	564
0237	Metodología de Análisis del nivel de Presión Sonora Corregido (NPC), en una aplicación de monitoreo fijo	A.A. Velásquez A. Lanzetta	574
0238	Exposición al ruido antropogénico en las áreas naturales protegidas: Parque metropolitano "Marisma de los Toruños y Pinar de la Algaida"	R. Hernández S. Ruiz F. Fernández R. Gey J.L. Cueto	584
0239	Zonas de conflicto acústico vs. puntos de conflicto acústico	F. López Santos D. Carretero de la Rocha I. Giménez Anaya	594
0240	Mapa estratégico de ruidos de una aglomeración urbana singular: Algeciras	F. López Santos D. Carretero de la Rocha I. Giménez Anaya R. Hernández Molina J.L. Cueto Ancela	603
0241	Análisis Geoespacial del Mapa de Ruido del Gran Santiago mediante sistema de información geográfico	V. Lobos R. Quezada S. Vergara	613
0243	Propuesta de guía para la evaluación del impacto ambiental del ruido y la vibración generados en tronaduras	R. Quezada S. Maulén R. Pesse	623
0244	Propuesta de guía para la evaluación del impacto acústico generado por líneas de transmisión eléctricas de alta tensión alterna, en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	R. Quezada D. Briceño R. Pesse	633
0246	Mapa de Ruido del Gran Santiago Mediante Modelación	E. Suárez J.L. Barros J.P. Álvarez R. Romero C. González L. Báez C. Saavedra	641

0303	Control de Vibraciones y Restricción Sísmica de Componentes y Sistemas no Estructurales en Chile	N. Bastián C. Galleguillos	651
0304	Comprovação de uma metodologia de cálculo da radiação acústica em estruturas vibrantes planas	M. González-Montenegro R. Jordan A. Lenzi J.P. Arenas	661
0305	Posicionamiento Óptimo de Aisladores en Sistemas Vibratorios de Seis Grados de Libertad (6DOF)	S.E. Floody	671
0306	Técnicas Aplicadas de Control de Ruido y Herramientas de Gestión de Proyectos. Caso Data Center	P.A. Seguel S.E. Floody	681
0307	Modelo de control activo de transmisión de ruido a través de una apertura en pared delgada	I. Magnusson T. Pamies J. Romeu R. Arcos	691
0309	Sistema embarcado para la clasificación de carreteras con respecto a las características acústicas de la superficie de rodadura	L.J. Herrera I. Pavón	699
0310	Análise do fluxo de energia vibratória para a carcaça de um compressor hermético através do tubo de descarga de material polimérico	P.V.R. Martins A. Lenzi	711
0311	Determinación de línea base de ruido en traza ferroviaria	N. Vechiatti A. Armas F. Iasi D. Tomeo	720
0312	Análise vibroacústica de um motor de indução submetido a forcas magnéticas	G. Myrria A. Lenzi	729
0313	La generación de ruido en el contacto entre la rueda y el carril – efectos no lineales	O.E. Lundberg A. Nordborg I. López-Arteaga	740
0314	Identificación de Fisuras por Fatiga en Vigas Precargadas mediante el Análisis Dinámico no lineal bajo cargas armónicas	V.H. Cortínez P.N. Domínguez	749
0315	Sintonia de Freqüências Naturais de Flexão em Vigas por Otimização de Forma: Diferentes Parametrizações	D.A.C. Urra J.A. de M. e S. Teixeira J.C.S. Pantoja O.M. Silva Jr. R. Jordan	760
0316	Respuesta vibroacústica de una estructura en L mediante un método híbrido	E. Roibás M. Chimeno F. Simón	770
0318	Comparación de técnicas basadas en colocación puntual y ajuste modal para la caracterización acústica de silenciadores disipativos con gradientes transversales de temperatura y flujo medio	E.M. Sánchez-Orgaz F.D. Denia J. Martínez-Casas L. Baeza	780
0319	Modelagem Numérica de Controle Ativo de Ruído Aplicado a Venezianas Acústicas	M. A. Maciel G.A. Zuffi M.A.V. Duarte	791

