

La ingeniería Acústica en el contexto del Nuevo Espacio Europeo de Educación Superior.

Una experiencia práctica 2007-2013

Máster en Ingeniería Acústica



Ricardo Hernández Molina, Francisco Fernández Zacarías, José Luis Cueto Ancela

Laboratorio de Ingeniería Acústica, Universidad de Cádiz

ricardo.hernandez@uca.es

PACS: 43.10.Sv

Resumen

El Máster Universitario en Ingeniería Acústica, surge debido a la demanda existente en los sectores públicos y privados, cuando se toma conciencia de la necesidad de diseñar los nuevos títulos de Grado y Postgrado orientados al Espacio Europeo de Educación Superior.

Se presentan los resultados obtenidos en la Universidad de Cádiz, en las seis primeras ediciones (periodo 2007-2013). Para el análisis del proceso del desarrollo del seguimiento del título se han seguido los criterios establecidos en el «Protocolo para el proceso de seguimiento de títulos universitarios oficiales» (CURSA julio 2010).

Nuestra valoración respecto al proyecto inicial, es bastante positiva. Su integración en la Red Europea «Schola» de la European Acoustics Association y de la Sociedad Española de Acústica permite las colaboraciones con Universidades y Centros de Investigación, tanto nacionales como europeas. El gran interés suscitado y los altos ratios obtenidos demuestran la existencia de unos estudios necesarios en el mercado laboral. A pesar de los problemas derivados por la implantación de los nuevos Másteres. El mantenimiento del Máster Universitario en Ingeniería Acústica es necesario y sin duda un valor añadido para aquellas Universidades que pretendan destacar en los estudios Superiores de Ingeniería.

Abstract

The master's degree in Engineering Acoustics, arises due to the demand in the public and private sectors, when it becomes aware of the need to design new Bachelor and Graduate oriented to New European Higher Education Area.

The results obtained at the University of Cádiz, in the first six editions (2007-2013) are presented. For analysis of the title development process we have followed the criteria established in the «Protocol for the monitoring process of official university degrees»(CURSA julio 2010)

Our valuation from the initial project, is quite positive. Its integration into the European Network «Schola» the European Acoustics Association and the Spanish Acoustical Society enables collaboration with universities and research Centers, national and European. The great interest aroused and high ratios obtained demonstrate the existence of necessary studies in society. Despite the problems caused by the introduction of the new Master's degree. Maintaining the Master's degree in Engineering Acoustics is necessary and certainly an added value for those universities who want to stand in the Higher Engineering studies.

1 Introducción

1.1 El Marco del EEES

Uno de los objetivos del proceso de convergencia iniciado en Bolonia en 1999[1], es la adopción de un sistema basado esencialmente en dos ciclos principales, grado y postgrado, diferenciándose en éste el máster del doctorado. El Máster universitario en Ingeniería Acústica

responde, desde su inicio, a los criterios establecidos en, el llamado Espacio Europeo de Educación Superior[1], cumpliendo con el objetivo estratégico de contribuir a la especialización académica, profesional e investigadora en el campo de la Ingeniería Acústica conforme a los principios de calidad, movilidad, diversidad y competitividad.

Cabe destacar el compromiso existente de diversas universidades e institutos de educación superior que

promocionan en Europa el Doctorado en Ruidos y Vibraciones como es el caso del proyecto coordinado coordinado por el Institute of Sound and Vibration Research [3], de la Universidad de Southampton, cuyo objetivo no es otro que el de ofrecer una educación superior altamente cualificada en las Universidades Europeas y Centros de Educación Superior en el campo de la Acústica y de las Vibraciones.

Estos estudios deben aprovechar la sinergia entre los centros de Educación Superior y el Espacio Europeo de Investigación. Por otro lado, deben responder a las necesidades de una Educación Superior dentro del campo de la Ingeniería Acústica, referenciando los objetivos de las distintas iniciativas existentes en España en este campo (títulos propios, de especialidad o experto) hacia una convergencia real con los planes análogos en diversos países de Europa[4]. Por lo tanto, se trata de una propuesta concreta, que intenta desarrollar los distintos elementos conceptuales definidos en las declaraciones europeas y que se encuentran recogidos en la LOU[4]. Para ello y desde un principio adoptó el sistema de créditos basado en el sistema ECTS[5] con particular énfasis en el desarrollo curricular del alumno, que entendemos debe favorecer la movilidad de los estudiantes, razón de más si se tiene en cuenta que este proyecto aspira a participar en el Programa Erasmus Mundus[5].

1.2 La Estructura Universitaria Española (El marco Nacional)

En España la propuesta del Máster Universitario en Ingeniería Acústica, como Título de Máster, surge como consecuencia de la demanda existente entre los sectores públicos y privados, en un momento en que se toma conciencia de la necesidad de diseñar los nuevos títulos de Grado y Postgrado orientados al Espacio Europeo de Educación Superior, paliando unas carencias de formación en el campo de la Acústica Aplicada, que se verán favorecidas por su integración en el Espacio Europeo de Educación Superior. En este sentido la Sociedad Española de Acústica (SEA), editó en Marzo de 2009 un Estudio sobre requerimientos formativos de técnicos en Acústica[9] en el que se pone de manifiesto la necesidad en el mercado de Técnicos con formación específica en materia de Acústica.

En nuestro país no existe una ingeniería de Grado en Acústica pero en muchas universidades españolas, centros superiores de enseñanza o centros de investigación como el propio CSIC, a través del Instituto de Acústica, se han tomado iniciativas para satisfacer una demanda, cada vez más creciente. Prueba de ello es la existencia de títulos propios en muchas universidades o el recién creado Doctorado en Ingeniería Acústica en la UPM[10].

Por lo que respecta a España, el Máster en Ingeniería Acústica se presenta como un programa de estudios totalmente enmarcado en el plan de construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. Para su elaboración, se constituyó una comisión en la que participaron todos los agentes implicados en la elaboración del Plan de Estudios: Universidades españolas y europeas, empresas públicas y privadas, centros y grupos de Investigación. La comisión constituida en la Universidad de Cádiz[11], a lo largo de un año (2005-2006) elaboró el Plan de estudios para el Máster universitario en Ingeniería Acústica, originariamente con 120 ECTS y dos cursos de duración, correspondiente al segundo nivel de la estructura cíclica de las enseñanzas universitarias que después se ha ido implementando en las distintas universidades españolas.

