

PROYECTO DE DISEÑO DEL MASTER OFICIAL DE POSGRADO EN INGENIERIA ACÚSTICA

PACS: 43.10.Sv

Hernández Molina, Ricardo; Cueto Ancela, José Luis
Laboratorio de Ingeniería Acústica
Universidad de Cádiz
Campus de Puerto Real (CASEM)
Polígono Rio San Pedro s/n
Puerto Real 11515 – Cádiz – España
Tel: 956 016140; Fax 956 016051
E-mail: ricardo.hernandez@uca.es

ABSTRACT

The introduction of Acoustic Engineering in the Spanish University field with a postgraduate character has been an increasing demand from both public and private sectors in recent years. The convocation for Projects intended to design the new postgraduate degrees carried out by the Andalusian Commission for the European Higher Education Space (depending on the Education Area from the Andalusian Autonomous Government) has permitted the preparation of the Project for the Official Master Degree on Acoustic Engineering. This work presents the project that was approved and that is currently being assessed for its implantation as a combined degree in Andalusia.

RESUMEN

La implantación de la Ingeniería Acústica en el ámbito universitario español con carácter de postgrado, es una demanda que desde los sectores públicos y privados se ha venido incrementando en los últimos años. La convocatoria de Proyectos destinados a diseñar los nuevos títulos de Postgrado llevada a cabo por la Comisión Andaluza para el Espacio Europeo de Educación Superior dependiente de la Consejería de Educación y Ciencia de la Comunidad autónoma de Andalucía, ha permitido la elaboración del Proyecto del Título Oficial de Master en Ingeniería Acústica. Este trabajo presenta el proyecto que fue aprobado y que actualmente esta siendo evaluado para su implantación, como título conjunto en Andalucía.

INTRODUCCIÓN

Durante el mes de junio del 2004, la Comisión Andaluza para el Espacio Europeo de Educación Superior dependiente de la Consejería de Educación y Ciencia de la Comunidad autónoma de Andalucía, realizó una convocatoria de Proyectos destinados a diseñar los nuevos títulos de Postgrado. Con el objetivo de facilitar tanto la puesta en práctica en el sistema universitario andaluz de la nueva estructura cíclica de las enseñanzas como la participación de las universidades andaluzas en los programas europeos de postgrado, todo ello con objeto de conseguir para cada nivel de esta estructura cíclica de los estudios universitarios, los objetivos marcados en la Declaración de Bolonia.

Ante esta iniciativa de las estructuras universitarias andaluzas, vimos la oportunidad de llevar a cabo la realización de un proyecto, que concretara las aspiraciones de muchos de nosotros de elaborar una propuesta de titulación oficial en el campo de la acústica aplicada. Con este animo y gracias al trabajo y a la colaboración de prestigiosos investigadores españoles del mundo de la acústica, conseguimos elaborar una propuesta de Proyecto para el Diseño del Título Oficial de Master en Ingeniería Acústica. Sirva pues esta comunicación para presentar este proyecto que fue aprobado en el mes de Noviembre del 2004 por la Comisión Andaluza para el Espacio Europeo de Educación con el asesoramiento de la Unidad para la Calidad de las Universidades Andaluzas.

El Proyecto que se presenta responde a los requerimientos de los futuros estudios oficiales de Postgrado, tal como se recoge en el documento marco del MECD y en el Real Decreto que lo desarrolla. Una vez sea informado favorablemente por el Consejo de Coordinación Universitaria, corresponderá al segundo nivel de la estructura cíclica de las enseñanzas universitarias y deberán conducir a la obtención del título oficial de **MÁSTER EN INGENIERÍA ACÚSTICA**, de acuerdo a los principios marcados para el establecimiento del Espacio Europeo de Educación Superior.