0402	Ambiente Acústicamente Enriquecido para la terapia sonora del acúfeno	P. Cobo	801
0405	¿Es posible percibir tonos puros por encima de los 20 kHz?	I. Canalis J. Petrosino	810
0406	Evaluación objetiva y subjetiva de la aislación acústica de fachadas	R. Ordoñez C. Visentin M. Marković P. Fausti	819
0407	Influencia de la compresión del rango dinámico en la evaluación de calidad de grabaciones musicales	M.B. Borup P. Zabbal R. Ordoñez	830
0408	Relaciones entre la exposición al ruido ambiental y la molestia que ocasiona en aulas de educación media en Quito, Ecuador	P. Ávila L. Bravo	839
0409	Detección de altura tonal de la repetición en niños ciegos	M.X. Hüg C. Arias F. Bermejo A.H. Ortiz Skarp F.C. Tommasini	849
0410	Correlación intensidad /frecuencia en la expresión oral de las emociones básicas según el Método Alba Emoting®	C. Badani S. Duràn L. Romero	858
0411	Estudio del riesgo de pérdida de la audición por el uso de equipos de audio portátil	I.T. Servín D. Cárdenas I. Ortega	869
0412	Localización de objetos a través de la ecolocación: estudio con personas ciegas y con visión normal	F. Bermejo V. Lunati L.G. Gilberto A. Ortiz C. Nassif M. Hüg C. Arias	877
0413	Estudio de la calidad de moldes de orejas individuales en base a alginato y yeso	J.L. Bravo P. Garretón S. Fingerhuth	887
0414	Influencia del sistema ciliado externo en el rango dinámico de la audición	A.M. Saavedra S. Tieso L.V. Fantini N. Casco Richiedei N.F. Cacavelos F. Messina R. Fernandez Arcani M. Beltrame F. Nocetti M. Rojo	896
0415	Modelo teórico de la fisiología de la membrana timpánica	S. Tieso A.M. Saavedra L.V. Fantini N.F. Cacavelos N. Casco Richiedei F. Messina R. Fernández Arcani	906

0416	Evaluación de la percepción de la imagen virtual en pacientes con implantes cocleares	A.M. Saavedra R.G. Barchi M. Beltrame F. Nocetti M. Rojo S. Tieso L.V. Fantini N. Casco Richiedei N.F. Cacavelos F. Messina R. Fernandez Arcania.	913
0417	Implementación de una estrategia de procesamiento modificada para implantes cocleares	A. Osses J. Wouters T. Francart	919
0501	Estudio Teórico de la Absorción Sonora de Superficies de Impedancia Periódica	A. Yori M. Möser	930
0601	Simulador 3D de patrón de radiación de guitarra acústica	I. Rabadán J.H. Calderón H. Amaro	940
0602	Estudio del efecto de la sordina de gel en la tarola	I. Rabadán D.I. Contreras A.A. Vélez	949
0604	Optimización de un sistema de sonido móvil para danza y música	F. Otondo R. Torres	960
0605	Diseño, estudio y construcción de un Tundrum	R. Escobar S. Floody J.P. Arenas	970
0606	Valoración subjetiva de las preferencias acústico-musicales del bambuco y pasillo colombiano	D.J. Rey L.X. Gil L.F. Hermida	977
0607	Evaluación perceptual de diferencias entre sonidos originales y sintetizados de un instrumento musical	A. Osses A. Kohlrausch	987
0608	Diseño y construcción de instrumentos musicales electrónicos con microcontroladores	M.R. Pérez M. Herrera	998
0610	Análise Experimental da Caixa Acústica de um Violão Clássico Brasileiro e Seus Componentes via Técnica de Excitação por Impulso	R.F.S. Ribeiro J.F. Feiteira N. Medeiros A.J. Silva	1008
0701	Respuesta acústica de un cardumen de peces en baja frecuencia	M.P. Raveau C. Feuillade	1016
0702	Mejoramiento de un sistema de perfilamiento de subsuelo marino de baja frecuencia (300-400Hz): Bubble Pulser	J. Oberreuter J. Uribe	1026
0703	Dispersión acústica de un cardumen simulado a partir del comportamiento colectivo en animales	S.E. Alfaro J.A. Cellio M.P. Raveau V. Rojas	1034