La propuesta de Máster en Ingeniería Acústica y Vibraciones fue avalada en su origen, y lo sigue siendo, por la Sociedad Española de Acústica (SEA)[12], por la Sociedad Europea de Acústica (EAA), y por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) a través del Instituto de Acústica Torres Quevedo como se puede ver en la web de dichas sociedades, que entre otras cosas dedican un espacio a fomentar el intercambio académico entre las diversas instituciones Europeas donde se imparten enseñanzas análogas[13]. La participación de estas instituciones en el diseño, estructura y la organización de la titulación garantiza que los niveles y la calidad de los contenidos serán análogos a los existentes en otros países de la Unión lo que permitirá agilizar el proceso de convergencia y la movilidad de los profesores y alumnos en el ámbito del Espacio Europeo.

En la tabla I se puede observar que actualmente existen varias Universidades en las que se imparte una titulación de Máster análoga a la que venimos impartiendo en la universidad de Cádiz, desde el curso 2007-2008.

En el ámbito científico, la Acústica es una disciplina tremendamente transversal, con más de 20 campos distintos, definidas por la «International Commission for Acoustics»[14], las cuales han sido adoptadas a nivel internacional por todas las organizaciones profesionales relacionadas con la Acústica. Una formación específica en acústica a nivel de Máster, es indispensable para poder abordar la investigación en cualquiera de las áreas que se presentan.

1.3 El Máster de ingeniería acústica de la Universidad de Cádiz

Desde su implantación (2007-2008) la Universidad de Cádiz de manera ininterrumpida viene impartiendo el Máster en Ingeniería Acústica, ofertando dos especialidades: la Acústica Ambiental e Industrial y la Acústica Ar-

Tabla I. Actual Oferta formativa en Ingeniería Acústica en España (2013)

Universidad	Máster Universitario
Universidades de Cádiz y Granada (Interuniversitario)	Ingeniería Acústica
Universidad de Extremadura	Evaluación y gestión del ruido ambiental
Universidad Politécnica de Madrid	Ingeniería Acústica en la Edificación y el Medio Ambiente
	Ingeniería Acústica en la Industria y el Transporte
Universidad Politécnica de Valencia	Ingeniería Acústica
Universitat Ramon Llull	Acústica Arquitectónica y Medioambiental
Universidad de Málaga	Ingeniería Acústica
Universidades de Valladolid y León (Interuniversitario)	Ingeniería Acústica y Vibraciones

quitectónica. A partir del curso 2013 estos estudios se han ampliado con una nueva especialidad dirigida específicamente al campo de las vibraciones, «la Vibroacústica». Así mismo, el Máster mantiene desde su implantación un perfil Mixto, profesional e investigador, combinándose la oferta en Investigación y en el perfil Profesional. Actualmente, en nuestra Universidad, cursan este Máster la séptima promoción de Ingenieros Acústicos.

El programa tiene una estructura flexible y permite el acceso al Programa de Estudios en Ingeniería Acústica desde distintas formaciones previas. Diplomados, Ingenieros Técnicos, Arquitectos Técnicos, Licenciados, Ingenieros y Arquitectos, y actualmente los Grados que preferentemente mantengan competencias vinculadas al ejercicio profesional del Ingeniero Acústico.

Durante el desarrollo del Máster fueron emergiendo ciertas dificultades, no obstante, la principal de ellas se encuentra en la diferencia del nivel de conocimientos previos en materias de acústica de los alumnos que acceden al Máster. Aunque el Máster se encuentra especialmente recomendado para aquellos alumnos que poseen títulos universitarios de las ramas de Ingeniería, en cada curso es posible encontrar alumnos con procedencia distintas. Para el caso particular de alumnos extranjeros, especialmente los extracomunitarios, cabe destacar las dificultades que estos tienen para obtener el visado de estudios con tiempo suficiente para acceder al Máster. Si bien es cierto que, con carácter general, en los últimos años el número de estudiantes universitarios en el campo de la ingeniería ha decrecido notablemente tanto en Universidad de Cádiz como a nivel nacional[14].

Una característica sustancial del Máster es la presencia de un elevado porcentaje de profesorado foráneo, procedente de otras universidades españolas y extranjeras o de empresas y entidades relacionadas con la Ingeniería Acústica. La financiación de este profesorado está vinculada a las ayudas de movilidad para el profesorado

procedentes de las convocatorias Erasmus del Ministerio[16] que se han obtenido desde su inicio. No obstante, las dificultades económicas actuales afectan a éste tipo de ayudas por lo que la financiación del profesorado externo resulta cada vez más compleja y es probable que sea necesario encontrar soluciones alternativas.

La colaboración de estas Instituciones se centra en la realización de seminarios específicos en determinadas materias de Acústica y en el mantenimiento de líneas de investigación a nivel europeo a través de la Red Europea de Ingeniería Acústica «Schola»[17]. De manera periódica estas instituciones imparten docencia en diversas materias del Máster, fomentando la participación de los alumnos en las líneas prioritarias en el ámbito de la ingeniería acústica.

1.3.1 Objetivos del Máster

Desde el punto de vista curricular del alumno, el Máster está concebido para dar respuesta a aquellos ingenieros y titulados universitarios que requieran de los conocimientos específicos avanzados de la Ingeniería Acústica, como son: el estudio de la propagación y de la transmisión de las ondas acústicas, las aplicaciones del control del ruido y de las vibraciones en la industria, el procesamiento de las señales acústicas en general, el planeamiento acústico, cartografía acústica, la gestión y el control del ruido ambiental, la electroacústica, las vibraciones y la acústica en la edificación. Entre estos titulados cabe mencionar a los arquitectos, a los ingenieros industriales o graduados en ingeniería del ámbito industrial, a los ingenieros de telecomunicación o graduados en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación, a los ingenieros técnicos industriales a los arquitectos técnicos o graduados en ingeniería de la edificación y aquellos licenciados relacionados con estas materias, tales como Físicos o especialistas en Tecnologías del Medio Ambiente.

En este sentido, cabe destacar entre los objetivos de este programa de estudios[18]: la realización de proyectos

acústicos, como una exigencia por parte de la administración para llevar a cabo cualquier tipo de actividad; la calidad acústica, la realización de planes de acción y su seguimiento, que lleva a gestionar y coordinar la planificación urbanística; el diseño de salas y el acondicionamiento acústico de teatros, salas de conferencia, recintos públicos, aulas y tantas otras cosas, requiere de un personal muy cualificado y con un gran nivel de formación..

La Ingeniería de Acústica Ambiental debe tener como misión específica la prevención de daños ambientales, de protección del entorno y de mejora de la calidad acústica frente a problemas como los derivados de exposiciones prolongadas o niveles no deseados de ruido, el tráfico rodado o un mayor incremento de la calidad acústica de nuestro entorno, evitando que los procesos productivos o, en general, las actividades humanas, afecten a la calidad acústica. Para ello ha de proponer medidas que eviten la generación de dicha contaminación, a través del desarrollo de tecnologías que supongan modificaciones del proceso, incluyendo los modelos predictivos y la realización de planes de acción que cumplan con los objetivos de calidad acústica. También ha de diseñar, proyectar y ejecutar obras e instalaciones que permitan la minimización del efecto de las emisiones generadas en dichos procesos. Por tanto, resulta imprescindible un conocimiento de las bases científicas del sonido y de las vibraciones, un conocimiento global de los problemas de contaminación y calidad acústica y, específicamente, el manejo y aplicación de las herramientas de minimización y de tratamiento disponibles para afrontar las diversas situaciones que se puedan plantear. La adquisición de estas competencias representa un objetivo del Máster en Ingeniería Acústica.