El Proyecto responde a la modalidad nº 5 de la convocatoria. Es decir se enmarca dentro del diseño de títulos de masters de carácter europeo. En este sentido el proyecto responde a los requisitos establecidos en el Programa Erasmus Mundus, para lo cual se cuenta con el apoyo de tres centros de Enseñanza Superior del entorno Europeo y está previsto, tal y como se detalla en la memoria, que al menos en dos de ellos (como centros asociados que son del proyecto) se aplique un programa de enseñanza con un periodo de estudios dotado con los mecanismos integrados para el reconocimiento de esos periodos de conformidad con el sistema ECTS. Este periodo debe culminar con la concesión por los centros participantes del título oficial de **MÁSTER EN INGENIERÍA ACÚSTICA**

En el ámbito temático el proyecto quiere responder a las exigencias que hoy día tiene planteada la acústica aplicada en sus ámbitos de ambiental, arquitectónica, industrial, control activo, instrumentación evaluación y gestión. Por tanto se engloba dentro del ámbito de las Enseñanzas Técnicas

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO EN EL MARCO DEL EEES

Uno de los objetivos de la Declaración de Bolonia es la adopción de un sistema basado esencialmente en dos ciclos principales, grado y postgrado. El proyecto se plantea desde su inicio como un postgrado de carácter europeo, que responde a los criterios exigibles del Espacio Europeo de Educación Superior y, cuyo objetivo principal no es otro que el de responder a la creciente demanda que la sociedad manifiesta en las áreas de la Acústica Ambiental, Arquitectónica e Industrial.

Este proyecto debe servir también para favorecer y crear sinergias entre los centros de Educación Superior y el espacio europeo de Investigación. Es decir debe responder a las necesidades de 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. Es pues una propuesta concreta, que intenta desarrollar los distintos elementos conceptuales definidos en las declaraciones europeas y que se encuentran recogidos en la LOU. Para ello y desde un principio adopta el sistema de créditos basado en el ECTS, que entendemos debe favorecer la movilidad de los estudiantes, razón de más si se tiene en cuenta que este proyecto participará en el Programa Erasmus Mundus.

Dentro de lo que se denomina como el Espacio Europeo de Educación Superior, podría ponerse como ejemplo el compromiso existente entre ocho universidades e institutos de educación superior que promocionan en Europa el Doctorado en Ruidos y Vibraciones, este proyecto es coordinado por el Institute of Sound and Vibration Research, de la Universidad de Southampton. El objetivo de este proyecto 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.

Existen otros centros de educación Superior en Ingeniería Acústica en Italia, (Nápoles), Portugal, Suiza o Alemania entre otros, por lo que es fácil deducir la buena salud que goza estos estudios en Europa. Bien es cierto que en algunos de estos centros esta implantado el grado en Ingeniería Acústica, pero también lo es el hecho de que en muchos de ellos se desarrolla el Postgrado en sus dos versiones de Master o Estudios de Doctorado en Ingeniería 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 Nacional de Acústica, se han tomado iniciativas para satisfacer una demanda, cada vez más creciente, en este campo. Prueba de ello es la existencia de títulos propios en muchas universidades o el recién creado Doctorado en Ingeniería Acústica en la UPM.

Muchas de las universidades españolas que han sentido esta necesidad y que desde hace años trabajan en estos temas, han manifestado su interés en participar en este proyecto, con el ánimo de diseñar un postgrado que satisfaga las necesidades de unos estudios superiores en el ámbito de la Ingeniería Acústica. La interdisciplinariedad existente en este campo se manifiesta en las distintas áreas y departamentos desde los que se desarrollan estos estudios, a falta de una titulación común. Podríamos enumerarlos todos, pero baste mencionar los más representativos: Física Aplicada, Teoría de la Señal, Ingeniería Mecánica, Construcciones Arquitectónicas, Máquinas y Motores Térmicos, Tecnología Ambiental, etc.

Por tanto podríamos concluir este apartado relativo a la justificación de este proyecto dentro del Espacio Europeo de Educación Superior, diciendo que el Máster en Ingeniería Acústica que se propone responde necesariamente a los criterios establecidos en el proceso de convergencia iniciado en Bolonia en 1999, cumpliendo con el objetivo estratégico de esta convocatoria a la hora de contribuir a la especialización académica, profesional e investigadora en el campo de la Ingeniería Acústica.

OBJETIVOS DE LA TITULACIÓN PROPUESTA

El objetivo general de este proyecto consiste en estudiar la viabilidad de la implantación en las universidades españolas de un nuevo título de postgrado: "Ingeniería Acústica".

La elección de la denominación de "Master" para el título de postgrado en Ingeniería Acústica, tiene indudables ventajas por ser el más generalmente utilizado en otros sistemas universitarios de la Unión Europea y países extracomunitarios. Denominaciones alternativas serían de la "Magíster" o Master Universitario".