0901	Equipamento para medições in situ de reflexão sonora	P.M. Massarani D. Pazos S. Müller	1044
0902	Comparação do desempenho de câmara reverberante qualificada para medição de absorção e potência sonora	M. Nabuco R. Villela P. Massarani D. Pazos R. Michalski	1054
0904	Diseño y construcción de un parlante circular AMT de radiación 360°	R. Fernández Arcani A. Sanchez Caparros	1064
0905	Medición de la atenuación acústica de protectores auditivos tipo orejera con tecnología CAR en helicópteros	R. Trujillo C.E. Alba L.F. Hermida M. Herrera	1074
0906	Implementación de altoparlantes y cajas acústicas con materiales no-convencionales	M. Herrera M.F. Reyes	1084
0907	Diseño y construcción de un transductor (Subkick) para realzar frecuencias bajas de un bombo de batería	W.F. Romo M. Herrera	1092
1001	Identificación de sistemas aplicado a un recinto reverberante	R. Quintana-Soler D. Patiño-Guevara	1102
1002	Decodificación Paramétrica de respuestas a impulso en Formato B (Ambisonics de primer orden) para la auralización de salas de concierto	J.P. Espitia J.-D. Polack	1112
1003	Monitoreo de Condiciones de Maquinado en Base a Emisión Sonora	F. Figueroa A. Aguilera J. Barros J. Cárdenas	1122
1004	Sistema de realidad acústica virtual en tiempo real: AVRS	F.C. Tommasini O.A. Ramos S.P. Ferreyra R.M. Guido	1131
1005	Implementación de un Módulo Coherencia para la Herramienta Software de Análisis de Sistemas Sonoros SMARTMAF	M.F. Díaz H. Loaiza J.F. Perdomo	1141
1006	Compresor perceptual basado en la transformada Wavelet-Daubechies tipo IV, con dos niveles de descomposición	M. Herrera W.F. Romo	1152
1007	Técnicas de procesamiento digital de señales para reducción de ruido de señales de múltiples sensores asíncronos	J. Godoy S. Fingerhuth	1162
1010	Optimización de parámetros de las funciones sigmoidales tasa-nivel basada en características acústicas	V. Poblete N. Becerra-Yoma R.M. Stern	1172
1101	Determinación de resistencia a la compresión y módulo de elasticidad de suelos cohesivos mediante velocidad de ultrasonido	L.C. Contreras E. Baradit C.G. González	1182

1102	Determinación de Constantes Elásticas de Maderas Nativas por Ultrasonido y Análisis Estadístico utilizando Manova-Biplot	E. Baradit M. Yañez P. Niemz	1192
1202	Revisión de los valores límite de presión sonora para la exposición a ultrasonidos aéreos de baja frecuencia en la normativa laboral argentina	F.L. Bacigalupo	1202
1203	Análisis de metodologías y criterios de evaluación de impacto acústico de parques eólicos según estándares extranjeros específicos y la normativa chilena aplicable	I. Gómez C. Padilla C. Salas	1212
1204	Paisajes sonoros: Camino a la estandarización. Análisis de norma ISO 12913-1 Acoustics. Soundscape. Part 1. Definition and conceptual framework	L.F. Hermida I. Pavón	1222
1207	Limitadores acústicos - Problemáticas en las discotecas. Conveniencia en la limitación espectral	R.A. Gareis J.E. Arias R. Arias	1232
1301	Atenuación de los tonos acústicos de una cavidad abierta recubriendo sus paredes con paneles microperforados	C. González S. Ortiz P. Cobo F. Montero de Espinosa	1243
1302	Interpretación de las propiedades efectivas de metamateriales acústicos	R. Venegas A.S. Elliot O. Umnova A.D. Boardman	1253
1303	Estudio de la absorción sonora y la rigidez de espumas de poliuretano recicladas	R. del Rey J. Alba J.P. Arenas V.J. Sanchís	1263
1304	Medida de absorción en cámara reverberante con muestras de referencia	R. del Rey J. Alba J.P. Arenas L. Bertó	1271
1305	Estudio de nuevos materiales composites para soluciones ligeras de aislamiento acústico	J. Alba R. del Rey J.M. Gadea J. Segura E. Julià	1280
1306	Medida de la resistividad al flujo con un método alternativo electroacústico	J. Alba L. Berto J.P. Arenas R. del Rey	1290
1307	Análise da eficiência acústica de diferentes materiais em enclausuramentos de grupos geradores	S.S. Goés M.F.O. Nunes A.M.C. Grisa B.F. Tutikian	1300
1308	Emissão acústica de sistema de movimentação de portas de armários	C. Roman Jr. J. Bonatto A.M.C. Grisa M.F.O. Nunes M. Zeni	1309
1309	Caracterização de apoios anti-vibráteis de cortiça	A. Tadeu J. Antonio F. Pedro S. Dias	1317