El Objetivo del Máster es formar a profesionales altamente cualificados en el campo de la acústica, que les capacite para el desarrollo de su actividad profesional y/o labores de investigación, desarrollo y aplicación de ingeniería acústica. De tal manera que sean capaces de afrontar el desarrollo que en las últimas décadas ha tenido la ciencia acústica por su vinculación progresiva a los procesos tecnológicos relacionados con el progreso de la ciencia y su aplicación a las más variadas y diversas facetas del desarrollo social y humano[19]. De orientación profesional, permite el acceso a los estudios de doctorado que complementa la formación de los alumnos en el campo de la investigación

Al finalizar el programa el alumno habrá adquirido la integración de conocimientos procedentes de distintas disciplinas: legales, técnicas, científicas y ambientales y ciertas capacidades de carácter trasversal de aprendizaje; Iniciativa, espíritu emprendedor, toma de decisiones,

habilidades de dirección, liderazgo, trabajo en equipo de búsqueda, análisis de información de diferentes fuentes y resolución de conflictos. Las competencias obtenidas por el alumno[20], le capacitan para el ejercicio profesional en el campo de la acústica ambiental, arquitectónica e industrial, de acuerdo con la normativa que en cada caso resulte de aplicación y sin menoscabo de los efectos académicos y, en su caso, profesionales que correspondan al título previo de que esté en posesión el interesado.

La colaboración con otras universidades y el incentivo de los programas de movilidad y de cooperación interuniversitaria, ha permitido una mayor profundización en estos estudios, accediendo los estudiantes, vía programas de intercambio a aquellos centros que son de su interés. El objetivo no ha sido otro que promover la investigación de calidad en el campo de la Ingeniería Acústica, considerando, no obstante, que la cooperación interuniversitaria representa un requisito sine qua non.

1.3.2 Estructura del Máster

En el diseño de la estructura de este nivel (Máster) existen diversas opciones que están vigentes en otros países. Todas ellas cuentan con ventajas e inconvenientes[20]. En nuestro caso, frente a la estructura de carácter secuencial, proponemos que el programa de postgrado permita a los alumnos, tras haber cursado un número significativo de créditos, ser admitidos por un departamento o instituto universitario de investigación para iniciar en ellos la elaboración de su trabajo de investigación doctoral. La obtención del título de Máster en Ingeniería Acústica requerirá haber completado el total de 60 créditos europeos, a lo largo de un curso académico (estructura semestral) [20], y haber superado una prueba conjunta de evaluación o trabajo final del Máster defendido ante un Tribunal. Esta prueba comportará una calificación diferenciada de los méritos de los estudiantes aprobados.

Los contenidos del Máster en Ingeniería Acústica se han definido en función de las competencias científicas y profesionales que deben de adquirirse.

El Máster Universitario en Ingeniería Acústica se estructura en tres Módulos de 20 ECTS cada uno[20]. El segundo de los módulos marca la especialidad del Máster y el tercero define el perfil, investigador o profesional que el alumno puede escoger. El tiempo de duración del Máster abarca un curso académico, distribuidos en siete meses de clases presenciales y tres meses de prácticas.

Cada módulo incluye cinco materias de 5 ECTS cada una, excepto el módulo de aplicación en el que los créditos se distribuyen entre prácticas en empresas, Proyecto fin de Máster y/o Proyecto de Investigación.

El alumno cursa en primer lugar un módulo común de 20 ECTS, que incluye las materias de: Métodos matemáticos en acústica; Acústica física; Instrumentación y Fundamentos de ingeniería acústica. Este módulo tiene una función de nivelación dada la variedad de las titulaciones de origen de nuestros alumnos. A continuación el alumno puede escoger entre tres especialidades: La acústica ambiental (dirigida fundamentalmente a la gestión y evaluación del ruido), la acústica arquitectónica (dirigida básicamente a la acústica de salas, el refuerzo sonoro y la electroacústica) y la vibroacústica (dirigida al estudio de las vibraciones mecánicas, en la edificación y en la industria).

En la especialidad de acústica ambiental, las materias que se imparten son: Medida y evaluación del Ruido, Control y gestión del ruido ambiental, Mapas de ruido y cartografiado acústico y Proyectos de Acústica Ambiental y Planes de Acción. El principal objetivo de este módulo es dotar de las competencias necesarias para aplicar los procedimientos de medición y evaluación del ruido en el campo de la acústica ambiental, la realización del cartografiado acústico y su integración en GIS, y la integración de los conocimientos acústicos en los planes de movilidad urbana y el planeamiento urbanístico.

En la especialidad de acústica arquitectónica, las materias que se imparten son: Aislamientos Acústicos, Acústica de Salas, Instalaciones y Ensayos Acústicos y los Sistemas electroacústicos. El principal objetivo de este módulo es adquirir un conocimiento ampliado y profundo sobre los procedimientos de medición y evaluación del ruido en el campo de la acústica arquitectónica. La realización de proyectos de insonorización en el ámbito de la Ingeniería, el control del ruido en instalaciones y la implementación de los conocimientos de la Psicoacústica al diseño de espacios y estructuras.

En la especialidad de Vibroacústica, las materias que se imparten son: Vibraciones Mecánicas Estructurales, Vibraciones en la Edificación, Técnicas de medida y análisis de vibraciones y Vibraciones en la Industria. El principal objetivo de este módulo es adquirir un conocimiento ampliado y profundo sobre los fenómenos vibratorios, su aplicación en el campo laboral e industrial, y llevar a cabo el análisis de vibraciones en estructuras y medios de transporte.

En cada uno de estos módulos, se hace hincapié en las técnicas de ensayos y análisis conforme a las normas estándar en cada caso. A lo largo de este tiempo se intercalan actividades comunes a las tres especialidades constituidas por charlas y conferencias relacionadas con diferentes campos de la acústica no incluidas en estas materias, tales como la acústica submarina, la sísmica, etc. Normalmente estas conferencias están a cargo de profesorado invitado de reconocido prestigio, externo a

la universidad, proveniente de instituciones y centros de investigación nacionales y extranjeros.