Los objetivos formativos son muy específicos y se encuentran orientados hacia una mayor profundización intelectual, posibilitando un desarrollo académico disciplinar e interdisciplinar, de especialización científica, de orientación a la investigación o de formación profesional avanzada dentro del campo de la Ingeniería Acústica. Los principales objetivos del Master en Ingeniería Acústica son:

- Incorporar al segundo nivel de la estructura cíclica de las enseñanzas universitarias el título oficial de Máster en Ingeniería Acústica de acuerdo con el sistema ECTS.
- Obtener la especialización académica profesional o investigadora en el campo de la Ingeniería Acústica, dentro del Espacio Europeo de Educación Superior.
- Armonizar los estudios relacionados con el campo de la Ingeniería Acústica con los programas análogos existentes en la Unión Europea, fomentando la movilidad, el nivel profesional y la integración laboral de los estudiantes.
- Reforzar los niveles de competitividad internacional de las enseñanzas superiores en el campo de la Ingeniería Acústica adaptándola de una manera eficaz a las exigencias de la formación superior de nuestra sociedad.

- Promover e incentivar la investigación en el campo de la Ingeniería Acústica dentro de los parámetros de calidad y exigencia definidos en el Espacio Europeo de Educación Superior.

ESTRUCTURA DEL MÁSTER EN INGENIERÍA ACÚSTICA

En el diseño de la estructura de este nivel existen diversas opciones que están vigentes en otros países. Todas ellas cuentan con ventajas e inconvenientes. En nuestro caso, frente a la estructura de carácter secuencial, proponemos que el programa de postgrado permita que los alumnos, tras haber cursado un número significativo de créditos, puedan 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 120 créditos europeos, repartidos a lo largo de dos cursos académicos (estructura cuatrimestral), no pudiendo superar la carga de 60 créditos europeos en un mismo curso.

La estructura del master responde a los siguientes criterios:

- Programa de Estudios Integrados
- Título Conjunto
- 120 créditos ECTS, en un periodo de dos cursos académicos.
- Cuatro módulos de 30 Créditos ECTS, cada uno
- Cada módulo dura un cuatrimestre
- Criterios de admisión conjunto
- Tasas académicas únicas

El programa tiene una estructura flexible y un sistema de reconocimiento y de conversión que permiten el acceso desde distintas formaciones previas. Por ello, se propone que el acceso a los estudios del Programa de Ingeniería Acústica se pueda llevar a cabo desde las actuales titulaciones de Diplomado, Ingeniero Técnico, Arquitecto Técnico, Licenciado, Ingeniero y Arquitecto, durante el periodo transitorio, que debe conducir a la implantación del sistema de Grado. Una vez finalizado este periodo y extinguido el sistema actual, se exigirá haber superado el Grado.

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

La existencia del Master Oficial en Ingeniería Acústica será compatible con la de máster como titulaciones propias no oficiales impartidas por las universidades u otros centros de formación superior. Esta última circunstancia deberá hacerse constar en los diplomas o certificados que aquéllas y éstos expidan.

La obtención del Título del Máster exigirá haber completado la totalidad de los créditos 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.

El título oficial de Máster en Ingeniería Acústica, serán expedidos por el Rector de la Universidad y en él se hará constar la expresión “Máster en Ingeniería Acústica por la Universidad de...”

Entre los objetivos fundamentales de este proyecto se encuentra la posibilidad de acceder a programas de Doctorado, las iniciativas propuestas deberán ir dirigidas a la consecución de proyectos de investigación dentro de este programa por lo que 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.

Al objeto de garantizar el máximo grado de armonización entre este programa y otros análogos existentes en las universidades europeas, se contempla aquí la posibilidad de implantar el *suplemento europeo* al título que se propone. Con esta iniciativa se pretende garantizar la transparencia en los niveles de formación adquiridos por el estudiante, y a la vez debe permitir la acreditación de los conocimientos adquiridos por cada persona en diferentes instituciones europeas de educación superior.