1310	Módulos de elasticidad en vibración transversal de algunas maderas crecientes en Chile	P. Vargas E. Baradit F. Guzmán	1327
1311	Análisis y clasificación de nuevos materiales absorbentes acústicos en base a biomateriales para la aplicación en el control del nivel de presión sonora reverberante al interior de los recintos	F. Guzmán R., Espiniza R. García	1335
1313	Diseño y construcción de un medidor de resistividad al flujo y porosidad para caracterizar materiales absorbentes	J. Rebolledo J.P. Arenas	1343
1405	Aplicación de herramientas avanzadas de procesamiento de señales para el diagnóstico de fallas en rodamientos mediante emisiones acústicas y vibraciones	D. Quezada C.M. Vicuña	1353
1406	Comportamiento vibratorio de un reductor planetario de una etapa	J. Parra C.M. Vicuña	1363
1407	Evaluación y propuesta de medidas de control a la exposición de ruido en operadores de camiones de extracción minera. Parte I: evaluación de dosis y levantamiento de datos	C. Kuskinen P. Priede C. Muñoz	1373
1408	Evaluación y propuesta de medidas de control a la exposición de ruido en operadores de camiones de extracción minera. Parte II: diseño de soluciones	C. Kuskinen C. Muñoz	1383
1410	Determinación en terreno de la transmisibilidad de asientos en grúas de horquilla y su efecto en la exposición ocupacional a vibración de cuerpo entero	A. Carrillo R. Zúñiga	1393
1502	Modelado dinámico isofónico (MDI)	R.A. Saldías Fuentes	1403
1504	Banco de pruebas para un sistema de pre-amplificación de señal de audio con multi-transformadores	J.A. Beltrán M. Mejía M.F. Torres M. Herrera	1412
1505	Alimentación eléctrica, aterrizaje y puesta a tierra en sistemas audiovisuales	M.A. Sánchez	1422
1506	Audiojuego entrenador, inalámbrico e interactivo para usuarios ciegos y con visión normal: Búho	L.G. Gilberto S. P. Ferreyra F.R. Bermejo C. Arias G.A. Cravero	1432
1507	Sonido Directo para Publicidad, Documentales y Programas de Televisión. Equipamiento Técnico y Experiencia.	F.R. Reyes	1442
1601	Una aplicación del cociente de probabilidad a un caso real	C. Rosas J. Sommerhoff C. Sáez S. Saavedra	1452
1603	La Ingeniería Acústica en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior: Una Experiencia Práctica 2007-2013; Máster en Ingeniería Acústica	R. Hernández F. Fernández J.L. Cueto	1460

1604	¿Cuánta música cabe en un papel? Recuperación de audio impreso en papel común en la década de 1930.	J. Petrosino I. Canalis	1470
1605	Estudio dinámico de parámetros de filtrado inverso para el seguimiento ambulatorio de la función vocal	V. Espinoza M. Zañartu	1480
1606	Análise experimental e numérica dos modos simétricos de um escoamento excitado acusticamente	R.B. de Moraes R.E. Musafir	1490
1607	Protótipo para o ensino de tecnologias de controle de ruído	J.A.S. Silva M.V.I. Silva W.S. Pereira M.R.F. Oliveira D.R. Petrucci	1500
1608	Educando diseño acústico en base a los conceptos de paisaje sonoro	F.J. Elizondo-Garza	1510
1609	Espaços para aprender e ensinar música: construção e adequação	A.L.Schmid G.G.B.Romanelli L.S.Rocha A.L.S.Santana G.S.V.Melo N.S.Soeiro D.X. Paixão R.R. Rocha A.R. Silva E.F.V. Miranda	1519

Desarrollo de una Fuente Sonora Omnidireccional Liviana para Mediciones de Campo

A.R. Maristany, D.A. Moyano & P.E. Méndez

Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas - CIAL, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Córdoba, CP5000, Argentina, arturo.maristany@gmail.com

RESUMEN: En este trabajo se describe el diseño y construcción de una fuente sonora omnidireccional liviana y de reducidas dimensiones destinada principalmente para realizar mediciones de tiempo de reverberación y aislamiento acústico “in situ”. La fuente sonora ha sido desarrollada en el Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas (CIAL) dependiente de la Universidad Nacional de Córdoba. Se aborda el problema a partir de un estudio de la geometría y las variables intervinientes, buscando equilibrar los requerimientos teóricos con las posibilidades económicas y técnicas. Se presentan en el trabajo las características constructivas generales, sistema de altavoces y respuesta final alcanzada. La configuración general está basada en un icosidodecaedro dividido en seis unidades independientes de dos altavoces cada una. En este sentido, se buscó definir un sistema de módulos emisores funcionando como cajas infinitas independientes y cuya geometría permitiera el ensamblado del conjunto. Se desarrollaron entornos de simulación para valorar resultados previsibles y de procesamiento de datos de medición para la evaluación del prototipo, de los módulos individuales y del conjunto ensamblado. Desde el punto de vista acústico, se adoptaron criterios preferenciales hacia el tratamiento de frecuencias medias y altas. Las características de omnidireccionalidad fueron evaluadas en cámara anecoica respondiendo a los criterios fijados por la ISO 3382 e ISO 140-3.

KEYWORDS: fuente sonora, omnidireccionalidad, campo libre

1. INTRODUCCION

Contar con una fuente omnidireccional es un condicionante imprescindible para la realización de mediciones de campo, tanto para aislamiento acústico como de tiempo de reverberación, de acuerdo a los criterios y pautas de instrumentación de las normas ISO 3382-1 e ISO 140-4. Ambas normas fijan los criterios mínimos de direccionalidad que deben cumplir las fuentes como asimismo los valores mínimos de NPS de acuerdo a la aplicación que tengan. En la tabla 1 se indican los valores máximos de desviación de directividad medida en campo libre para una excitación por ruido rosa en bandas de octava, según lo indicado en la ISO 3382 [1] [2].