En el módulo de aplicación, el alumno puede elegir por realizar el perfil investigador o un perfil profesional. En el primer caso se debe cursar una materia de Metodología de la investigación (5ECTS), orientada a proporcionar al alumno las técnicas de estudio e investigación en Ingeniería Acústica. En estos casos el alumno completa su formación mediante la realización de un proyecto de investigación tutelado (15ECTS), en el ámbito de la Ingeniería Acústica. Este proyecto pretende sentar las bases de una futura Tesis doctoral y los alumnos que cursan este módulo tienen acceso directo a los programas de doctorado ofertas por la universidad. A estos alumnos se les facilita la oportunidad de realizar estancias cortas en centros de investigación y departamentos de otras universidades a través de la Red Europea de Ingeniería Acústica[20] y recientemente a través de la Red Iberoamericana de Ingeniería Acústica [20].

Entre los objetivos fundamentales de la orientación investigadora se encuentra la posibilidad de acceder a programas de Doctorado por ello, las iniciativas propuestas deberán ir dirigidas a la consecución de proyectos de investigación dentro de este programa. Los alumnos, tras haber cursado un número significativo de créditos, deben tener la posibilidad de ser admitidos por un Departamento o instituto universitario de investigación para iniciar en ellos la elaboración de su trabajo de investigación doctoral. Esta etapa de la formación consistirá en la elaboración y defensa de una tesis doctoral que deberá contener resultados originales de investigación.

Los alumnos que optan por el perfil profesional, están obligados a la realización de prácticas en empresas o instituciones públicas y privadas (15ECTS), y a la realización de un proyecto fin de Máster tutelado (5ECTS), preferentemente dentro del ámbito de su especialidad. En este caso se persigue que el alumno entre en contacto con la empresa, facilitando su futura integración en el mercado laboral para ello se disponen de los convenios correspondientes, fuera del entorno de la propia Universidad.

2 Objetivos

Se pretende analizar los resultados obtenidos en la Universidad de Cádiz, desde su inicio, durante las seis primeras ediciones del Máster (periodo 2007-2013), centrándonos en la capacidad de integración de los alumnos procedentes de distintos campos del conocimiento y en los aspectos más relevantes que definen las competencias adquiridas en el Plan de Estudios y que determinan la necesidad de promover un Máster en ingeniería acústica.

3 Metodología

En este apartado se pretenden valorar los principales aspectos de aquellos indicadores objetivos que pueden señalar el grado en que estas enseñanzas se orientan al aprendizaje de competencias y cumplen los objetivos propuestos en el plan de estudios. En este sentido hemos empleados los indicadores aplicados por la Unidad de Calidad de la Universidad de Cádiz conforme a lo exigido por la Agencia Andaluza del Conocimiento (AAC) [20]: la tasa de graduación, la tasa de abandono, la tasa de eficiencia y la tasa de rendimiento. Para el análisis del proceso del desarrollo del seguimiento del título se han seguido los criterios establecidos por la Comisión Universitaria para la Regulación del Seguimiento y la Acreditación (CURSA) «Protocolo para el proceso de seguimiento de títulos universitarios oficiales» [20] aprobado por el Consejo de Universidades y la Conferencia General de Política Universitaria en julio de 2010.

Para el seguimiento del título se aplican un conjunto de indicadores que sean capaces de reflejar los resultados de las enseñanzas en un año académico determinado o al final de un ciclo formativo. Los datos recogidos a lo largo de esta experiencia formativa nos permiten calcular y validar un grupo de indicadores críticos durante todo el proceso de seguimiento que abarca este trabajo (2007/2013). Los indicadores seleccionados sido definidos atendiendo a la norma UNE 66175, elaborada en 2003[20] y es conforme a lo establecido en el Real Decreto 1393/2007[20], pero adaptada a un proceso de seguimiento en el que el proceso formativo previsto aún no se ha completado. Los indicadores propuestos para facilitar el seguimiento del título del Máster en Ingeniería Acústica son los siguientes:

La tasa de rendimiento del Título ISV1. Este indicador muestra la dificultad/facilidad con la que los estudiantes superan las materias en las que se matriculan. Se entiende como la relación porcentual entre el número de créditos ordinarios superados y el número total de créditos ordinarios matriculados. Cuanto más alejados estén los valores del 100%, indicarán una mayor dificultad de los

módulos o materias o la necesidad de una mayor monitorización a los estudiantes en el proceso de matrícula o una inadecuada secuenciación de los módulos/materias en el plan de estudios. La evolución de este indicador a lo largo del tiempo puede ser de especial ayuda a la hora de definir e implementar medidas de mejora.

La tasa de abandono del Título ISV2. Este indicador, en el caso de Máster, mide el porcentaje de estudiantes que debieron titularse el curso anterior y que no se han matriculado ni el curso evaluado ni en el siguiente. Se obtiene como la relación porcentual entre los estudiantes de una promoción matriculados en el curso X que no se han vuelto a matricular en el curso X+1 y el número total de estudiantes de la misma promoción que accedieron al título en el curso X. Nos aporta información anual sobre la proporción de estudiantes que abandonan el título con respecto a los estudiantes inicialmente matriculados. Por lo que permite el análisis periódico de la promoción de entrada considerada y, si es necesario, adoptar las medidas que se crean oportunas.

La tasa de eficiencia del Título ISV3, se define como Relación porcentual entre el número total de créditos en los que debieron haberse matriculado los estudiantes graduados de una promoción y el total de créditos en los que efectivamente se han matriculado los estudiantes graduados. El indicador muestra, en media, el exceso de créditos que se le requiere a un estudiante para obtener el título en el que se matricula. Valores más alejados del 100%, muestran una mayor dificultad del plan de estudios, puesto que los estudiantes se ven obligados a realizar múltiples matrículas en algunas materias del plan de estudios (que debieran ser localizadas para adoptar las medidas de mejora oportunas).

La tasa de graduación del Título ISV4 se define como el porcentaje de estudiantes que obtienen el título en el número de años establecido en el plan de estudios o en un año más. Se define como la relación porcentual entre los estudiantes de una promoción que superan, en el tiempo previsto más un año, los créditos conducentes al título y el número total equivalente de estudiantes de

Tabla II. Distribución de los alumnos por perfiles

Curso	Nº Alumnos	Perfil Investigador		Perfil Profesional	
2007	29	10,34%	3	89,66%	26
2008	17	23,53%	4	76,47%	13
2009	18	11,11%	2	88,89%	16
2010	18	11,11%	2	88,89%	16
2011	12	8,33%	1	91,67%	11
2012	9	22,22%	2	77,78%	7
Total	103	13,59%	14	86,41%	89

nuevo ingreso de la misma promoción. La tasa pretende calibrar el ajuste entre el diseño inicial del plan de estudios y su implantación, al objeto de que los estudiantes finalicen sus estudios en un periodo de tiempo razonable. Los valores alejados del 100% pueden indicar desajustes en la formación previa de los estudiantes, en la dificultad de las materias, en la planificación o en los procedimientos de la evaluación de los aprendizajes.