La consecución de estos objetivos en el ámbito de la formación universitaria, pasa necesariamente por una garantía de la calidad fundamentada en mecanismos y procesos de evaluación, certificación y acreditación. A tal fin es fundamental que esta propuesta de Máster en Ingeniería Acústica, como propuesta de postgrado, deba ser sometida al proceso de evaluación, certificación y acreditación, por parte de la Comisión Andaluza del EEES, de la Unidad para la Calidad de las Universidades Andaluzas y de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Ello debe permitir la elaboración del informe que propicie la homologación por el gobierno de títulos de carácter oficial en Ingeniería Acústica y de validez en todo el territorio nacional.

CONTENIDOS Y ESTRUCTURA DE LA TITULACION

Los contenidos del Máster en Ingeniería Acústica se han definido en función de las competencias científicas y profesionales que deben de adquirirse para alcanzar el grado de especialización en el campo de la Ingeniería Acústica

- MODULO 1: FUNDAMENTOS DE ACUSTICA (30 Créditos ECTS) + curso de integración idiomática básico (4 Créditos ECTS)
- MODULO 2: ACUSTICA AMBIENTAL Y ARQUITECTONICA (38 Créditos ECTS) + curso de integración idiomática intermedio (4 Créditos ECTS)
- MODULO 3: ACUSTICA INDUSTRIAL (38 Créditos ECTS) + curso de integración idiomática avanzado (4 Créditos ECTS)
- MODULO 4: PROYECTO EN INGENIERIA ACÚSTICA (30 Créditos ECTS)

La oferta total de créditos es de 136 Créditos ECTS, independientemente de los cursos de integración idiomática para los alumnos de terceros países.

Estos módulos se estructuran en materias con un alto contenido práctico y entre las que habrá que distinguir aquellas de realización obligatoria de entre las optativas con las que el alumno puede diferenciar su curricula. En las tablas siguientes se presentan las materias que conforman cada uno de estos módulos.

MODULO 1: FUNDAMENTOS DE ACUSTICA

| MAC-NN | Tipo | Materias | ECTS |
|--------|------|----------------------------------|------|
| MAC-01 | Ob | Métodos ;Matemáticos en Acústica | 4 |
| MAC-02 | Ob | Acústica Física | 5 |
| MAC-03 | Ob | Métodos numéricos en acústica | 4 |
| MAC-04 | Ob | Instrumentación | 4 |
| MAC-05 | Ob | Procesado Digital de la Señal | 5 |
| MAC-06 | Ob | Propagación del Sonido | 4 |
| MAC-07 | Ob | Fundamento de las Vibraciones | 4 |

MODULO 2: ACUSTICA AMBIENTAL Y ARQUITECTONICA

| MAC-NN | Tipo | Materias | ECTS |
|--------|------|--------------------------|------|
| MAC-08 | Ob | Legislación y normativas | 2 |
| MAC-09 | Ob | Psicoacustica; | 2 |
| MAC-10 | Ob | Aislamientos Acústicos | 6 |

| | | | |
|--------|----|--|---|
| MAC-11 | Ob | Acústica de Salas | 4 |
| MAC-12 | Ob | Mapas Acústicos | 4 |
| MAC-13 | Ob | Medida y Evaluación del Ruido | 4 |
| MAC-14 | Ob | Acústica y Ordenación del Territorio | 2 |
| MAC-15 | Op | Fisiopatología de la audición | 2 |
| MAC-16 | Op | Control del ruido ambiental | 2 |
| MAC-17 | Op | Gestión del Ruido Ambiental | 2 |
| MAC-18 | Op | Educación en Acústica Ambiental | 2 |
| MAC-19 | Op | Acústica Musical | 2 |
| MAC-20 | Op | Paisajes sonoros | 2 |
| MAC-21 | Op | Buenas Practicas acústicas en la Edificación | 2 |

MODULO 3: ACUSTICA INDUSTRIAL

| MAC-NN | Tipo | Materias | ECTS |
|--------|------|---|------|
| MAC-22 | Ob | Evaluación y efectos del ruido en el ambiente laboral | 3 |
| MAC-23 | Ob | Vibraciones el ambiente laboral | 3 |
| MAC-24 | Ob | Vibraciones Mecánicas | 4 |
| MAC-25 | Ob | Análisis de Vibraciones Estructurales | 3 |
| MAC-26 | Ob | Control del ruido Industrial | 4 |
| MAC-27 | Ob | Potencia Acústica, Intensimetria | 3 |
| MAC-28 | Ob | Electroacustica | 4 |
| MAC-29 | Op | Calidad Acústica | 2 |
| MAC-30 | Op | Acústica Submarina | 2 |
| MAC-31 | Op | Análisis del habla | 2 |
| MAC-32 | Op | Confort acústico y vibratorio en Medios de Transporte | 2 |
| MAC-33 | Op | Ultrasonidos | 2 |
| MAC-34 | Op | Aeroacústica | 2 |
| MAC-35 | Op | Control Activo del Ruido | 2 |