Tabla 1: *Desviación máxima de directividad de la fuente según ISO 3382*

Frecuencia (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Desviación máxima (dB)	±1	±1	±1	±3	±5	±5

La condición básica de una fuente sonora omnidireccional es la de irradiar sonido en todas direcciones, de la manera más uniforme posible y para un amplio espectro de frecuencias. Con este objetivo la técnica constructiva responde al criterio de conformar un arreglo discreto de altavoces, en general doce, organizados de manera radial y tendiente a aproximarse a una esfera pulsante ideal [3] [4]. En este sentido las fuentes omnidireccionales tienden a una forma esférica. Básicamente son dos los motivos por los cuales las fuentes omnidireccionales no son totalmente esféricas, la dificultad de construir una caja acústica esférica y la imposibilidad de montar altavoces planos sobre la superficie curva [5].

2. DISEÑO Y CONSTRUCCION

2.1 Cajas acústicas

El diseño de la fuente se basó en las premisas procurar obtener la mayor omnidireccionalidad posible en frecuencias altas, portabilidad y modularidad constructiva. Para cumplir con las dos primeras se pensó en seleccionar parlantes de diámetro reducido. Para cumplir con la tercera, se decidió basar la construcción en la geometría del icosidodecaedro, ya que permitió definir el ensamblado del conjunto a partir de seis cajas acústicas independientes. En la figura 1 se observa el modulo derivado del icosidodecaedro y el despiece del mismo utilizado como plantilla para el corte y mecanizado de los componentes.

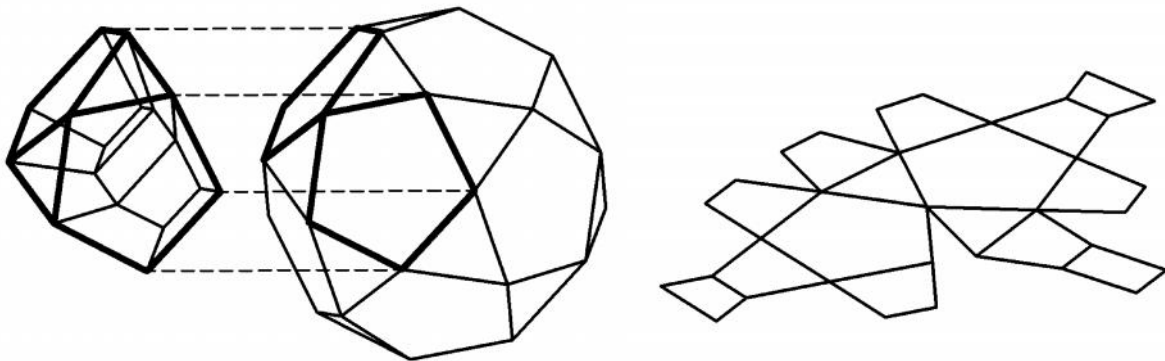


Figura 1: *Despiece modular a partir de la figura geométrica básica*

Las cajas se realizaron en base a tablero de fibra de madera (MDF) a partir del maquinado de las piezas. Los componentes de cada caja y la apariencia final se muestran en la figura 2. El interior de las cajas fue recubierto con lana de vidrio de 20 mm de espesor para darle a cada una el comportamiento de caja infinita.

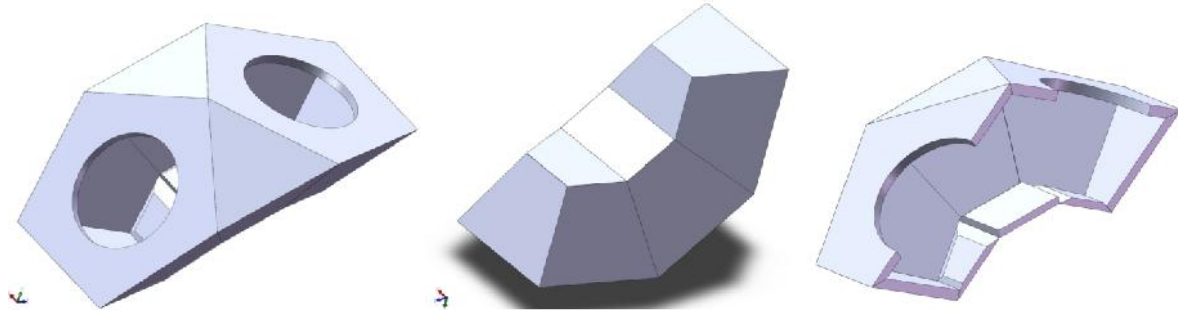


Figura 2: vistas y corte caja acústica modular

2.2 Altavoces

Con el fin de favorecer la portabilidad y el comportamiento omnidireccional en frecuencias altas, se seleccionó un parlante de diámetro chico considerando que la intensidad del campo acústico responde a la expresión (2).

$$I = 2 \frac{J_1[w^D/c \sin \theta]}{w^D/c \sin \theta} \quad (2)$$

Donde:

I : intensidad de campo acústico

w : frecuencia angular

D : diámetro del parlante

c : velocidad del sonido

θ : ángulo respecto de la dirección de propagación de la onda de sonido

J_1 : Función de Bessel de 1er orden.