4 Resultados y discusión

En la tabla II, se puede observar que sólo el 13,59% de los estudiantes desarrollan el Perfil Investigador, frente a un 86,41% que optaron por el perfil profesional, si bien algunos de éstos últimos realizaron sus prácticas en actividades de I+D+i.

La tabla III registra las titulaciones de procedencia. Nos llama la atención que las titulaciones de origen con mayor relevancia son: ingenieros técnicos en telecomunicaciones (especialidad sonido e imagen) con un 30,08%, ingenieros técnicos en edificación con un 11,38% y arquitectos con un 10,57%.

Las tres titulaciones mencionadas representan el 52,03% de los alumnos matriculados. Lo realmente contradictorio, teniendo en cuenta que la Universidad de Cádiz no oferta estas titulaciones, es el escaso interés suscitado por este Máster entre los alumnos de esta Universidad. De hecho sólo un 30,08% de estos alumnos provienen de estudios universitarios ofertados por la universidad de Cádiz.

Si agrupamos a los alumnos según el nivel o grado de su titulación de Origen, se comprueba que los alumnos provenientes de Titulaciones Superiores, representan un 34,96% (distribuidos como sigue: Ingenieros Superiores un 7,32%, Arquitectos un 10,57% y Licenciados un 17,07%), frente a un 65,04% de los provenientes de las Ingenierías Técnicas, este hecho puede explicar la preferencia de los alumnos por desarrollar el perfil profesional frente al investigador mostrado en la tabla II.

La tabla IV, complementa los datos anteriores y representa la distribución de los alumnos en función de la especialidad elegida. Esta distribución es muy pareja y no se ha observado el que en su elección, prime la titulación de origen frente a otras consideraciones.

Tabla III. Distribución de los alumnos por titulación de origen

Titulación de Origen		2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total	%
Ingenieros Superiores	Org Industrial	1		1				2	1,63%
	Telecomunicación	1		1		1		3	2,44%
	Quimico			1				1	0,81%
	Industrial				1			1	0,81%
	Salud laboral					1		1	0,81%
	Camino					1		1	0,81%
Ing. Téc. Telecomunicaciones	Sonido e Imagen	10	9	9	7		2	37	30,08%
Ing Técnico Industrial	Mecánica	3	5	3			1	12	9,76%
	Electricidad	2	1	3		2		8	6,50%
	Electrónica	1	2	1		1	1	6	4,88%
	Diseño Industrial					1		1	0,81%
Ing Técnico	Obras Públicas					2		2	1,63%
Licenciados	Ciencias Ambientales	9	1				1	11	8,94%
	Ciencias del Mar	2			1			3	2,44%
	Ciencias Biológicas	2						2	1,63%
	Física		1	1				2	1,63%
	Máquinas Navales				1		1	2	1,63%
	Radioelectrónica Naval				1			1	0,81%
Arquitecto		2			7	3	1	13	10,57%
Ing Técnico	Edificación	2	1	3	3	2	3	14	11,38%
Totales		35	20	23	21	14	10	123	100,00%

La tabla V refleja la distribución de alumnos, por origen y año, que han accedido al Máster en Ingeniería Acústica en la Universidad de Cádiz, cuya distribución porcentual refleja que el 78,05% provienen de Universidades Andaluzas, el 14,63% de otras universidades españolas y el 7,32% de Universidades extranjeras.

Tabla IV. Distribución de los alumnos por especialidad (no se muestran los datos Vibroacústica dado que sólo lleva implantada un curso académico 2013-2014).

Especialidad	Ambiental	Arquitectónica	Total
2007	20	15	35
2008	16	4	20
2009	10	13	23
2010	9	12	21
2011	7	7	14
2012	5	5	10
Total	67 54,47%	56 45,53%	123 100,00%

En el análisis de los resultados del proceso de aprendizaje, se han aplicado los indicadores definidos en el

apartado anterior: la tasa de graduación, la tasa de abandono, la tasa de eficiencia y la tasa de rendimiento, a cada uno de los cursos evaluados. Para poder calcular los valores porcentuales de cada uno de estos indicadores es necesario contar con los datos representativos y fiables de cada curso. Estos datos se suelen encontrar en las secretarías de los Centros o en la Dirección General de Posgrado y en la Unidad de Calidad de la Universidad.

En la Tabla VI, se muestran los datos necesarios para llevar a cabo el análisis de los indicadores y que hacen referencia al número de créditos matriculados, alumnos graduados y matriculados, etc. El posterior análisis de estos datos nos permite llevar a cabo una reflexión tendente a valorar el seguimiento del aprendizaje y el grado de adecuación de estos estudios. Por otro lado nos muestran las necesidades de mejoras en determinados aspectos del Plan de Estudios.

5. Análisis de los resultados

La tabla VI muestran los datos relativos a la dinámica de matriculación y graduación de los alumnos en el Máster en Ingeniería Acústica en la Universidad de Cádiz,.

Tabla V. Distribución de los alumnos por Universidad de origen

U Origen	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total	%	Total	%
Cádiz	12	6	8	3	4	4	37	30,08%	96	78,05%
Málaga	8	7	5	4	1	1	26	21,14%		
Sevilla	3	1	2	9	3	3	21	17,07%		
Granada	3		2	1			6	4,88%		
Córdoba	3	2					5	4,07%		
Jaén	1						1	0,81%		
UP Madrid	2		1	1	1		5	4,07%		
Alicante	2						2	1,63%		
U Extremadura					1	1	2	1,63%		
Castilla-Mancha					1		1	0,81%		
Navarra						1	1	0,81%		
Valencia		2	3	1			6	4,88%		
Barcelona			1				1	0,81%		
Marruecos	1	1					2	1,63%		
Pisa		1	1				2	1,63%		
Perú				1	1		2	1,63%		
Venezuela				1			1	0,81%		
Chile					1		1	0,81%		
Costa Rica					1		1	0,81%		
Total	35	20	23	21	14	10	123	100,00%	123	100,00%

Tabla VI. Datos relativos a la valoración de los indicadores de resultados del aprendizaje

Indicadores	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Nº Total ECTS del plan de estudios	60	60	60	60	60	60
Nº Total de créditos ordinarios matriculados	2.100	1.001	1.380	1.160	795	600
Nº Total de créditos ordinarios NO superados	161	65	100	100	45	15
Nº Total de créditos ordinarios superados	1.939	936	1.280	1.060	750	585
Nº créditos que debían de haberse matriculado	1.740	1.020	1.080	1.080	720	540
Nº créditos efectivamente matriculados	1.740	1.046	1.080	1.085	720	540
Nº total de estudiantes de nuevo ingreso	35	20	23	21	14	10
Estudiantes graduados	29	17	18	18	12	9
Nº Estudiantes graduados en el tiempo previsto +1	32	14	18	18	12	9
Nº Estudiantes que abandonan (*)	2	2	4	3	2	1
Nº Estudiantes repetidores	4	1	1	0	0	0

(*) Nº de estudiantes de nuevo ingreso en el título en este curso y que no están matriculados en el curso siguiente (y que no han finalizado los estudios).