MODULO 4: PROYECTO EN INGENIERIA ACÚSTICA

| MAC-NN | Tipo | Materias | ECTS |
|--------|------|---------------------------------|------|
| MAC-36 | Ob | Proyecto en Ingeniería Acústica | 30 |

COMPETENCIAS FORMATIVAS ADQUIRIDAS

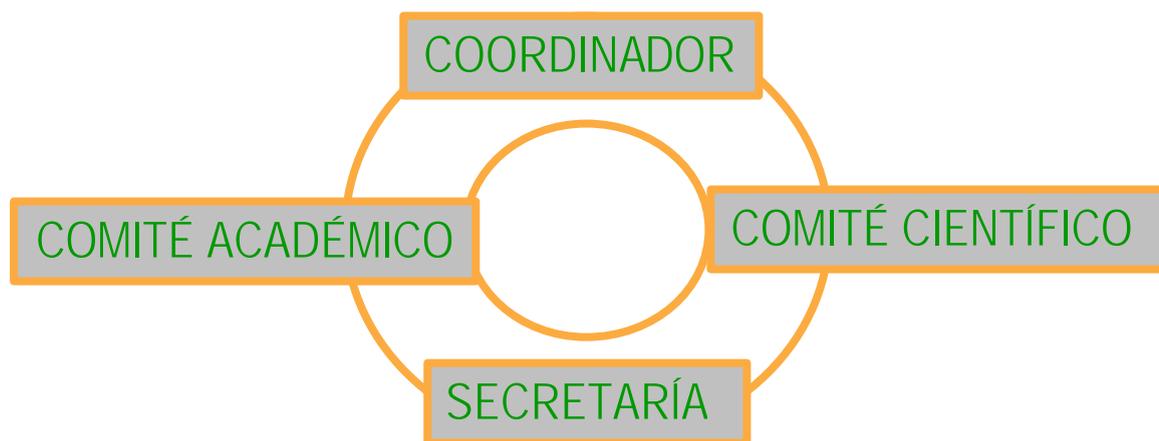
- ➡ Elaboración de proyectos acústicos y de planes de acción
- ➡ Gestión y evaluación de la contaminación acústica
- ➡ Verificación de los índices de calidad en la edificación, estudios en salas
- ➡ Elaboración de proyectos de confort en la industria
- ➡ Realización de ensayos de ruidos y de vibraciones
- ➡ Análisis y valoración de ruidos y vibraciones
- ➡ Elaboración de cartografiado acústico y de modelos de predicción
- ➡ Elaboración de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en el campo de la Acústica y las Vibraciones
- ➡ Dirección de empresas

PRACTICAS EN EMPRESAS

Durante la realización del master, se prevé la necesidad de llevar a cabo prácticas en las empresas que han manifestado su interés en colaborar con este Master. Estas prácticas son de corta duración y tienen como objetivo familiarizar al alumno con el trabajo real de una empresa de ingeniería acústica.

Las prácticas deberían poderse llevar a cabo también en administraciones locales, provinciales, autonómicas y nacionales.

ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA



Las Universidades Andaluzas de Sevilla, Málaga, Granada, Huelva y Cádiz; acordaron elevar a través de la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz, la propuesta del Título Oficial de Postgrado en Ingeniería Acústica, como título conjunto para la Comunidad Autónoma Andaluza, al Consejo de Coordinación Universitaria previa aprobación de la Comisión de Estudios de Postgrado y del Consejo de Gobierno de la Universidad de Cádiz.