De este modo se seleccionó el parlante marca Audifiel modelo 4BF de 4", 8 , que posee una respuesta aceptable en bajas frecuencias y una potencia eléctrica de 20 W. Las características del modelo son las indicadas en la tabla 2.

Tabla 2: *parámetros característicos de los altavoces utilizados*

$f_s = 120 \text{ Hz}$	$C_{ms} = 0,49 \text{ mm/N}$
$Q_m = 3,65$	$R_{ms} = 0,69 \text{ Kg/s}$
$Q_e = 1,13$	$R_e = 7,5\Omega$
$Q_T = 0,86$	$Bl = 3,99 \text{ Wb/m}$
$M_{ms} = 3,15 \text{ gr}$	$V_{as} = 1,87 \text{ lt}$

Como se observa en la figura 3, cada caja lleva 2 parlantes conectados en serie y en fase entre sí, de manera tal que de la caja sale un solo par de cables polarizados y la impedancia ofrecida por el módulo es de 16 .

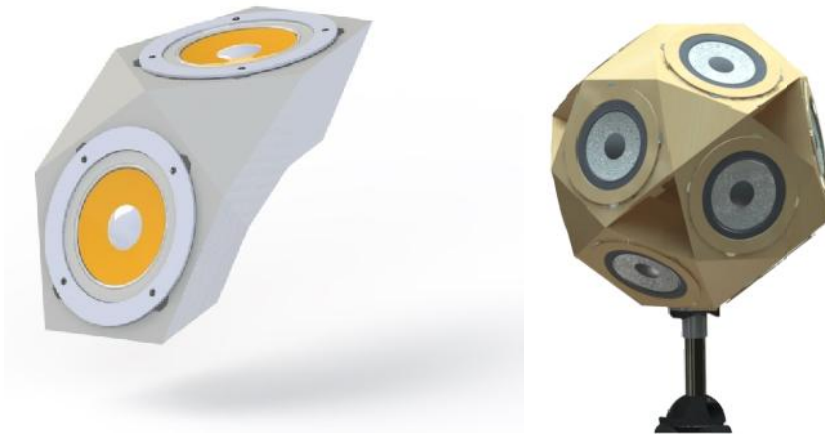


Figura 3: *vista caja individual con altavoces y estructura modular completa*

Los 6 módulos que constituyen el conjunto armado se han vinculado eléctricamente por tríos, de manera tal que 3 módulos (módulos 1, 2 y 3) se han conectado eléctricamente en paralelo y en fase entre sí y lo mismo se ha hecho con los otros 3 (módulos 4, 5 y 6). De esta manera del conjunto de la fuente salen 2 pares de cables polarizados cada uno de los cuales ofrece una impedancia de $5,3 \Omega$. Estos pares pueden ser conectados a sendos canales de salida de un amplificador de potencia; o pueden conectarse en paralelo y fase (ofreciendo una impedancia de $2,6 \Omega$); o pueden conectarse en serie y fase (ofreciendo una impedancia de $10,6 \Omega$).

3. CARACTERIZACION ACUSTICA

Con el objetivo de caracterizar acústicamente la fuente construida se realizaron mediciones de direccionalidad de la fuente en cámara anecoica, figura 4. Para un emisor la directividad, en este caso representada en un diagrama polar, indica como la fuente distribuye espacialmente en el ambiente la presión que radia [6].