Debemos destacar el hecho de que el número de alumnos ha ido disminuyendo de manera paulatina a lo largo de los años. Esta realidad está vinculada al desarrollo de la crisis que de manera muy particular afecta las posibilidades de trabajo en este campo en nuestro País, el aumento del paro y la continua subida de las tasas de matrícula sin duda también han incidido en esta tendencia.

Por otro lado, la tasa de abandono, es significativamente baja en relación con el número de alumnos matriculados, ello puede ser debido a un horario compatible, con la jornada laboral de los alumnos (presumiblemente la mayoría de ellos trabajando a tiempo completo y con una disponibilidad limitada), otro motivo fundamental para ello es la motivación de los alumnos cuyo principal objetivo es obtener una mayor cualificación profesional o científica, por lo que el grado de compromiso en la finalización de sus estudios es muy alto. En relación con este indicador, hemos detectado que algunos alumnos que acceden al Máster poseen un nivel muy escaso de formación (normalmente éste viene determinado por su titulación de origen) y otra causa es la pérdida del interés sobre los temas que se tratan en el Máster, está última íntimamente relacionada con la confusión del alumno. Algunos autores consideran que la principal causa de

este problema se encuentra en el escaso nivel en las áreas de matemáticas y ciencias entre los estudiantes. [20] y [20]

Algunos alumnos optan por realizar el Máster en más de un curso académico por lo que la duración de sus estudios será mayor que la programada. Para poder analizar los indicadores propuestos, hemos tenido en cuenta todos estos datos, en la tabla VII, se muestran los resultados obtenidos:

La tasa de eficiencia está igualmente relacionada con la madurez de los alumnos a la hora de establecer la carga docente que son capaces de asumir en cada período formativo, así como el interés personal en obtener unas cualificaciones profesionales adecuadas. Estos resultados implican un esfuerzo en el seguimiento de los estudiantes en las distintas materias, la tutela individualizada de los mismos y en la preparación de trabajos, pruebas de seguimiento y exámenes de acuerdo a lo recogido en la Memoria del Plan de Estudios.

El seguimiento individualizado de los alumnos permite detectar defectos formativos y reaccionar desde el primer momento para facilitar su aprendizaje. Por otro lado, la participación en las materias de profesores

Tabla VII. Resultados de los Indicadores

Indicadores	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Tasa de rendimiento del Título, ISV1	92,33%	93,51%	92,75%	91,38%	94,34%	97,50%
(*) Tasa de abandono del Título, ISV2	5,71%	10,00%	17,39%	14,29%	14,29%	10,00%
(**) Tasa de eficiencia de los graduados del Título, ISV3	100,00%	97,51%	100,00%	99,54%	100,00%	100,00%
(***) Tasa de graduación del Título, ISV4	91,43%	70,00%	78,26%	85,71%	85,71%	90,00%

(*) Nº de estudiantes de nuevo ingreso en el título en este curso y que no están matriculados en el curso siguiente (y que no han finalizado los estudios)

(**) Graduados de un año académico

(***) Nº Estudiantes graduados en el tiempo previsto +1

especializados fomenta el interés de los estudiantes y el seguimiento de las asignaturas, enriquece la docencia y los motiva al aprendizaje.

La participación de las empresas especializadas y de las entidades públicas facilita el tratamiento real de las soluciones acústicas y la posterior integración en el mundo laboral.

En cuanto al grado en que las enseñanzas en las diferentes materias se orientan al aprendizaje de competencias por parte del alumno, nuestra valoración es muy positiva, dado que todas ellas están orientadas al ejercicio profesional en el campo de la ingeniería acústica y la realización de prácticas en empresas o estancias en centros universitarios europeos y en instituciones públicas, permiten cumplir con los objetivos propuestos en el plan de estudios.

Cabe destacar dentro de lo que se ha dado por llamar *la transferencia del conocimiento* [20] que en este Máster se han alcanzado logros notables, el primero es la creación de empresas Spin-off que actualmente ejercen su actividad dentro del campo de la ingeniería acústica la otra fue la creación de la Asociación Andaluza de Ingenieros y Consultores Acústicos (AAICA); fundada por alumnos egresados del Máster en Ingeniería Acústica y que acoge a una gran parte de nuestros alumnos, organizándolos en calidad de autónomos y en pequeñas empresas.

En relación con la inserción laboral de nuestros egresados dentro del ámbito de las competencias del título, queremos destacar que si bien aún no existe un indicador específico para poder valorarlo, nuestra valoración es muy positiva, dado que todas las materias se orientan al aprendizaje de competencias por parte del alumno y están orientadas al ejercicio profesional en el campo de la ingeniería acústica. La realización de prácticas en empresas o estancias en centros universitarios europeos y en instituciones públicas, permiten cumplir con los objetivos propuestos en el plan de estudios. Por los datos que disponemos, podemos resaltar que del 83,52% que representa la media de los egresados a lo largo del periodo evaluado, entre un 79% y un 83% de ellos, se encuentran actualmente trabajando en el campo de la Ingeniería Acústica bien por cuenta propia o por cuenta ajena.

Si bien la duración del Máster condiciona negativamente la movilidad de estudiantes (principalmente alumnos extranjeros, estos sólo representan un 7,32% del total, ver tabla V), en relación con la posibilidad de realizar estancias en centros universitarios de la UE, participamos activamente en la red europea de estudios Superiores de Acústica denominada: «Schola» [17] bajo el patrocinio de la European Acoustics Association EAA. Actualmente un 8,9% de nuestros alumnos han optado por este tipo de estancias a través de su participación en Programas Erasmus.

La organización del Máster Universitario en Ingeniería Acústica es compleja dado que las asignaturas se programan secuencialmente y en cada una intervienen empresas y profesores extranjeros lo que genera una dependencia en cuanto a la disponibilidad de las empresas y obliga a mantener una cierta flexibilidad en la programación. A pesar de ello, la programación, ordenación y planificación es valorada muy positivamente por el alumnado. Existe una valoración del Grado de Satisfacción Global de los Estudiantes con la Docencia debido a que el SGC contempla las encuestas de profesores con impartición de más de un crédito por asignatura como un indicador propio.