En este sentido la Universidad de Cádiz como coordinadora del Master Oficial de Ingeniería Acústica, debe elaborar los convenios ínter universitarios con las universidades andaluzas implicadas en su desarrollo definiendo claramente la:

- tramitación de los expedientes de los estudiantes,
- expedición y registro de un único título conjunto oficial de Postgrado

En este convenio deben quedar perfectamente definidos los siguientes conceptos:

- Grado de institucionalización, reuniones periódicas, papel de los socios.
- Personal y financiación.
- Grado de integración y de reconocimiento de los diplomas
- Estructuración del curso y mecanismos de movilidad física y lingüística (estudiantes y personal académico).
- Servicios de acogida, alojamiento, tutoría, cursos de idiomas, ayuda con los visados, etc.

La Universidad de Cádiz, tras la elaboración y aprobación de los programas de postgrado en la forma en que determinen sus estatutos, deberán solicitar el informe de la Comunidad Autónoma competente y remitirlos al Consejo de Coordinación Universitaria para su homologación. El desarrollo efectivo de las enseñanzas del programa de postgrado de Master en Ingeniería Acústica conducente a la obtención del título oficial, será sometido a evaluación de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, de acuerdo con lo previsto en el artículo 35 de la Ley Orgánica de Universidades.

JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL DE LA PROPUESTA.

La implantación de la Ingeniería Acústica en el ámbito universitario español con carácter de postgrado, es una demanda que desde los sectores públicos y privados se ha venido incrementando en los últimos años.

En este sentido cabe destacar las consecuencias que se derivan de la transposición de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, a través de la denominada Ley del Ruido (37/2003, de 17 de Noviembre) y los decretos que poco a poco la irán desarrollando.

Si a esta realidad legislativa, fruto de la política europea contra el ruido (definida en el Libro Blanco), le añadimos la modificaciones que están sufriendo las normas estandarizadas, las exigencias acústicas que se derivarán de la implantación del Código Técnico de la Edificación, consecuencia de la Ley de Ordenación de la Edificación (**38/1999, de 5 de noviembre**), y el aumento de concienciación de nuestra sociedad en lo relativo a la calidad acústica de nuestras ciudades y edificios y las exigencias de mayores niveles de confort; es evidente que existe una demanda social clara en este campo.

La tradicional ausencia de técnicos con un buen nivel de formación, y la dispersión de las competencias que los técnicos deben afrontar, justifica la necesidad de implantar unos estudios superiores en el campo de la Ingeniería Acústica.

La implantación de esta titulación puede resultar oportuna en un momento en el que se discute la nueva estructura universitaria y en el que, la distribución en dos niveles (grado y postgrado) de las titulaciones universitarias, viene a paliar unas carencias de formación en este campo, que se verán favorecidas por su integración en el Espacio Europeo de Educación Superior.

El programa correspondiente al Máster en Ingeniería Acústica, debe responder a la demanda de técnicos especializados en esta materia. Cuando la Administración Pública de este país quiera asumir la filosofía implícita en la Directiva citada, necesitará de personas capaces de llevar a cabo una gestión racional de las molestias provocadas por el ruido. La realización de proyectos acústicos se ha incorporado como una exigencia por parte de la administración para llevar a cabo cualquier tipo de actividad económica. El concepto de calidad acústica, la realización de planes de acción y su seguimiento, lleva a controlar y coordinar los Planes Generales de Ordenación Urbana. 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. Responder a estos retos es sin duda el primero de los objetivos de este programa.

El impacto social será pues muy positivo. Un ejemplo de ello es el número de centros universitarios que han mostrado interés en participar en una u otra medida en este proyecto, así como los centros de investigación y la propia Administración Pública a través de la Consejería de Medio Ambiente. También los colegios profesionales, las empresas privadas y sociedades con las que se ha consultado.

La Ingeniería Acústica 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 a 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, de 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 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. Para ello 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.

No es cuestión aquí de extendernos en la organización de la titulación, puesto que la propuesta base ya se ha descrito suficientemente en el apartado anterior, pero si es interesante describir las competencias a adquirir por los estudiantes que completarán el Máster en Ingeniería Acústica. Podríamos enumerar al menos las más significativas, teniendo en cuenta que todo lo que se expone lo es en el contexto del EEES.