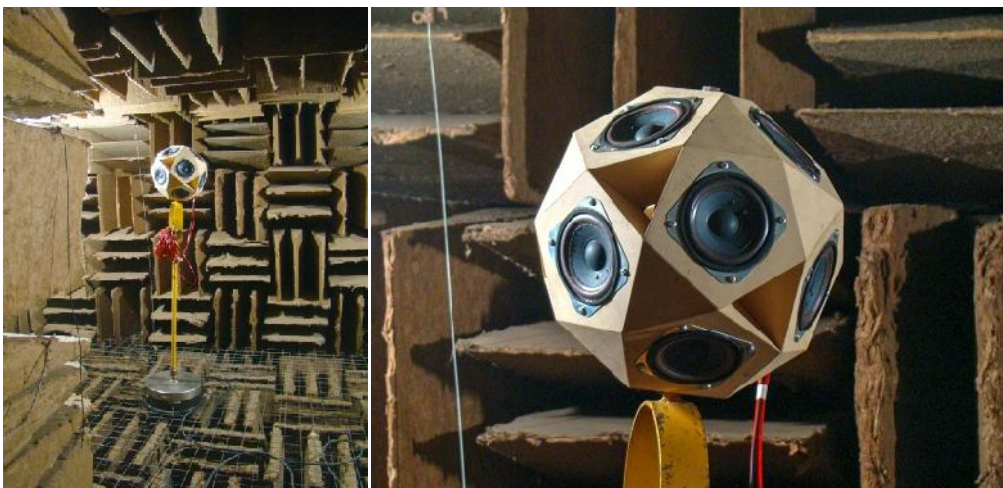


Figura 4: *Montaje para evaluación en cámara anecoica y fuente construida*

Se graficaron las curvas de directividad de la fuente en los principales planos y el nivel de intensidad sonora en campo libre a 1,5 metros de distancia. Para el estudio se utilizaron

tanto ruido rosa, de acuerdo a la ISO 3382 y eventualmente tonos puros. La fuente fue excitada con 200 W. La evaluación fue realizada en bandas de octava desde los 100 hasta los 8000 Hz. En la figura 5 se muestra la configuración del sistema de medición.

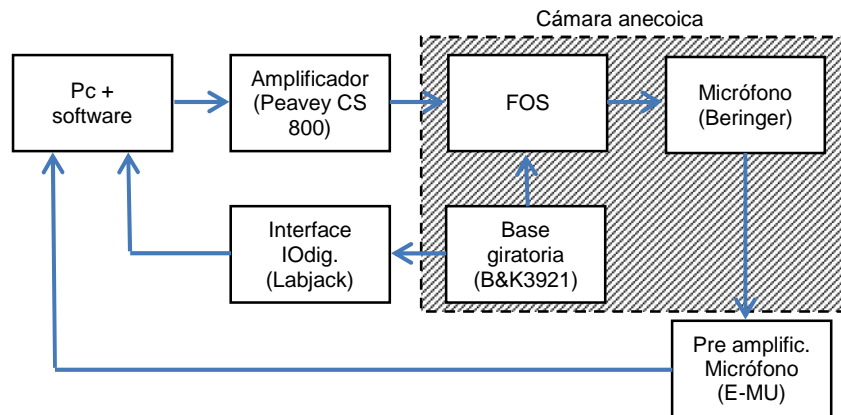


Figura 5: Diagrama de bloques del sistema de medición utilizado

Los valores obtenidos se indican en la tabla 3. En la gráfica de la figura 6 se representan los desvíos en función de los límites de referencia dados por la ISO 3382. En las figuras 7 y 8 se observan las curvas de directividad medidas.

Tabla 3: Niveles de presión sonora y valores de desviación medidos

Frec. [Hz]	Lmed [dB]	dLmax(30°) [dB]	dLmin(30°) [dB]	dLmax(30°)ISO [dB]	dLmin(30°)ISO [dB]
125	88,72	0,5	-0,6	1	-1
250	99,1	0,4	-0,5	1	-1
500	95,5	0,4	-0,3	1	-1
1000	90,11	0,6	-0,6	3	-3
2000	87,74	1,8	-2,9	5	-5
4000	85,35	1,8	-2,6	6	-6

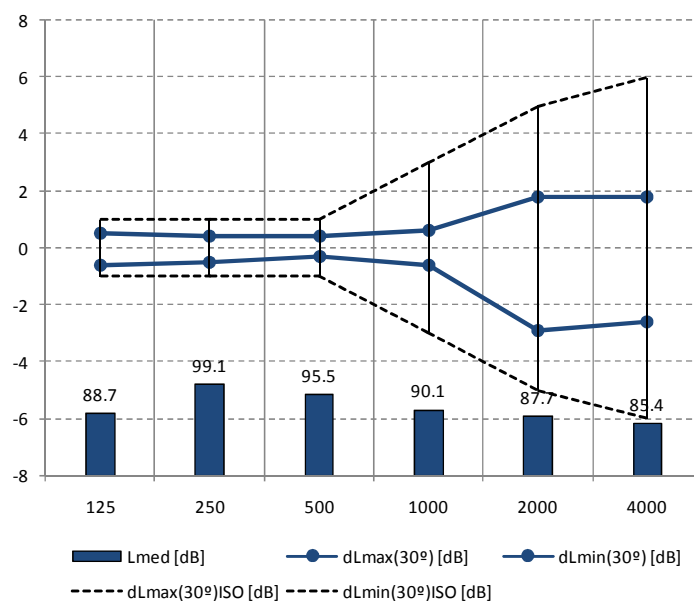


Figura 6: Desvíos obtenidos en referencia a ISO 3382 y Lmed a 1,5 m en campo libre