Otros indicadores de satisfacción del alumno para poder analizar los resultados del Máster en ingeniería Acústica, están relacionados con la planificación de la enseñanza y aprendizaje, con el desarrollo de la docencia y con los resultados obtenidos. Si la escala es de 1 a 5, debemos concluir que el grado de satisfacción es bueno en estos aspectos, ya que según los resultados de las encuestas llevadas a cabo muestran que, en esa escala, estamos entre 3,65 y 4,31. Si tuviéramos que incidir en los aspectos más relevantes, desde la perspectiva de los alumnos cabría destacar aquellos que los alumnos valoran más, tales como:

- Integración en el ámbito Europeo de la Educación Superior.
- Participación de profesorado externo de reconocido prestigio.
- Prácticas tuteladas en empresas e instituciones públicas.
- Gestión y revisión de las prácticas externas integradas en el Título.
- Actualización permanente de los contenidos de cada una de las materias del Máster.
- Tutorización continua de los alumnos del Máster.
- Integración de las clases con las plataformas On line.
- Fomentar la participación en programas de movilidad entre los alumnos del Máster.
- Fomentar la realización de estancias en Instituciones extranjeras entre los alumnos del Máster.
- Participación en actividades de I+D de los alumnos del Máster. (Asistencia a congresos y Jornadas, elaboración de trabajos científicos).
- Participación de nuestros alumnos en la Red de especialistas en acústica EAA Young.

Esta última es una iniciativa dentro de la Asociación Europea de Acústica, que busca establecer una comunidad de jóvenes investigadores en acústica, mediante la organización de eventos en las conferencias científicas y

la prestación de servicios gratuitos que contribuyen a la comunidad.

Nuestra valoración respecto al cumplimiento del proyecto inicial, y teniendo en cuenta el desarrollo al que se ha tenido que someter el Máster en Ingeniería Acústica en nuestro País, es bastante positivo ya que los objetivos iniciales que se reflejaron en la memoria se están cumpliendo. La integración de estos estudios en la Red Europea de Estudios Superiores de Acústica denominada: «Schola» bajo el patrocinio de la European Acoustics Association EAA junto con la colaboración de la Sociedad Española de Acústica han permitido la colaboración activa con Universidades y Centros de Investigación, tanto nacionales como europeos y en estos momentos se avanza hacia la integración con los Países Iberoamericanos mediante propuestas como la Red Iberoamericana de Ingeniería Acústica.

6 Conclusiones

El gran interés suscitado por acceder a estos estudios y los altos ratios obtenidos durante la evolución del Máster demuestra la existencia de una especialidad desatendida en las carreras ofertadas actualmente, tal como están planteados los planes de estudios. Este interés adquiere mayor relevancia si se tiene en cuenta los problemas de movilidad vinculados a los alumnos foráneos.

En este orden de cosas, y teniendo en cuenta que tradicionalmente las materias de acústica y vibraciones no se impartían en las Escuelas de Ingeniería y si se hacía lo era de una manera transversal, es llamativo que los nuevos Grados mantengan esta tendencia e incluso, en algunos casos, la hayan acentuado. Decimos esto porque estas decisiones se están tomando en un momento en que la implantación de la nueva normativa europea en materia de ruido y vibraciones tiene como consecuencia de su cumplimiento la transposición al marco legal español. De hecho estamos inmersos en un proceso en el que la gestión y control del ruido es un imperativo legal tanto en el planeamiento urbanístico, como en la construcción y la industria. La necesidad de ingenieros especializados en los campos de la acústica y la vibroacústica es un hecho que garantiza un mercado laboral a medio y largo plazo. Por ello creemos que mantener la oferta formativa de la Ingeniería Acústica es positivo y sin duda un valor añadido para aquellas Universidades que pretendan destacar en los estudios Superiores de Ingeniería.

En la actualidad, estos estudios se enfrentan a graves problemas derivados de la implantación de los Másteres Universitarios como continuación de los Grados. La po-

lítica de incorporar las competencias profesionales de los ingenieros en Másteres específicos obligará al alumno a cursar de manera cuasi obligatoria aquel Máster que le facilite sus competencias. Esta estrategia endogámica, no favorecerá la evolución de las ingenierías en nuestro País, tan sólo servirá para mantener la política gremialista que tanto ha caracterizado a los diferentes Colegios profesionales. Pensamos que impedir el desarrollo de políticas educativas que potencien la diversidad en el campo de las ingenierías[20] es una equivocación y en este sentido los posgrados en ingeniería acústica tienen una dificultad que sólo se soslayará si mantenemos nuestra oferta formativa al hilo de las nuevas tecnologías y dentro del Espacio Europeo de Educación Superior.

Agradecimientos

A la Unidad de Calidad y Evaluación de la Universidad de Cádiz, con especial mención a la asesora técnica D^a Mariví Martínez Sancho por sus inestimables aclaraciones en la aplicación de los protocolos del proceso de seguimiento del Título.

Referencias

- [1] The European Higher Education Area, Joint Declaration of the European Ministers of Education, Bologna Declaration 1999, 1999 [Online]. Available: http://www.eua.be/eua/jsp/en/upload/OFFDOC_BP_bologna_declaration.1068714825768.pdf
- [2] Source Book on «European Education in Noise Control Engineering»; Presentations and discussions at an ICA2007 Madrid Workshop, Spain, 2007 September 4, Prepared by Noise Control Foundation Poughkeepsie, New York, USAnoisecontrolfoundation@gmail.com
- [3] Institute of Sound and Vibration Research; Southampton University; http://www.southampton.ac.uk/engineering/what_we_do/sound_and_vibration.page?#education
- [4] MSc in Engineering Acoustics, DTU, Technical University of Denmark; http://www.oersted.dtu.dk/English/education/master_programmes/engineering_acoustics.aspx
- [5] «Organic Law of Universities (LOU)», (in Spanish) BOE, vol. 307, pp. 49400–49425, 2001.
- [6] Xoán C. Pardo, María J. Martín, José Sanjurjo, and Carlos V. Regueiro, «Teaching Digital Systems in the Context of the New European Higher Education Area: A Practical Experience», IEEE Transactions on Education, Vol. 52, NO. 4, november 2009; pp 519.