- Elaboración de proyectos acústicos
- Gestión y evaluación de la contaminación acústica
- Verificación de los índices de calidad en la edificación
- Elaboración de proyectos de confort en la industria
- Realización de estudios en salas
- Realización de ensayos de ruidos
- Realización de ensayos de vibraciones
- Análisis y valoración de ruidos y vibraciones
- Elaboración de cartografiado acústico
- Elaboración de modelos de predicción
- Investigación en el campo de la Acústica y las Vibraciones
- Elaboración de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico
- Elaboración de planes de acción
- Participación en comités de normalización
- Dirección de empresas

El sector productivo requiere especialistas con formación en el ámbito de la Ingeniería Acústica, con conocimientos de procesos productivos y de transformación, con preparación para abordar su implantación o modificación y con capacidad para plantear y resolver los problemas con un enfoque logístico. Así mismo, el desarrollo de las regulaciones medioambientales y la necesidad de la gestión de la calidad acústica en nuestras ciudades han incrementado la necesidad de formación en esta área. Para cubrir este hueco, diferentes centros de postgrado, escuelas de negocios y universidades ofrecen diversos cursos sobre Acústica Ambiental y Arquitectónica, bien por medio de clases presenciales, bien con métodos tradicionales a distancia o mediante Internet, cuya calidad no ha sido contrastada. Parece conveniente, por tanto, que el sistema universitario español se dote de una titulación oficial que permita cubrir, de una manera eficaz y con la calidad necesaria, esta demanda, creando un título de perfil de Ingeniería Acústica.

Dentro de lo que podríamos denominar la dimensión internacional de la propuesta, nos gustaría destacar que uno de los objetivos principales de la implantación de esta titulación, es la de incorporarnos a los programas análogos existentes en la Unión Europea. Este hecho dota de una dimensión internacional sin precedente a esta propuesta.

La posibilidad de vincular estos estudios con otros semejantes, ya existentes en Europa y en países extracomunitarios permite abrir una vía de comunicación en el campo de la formación e investigación muy interesante. Esta relación explica por si misma la calidad del impacto que a nivel universitario podría llegar a tener. La capacidad de contactar con otras universidades y de incentivar programas de movilidad y de cooperación inter universitaria, puede llegar a ser un vehículo, un puente, entre distintos pueblos, que permita una mayor profundización en estos estudios, accediendo los estudiantes, vía programas de intercambio (Erasmus Mundus es un ejemplo) a aquellos centros que sean de su interés. El objetivo debe ser promover la investigación de calidad en el campo de la Ingeniería Acústica. Para ello la cooperación inter -universitaria es imprescindible.

OTRAS CONSIDERACIONES

En este apartado quisiéramos recalcar algunos de los aspectos más notables expresados en esta memoria.

En relación con el número de universidades participantes hay que indicar que, de las universidades andaluzas, en las cuales se desarrollan en la actualidad trabajos, líneas de investigación y docencia en segundos y terceros ciclos relacionados con las áreas de la Acústica Ambiental, Industrial, Laboral, Arquitectónica o la Electroacústica, han manifestado su interés en participar en el diseño del Título Oficial de Ingeniería Acústica todas las que desarrollan actividades en este sentido.

Lo mismo deberíamos decir del resto de las Universidades españolas que ha manifestado su interés, nos consta de otras (la Universidad de Navarra, Valencia y otras) que les hubiera gustado participar de manera directa en este Proyecto, pero que por una cuestión de plazos y de racionalización no han podido manifestar su interés. No obstante se cuenta con su apoyo para el desarrollo de un máster en Ingeniería Acústica homogéneo a nivel nacional.

En relación con las universidades europeas, hay que destacar que su participación en el desarrollo e implantación de este proyecto es imprescindible, no solo por la necesidad de integrar los requisitos y puntos de vista del Espacio Europeo de Educación Superior. Sino porque es con estas universidades europeas con las que deberemos contar para elaborar y presentar este proyecto a la convocatoria de Erasmus mundus. Su experiencia enriquece este proyecto ya que sin duda evitará desviaciones no deseables para nadie y aporta unos conocimientos en la gestión del Programa Erasmus Mundus, que sin duda fortalecerá la estructura del máster en Ingeniería Acústica. La conexión de estas universidades y centros de educación superior con otras instituciones universitarias que tienen implantado este título oficial de postgrado garantiza la adecuada estructura y organización de la titulación en Ingeniería Acústica, así como la descripción de las competencias profesionales a adquirir dentro del contexto del EEES.