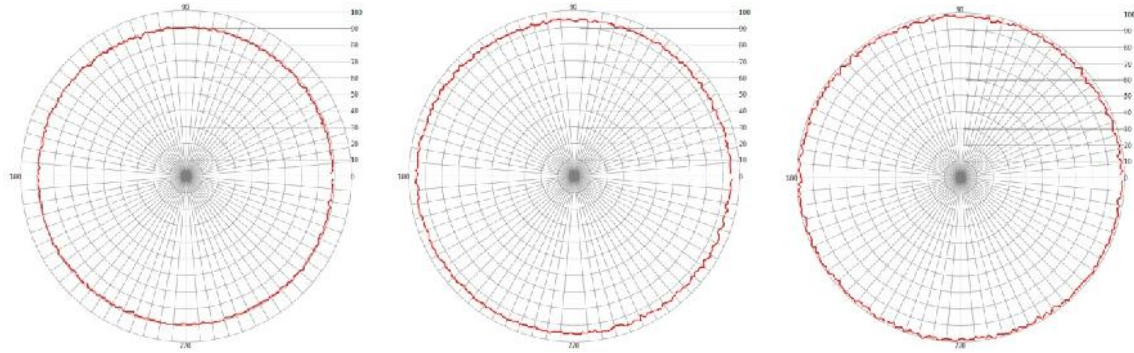


Figura 7: *Curvas de directividad para las frecuencias de 125, 250 y 500 Hz*

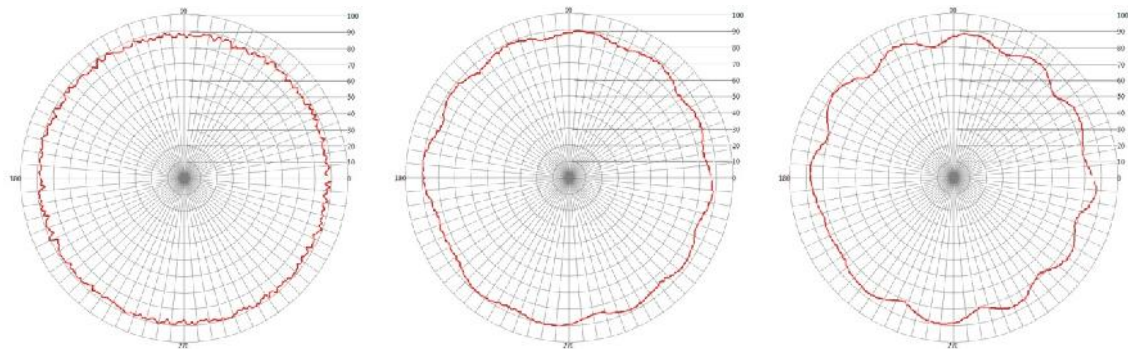


Figura 8: *Curvas de directividad para las frecuencias de 1000, 2000 y 4000 Hz*

5. CONCLUSIONES

Con el presente desarrollo se ha logrado disponer de una fuente sonora de tipo omnidireccional de bajo costo y que responde a los criterios establecidos por las ISO 3382 y 140. Los niveles de presión sonora alcanzados permiten suponer su potencial de uso tanto para mediciones de laboratorio, como para trabajos de campo. La construcción modular de la misma, a partir de seis cajas acústicas independientes, facilita la respuesta ante roturas accidentales al permitir el reemplazo de la unidad por otra de repuesto y la reconfiguración modular como media esfera a partir del montaje de la mitad de las cajas acústicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ISO, ISO 3382-1: 2009. Acoustics. Measurement of sound acoustics parameters. Part 1, Performance Spaces.
- [2] ISO, ISO 140-4: 1998. Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of buildings elements. Part 4: Field measurements airborne sound insulation between rooms.
- [3] Pérez López A., Palacios González E. & Pérez Ruiz S.J. Fuente Sonora omni-direccional. *Revista Mexicana de Física* 52 (2) 185–189, Abril, (2006).
- [4] Hak C.J.M., Wenmaekers H.C., Hak P.M. & van Luxemburg C.J. The Source Directivity of a Dodecahedron Sound Source determined by Stepwise Rotation. *Forum Acusticum 2011*, European Acoustics Association, Aalborg, Denmark, (2011).
- [5] Horvat M., Domitrovic H. & Grubesa S. Design of a new omni-directional sound source. *3rd Congress of the Alps Adria Acoustics Association*, Graz, Austria (2007).
- [6] Recuero López M.. *Ingeniería Acústica*. Editorial Paraninfo. Madrid, España (2000).