- [7] European Commission. Directorate-general for education and culture. 2009-2013 Programme Guide
- [8] Informe «Estudio sobre los requerimientos formativos de técnicos en acústica» anteriormente citado, ha sido elaborado por la SEA por encargo de los Coordinadores de Máster en Ingeniería Acústica existentes en España. En dicho estudio participaron 90 empresas del sector de la acústica en España y en él se desglosan, entre otros aspectos, cuáles son las necesidades formativas en materia de acústica más relevantes desde el punto de vista del empresario, las titulaciones de grado previas más demandadas, etc.
- [9] Programa de posgrado en Ingeniería Acústica, ETSI Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. <http://www.i2a2.upm.es/postgrado/ProgramaAcad%C3%A9mico/DoctoradoenIngenier%C3%ADaAc%C3%BAstica/tabid/62/Default.aspx>
- [10] Hernández M., Ricardo; Cueto A., José Luis; «Proyecto de diseño de Máster oficial de posgrado en ingeniería acústica», Conferencias y comunicaciones de Tecniacústica 2005 -36º Congreso Nacional de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica y EAA Symposium; Terrassa, España. 19/21 Octubre 2005; Actas del Congreso y Nº especial de la Revista Acústica, Vol 36, nº 3-4, año 2005; ISSN: 0001-7884
- [11] <http://www.sea-acustica.es/>
- [12] <http://www.eaa-fenestra.org/>
- [13] (ICA; <http://www.icacommission.org/>)
- [14] Pilar Martínez-Jiménez, et all, «OPEE: An Outreach Project for Engineering Education» IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, VOL. 53, NO. 1, FEBRUARY 2010
- [15] <https://sede.educacion.gob.es/catalogo-tramites/becas-ayudas-subsuenciones/movilidad/de-profesores/movilidadprofesor-visitante-master-oficial/movilidad-profesor-visitante-master-oficial-2011.html>
- [16] <http://www.european-acoustics.org>
- [17] Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) Bergen (Mayo 2005)
- [18] Antonio Calvo-Manzano; Hacia una ingeniería acústica; Conservatorio de Música de Madrid, Sociedad Española de Acústica (SEA). 2005
- [19] El Marco Europeo de Cualificaciones para el aprendizaje permanente (EQF-MEC); Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2009; ISBN 978-92-79-08475-1
- [20] Nicole J. Kessissoglou. «Overview of a university course on acoustics and noise» JASA 2510 J. Acoust. Soc. Am. 131 (3), Pt. 2, March 2012.
- [21] E. Tovar, Ed., «Building a common space for the education of engineers,» in Int. Conf. Engineering Computer Education 2005 (ICECE05), Nov. 2005, Book of Abstracts.
- [22] Máster Universitario en Ingeniería Acústica - 2014/15, Escuela Superior de Ingeniería, Universidad de Cádiz. https://posgrado.uca.es/web/info_master.php?id=432&curso=2014/15
- [23] Aula Universitaria Iberoamericana, Universidad de Cádiz, Red Iberoamericana de Ingeniería Acústica. <http://www.aulaiberoamericana.es/es/portal.do?IDM=156&NM=2>
- [24] Agencia Andaluza del Conocimiento (AAC) «Guía de seguimiento de los títulos de Másteres» implantados en el marco del Real Decreto 56/2005, según el procedimiento abreviado establecido en la Resolución de 28 de octubre de 2008 del Consejo de Universidades.
- [25] «Protocolo para el proceso de seguimiento de títulos universitarios oficiales elaborado por la Comisión Universitaria para la regulación del Seguimiento y la Acreditación (CURSA), aprobado por el Consejo de Universidades y la Conferencia General de Política Universitaria en julio de 2010».
- [26] Norma UNE 66175; Sistemas de gestión de la calidad: Guía para la implantación de sistemas de indicadores, Octubre 2003.
- [27] Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. BOE num. 260, pp 44037, 44048.
- [28] A. T. Jeffers, A. G. Safferman, and T. I. Safferman, «Understanding K-12 engineering outreach programs,» *J. Prof. Issues Eng. Educ. Pract.*, vol. 130, no. 2, pp. 95–108, Apr. 2004.
- [29] S. Bamforth, «Engineering outreach:A guide to working with schools,» The Higher Education Academy-Engineering Subject Centre [Online]. Available: <http://www.engsc.ac.uk/downloads/scholarart/outreach.pdf>.
- [30] Jordi Romeu, «How can the EU Directive Boost Noise Control Education in Spain? The Present Situation» Laboratory of Acoustics and Mechanical Engineering (LEAM), Technical University of Catalonia, Spain. Source Book on «European Education in Noise Control Engineering»; pag 29, Spain, 2007 September 4, Prepared by Noise Control Foundation Poughkeepsie, New York, USAnoisecontrolfoundation@gmail.com
- [31] Daniel J. Moore and David R. Voltmer «Curriculum for an Engineering Renaissance», IEEE Transactions on Education, Vol. 46, NO. 4, November 2003.

Acreditada por:

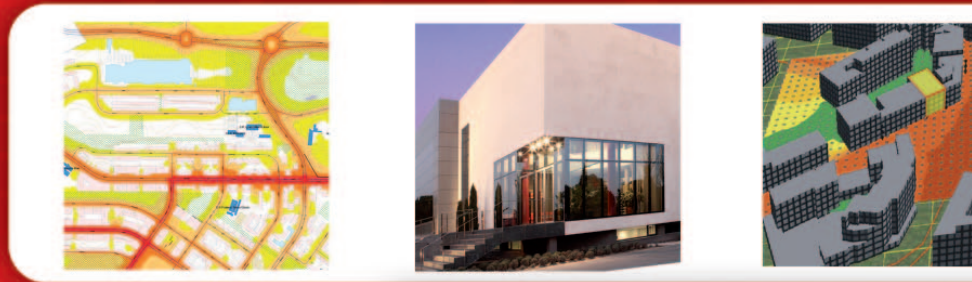


Certificada por:



Centro Tecnológico de Acústica

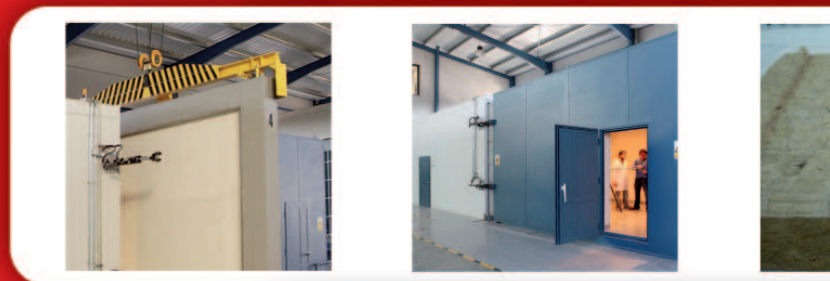
ESTUDIOS ACÚSTICOS, MAPAS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN



AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO
ENSAYOS Y MEDICIONES IN SITU CERTIFICADAS



ENSAYOS EN CÁMARAS NORMALIZADAS
CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS



PROYECTOS ACÚSTICOS Y EJECUCIÓN DE SOLUCIONES
EN INDUSTRIA, EDIFICACIÓN Y MEDIOAMBIENTE



Madrid, Barcelona, Valladolid, Valencia, Bilbao, Sevilla, Cantabria, La Rioja y Zaragoza

902 37 37 99



www.audiotec.es

info@audiotec.es
www.audiotec.es