Por otra parte la participación del Instituto de Acústica (CSIC) y de la Sociedad Española de Acústica (SEA), 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 relación con el grado de implicación de las estructuras responsables de la impartición del máster en Ingeniería Acústica, debemos reforzar la idea de que se adapta a los objetivos planteados en el proyecto. Prueba de ello es la respuesta obtenida por los diferentes departamentos y áreas de conocimiento consultadas. Este interés queda reflejado en el diseño del título máster que se propone y que sin duda responderá a las necesidades planteadas en la sociedad española en relación con la Ingeniería Acústica tanto en su ámbito académico, profesional como investigador.

UNIVERSIDADES, INSTITUCIONES Y ORGANISMOS QUE HAN PARTICIPADO EN ESTE PROYECTO

Es importante resaltar aquí, que este proyecto nace con un carácter integrador y abierto, quiere ser y así lo creemos, flexible y capaz de adaptarse a las exigencias de las distintas estructuras universitarias de cada autonomía. Plantea una visión común que redunde en beneficio de la movilidad del alumnado y si bien la iniciativa parte de la comunidad autónoma andaluza, este proyecto esta alcance y a disposición de todas y cada una de las universidades españolas que lo crean de interés, ya que entendemos que no siempre la disposición y las posibilidades van juntas, pero el esfuerzo en la consecución del objetivo debe ser común.

Desde un primer momento numerosas instituciones manifestaron su interés en participar directamente en este proyecto. Otras, estamos seguros, también hubieran participado de buen grado, lamentablemente, esto no siempre es posible. No obstante aunque no están reflejadas en estas líneas, el proyecto es una invitación constante a la participación, dado que el protagonismo es del proyecto y no de los que lo integran.

Universidades andaluzas participantes

- Universidad de Cádiz
- Universidad de Málaga
- Universidad de Granada
- Universidad de Sevilla

Universidades españolas participantes

- Universidad Politécnica de Madrid
- Universidad Politécnica de Cataluña
- Universidad de Valladolid
- Universidad de Zaragoza

Otras Instituciones españolas participantes

- Ministerio de Ciencia y Tecnología. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
- Sociedad Española de Acústica, SEA

Universidades europeas participantes

- Seconda Università degli Studi di Napoli, SUN
- Technical University of Denmark
- Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa
- Institute of Technical Acoustics - Aachen University (RWTH), Alemania

2.5.- Asociaciones y empresas participantes

- Instituto de Investigación, Desarrollo y Control de calidad en la Edificación (INDYCCE)
- Brüel & Kjøer
- AECOR

REFERENCIAS

- Calvo-Manzano, Antonio. "Hacia una ingeniería acústica". *Revista de Acústica*, Vol. 28, N.3-4, Año 1997.
- CONFERENCIA DE MINISTROS DE EDUCACIÓN SUPERIOR BERLÍN, SEPTIEMBRE DE 2003 : Bologna Declaration (1999) Prague Communiqué (2001) ; Berlin Communiqué (2003) ; (An exercise for comparative analysis)
- Convention on the recognition of qualifications concerning higher education in the European region (The European Treaty Series, n°165, Council of Europe - UNESCO joint Convention) Lisbon, 11 April 1997
- REAL DECRETO 56/2005, de 21 de enero, por el que se regulan los estudios universitarios oficiales de Posgrado.
- REAL DECRETO 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.
- REAL DECRETO 49/2004, de 19 de enero, sobre homologación de planes de estudios y títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.
- REAL DECRETO 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título.
- La integración del sistema universitario español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior; Documento-Marco; Ministerio de Educación, Cultura y Deporte; Febrero 2003
- EUROPEAN COMMISSION. DIRECTORATE-GENERAL FOR EDUCATION AND CULTURE. ERASMUS MUNDUS PROGRAMME. ADMINISTRATIVE AND FINANCIAL HANDBOOK ACTIONS 1 AND 2: ERASMUS MUNDUS MASTERS COURSES AND SCHOLARSHIPS Version May 2004

- http://europa.eu.int/comm/education/programmes/mundus/index_en.html

Para cualquier consulta o aclaración, pueden ponerse en contacto con nosotros en las siguientes direcciones de correos:

master.ingenieriaacustica@uca.es

ricardo.hernandez@uca.es