



**FIA 2018**

**XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre**

## **MONITORIZACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL DE UNA ZONA TURÍSTICA BASADA EN IOT PARA INFORMACIÓN DEL USUARIO Y MEJORA DEL SERVICIO**

**PACS:** 43.58.-e

Alba, Jesús<sup>1</sup>; Pelegrí, José<sup>1</sup>; Pérez-Solano, Juan José<sup>2</sup>; del Rey, Romina<sup>1</sup>; Sogorb, Tomás<sup>1</sup>; Belda, Eduardo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitat Politècnica de València, Campus de Gandia, C/Paraninfo, 1, 46730 Grao de Gandia, Valencia, España. jesalba@fis.upv.es; jpelegrí@eln.upv.es; roderey@doctor.upv.es, tsogorb@eln.upv.es; ebelda@dca.upv.es

<sup>2</sup> Universitat de Valencia, Departamento de Informatica, 46100 Burjassot, España. juan.j.perez@uv.es

**Palabras Clave:** Sensores acústicos, Ruido, Turismo, Medio ambiente

### **ABSTRACT**

In the Valencian Community there exist an Intelligent Specialization Strategy for investigation and innovation (RIS3-CV), which aim is the transformation of the Valencian productive model from through investigation and innovation. Within this strategy, the TUR2 objective is located, which consists in restructuring mature touristic destinations and favouring the transition from traditional destinations to intelligent touristic destinations. In order to favour its accomplishment, the Valencian Tourism Agency signs a collaborative agreement for the encouragement of investigation, formation and innovation in the touristic sector with the Gandia campus of the Polytechnic University of Valencia. In this agreement, the enviromental monitoring of a tourist area based on IoT for user information and service improvement. In 2018 some test are planned in Gandia, Benidorm and Benicassim beaches.

In this work, advances in acoustic sensors and other parameters of interest in the setting of the agreement are presented.

### **RESUMEN**

En la Comunidad Valenciana existe una Estrategia de Especialización Inteligente para la investigación e Innovación (RIS3-CV), que tiene como fin la transformación del modelo productivo valenciano desde la investigación y la innovación. Dentro de esta estrategia se encuentra el objetivo TUR2, que consiste en reconvertir los destinos turísticos maduros y favorecer la transición de destinos tradicionales hacia destinos turísticos inteligentes. Para favorecer su cumplimiento, la Agencia Valencia de Turismo firma un convenio de colaboración para el fomento de la investigación, formación e innovación en el sector turístico con el Campus de Gandia de la Universitat Politècnica de Valencia. En él se plantea la monitorización ambiental de una zona turística basada en IoT para información del usuario y mejora del servicio. En 2018 se plantean pruebas piloto en las playas de Gandia, Benidorm y Benicassim.

En este trabajo se muestran los avances sobre la sensorización acústica, y otros parámetros de interés dentro del marco del convenio.

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

### INTRODUCCION

El proyecto de investigación y desarrollo que se firma con la Agencia Valenciana de Turismo se centra en el objetivo específico TUR2 dentro del apartado '1.3 Turismo y calidad de vida' del documento de Estrategia de Especialización Inteligente para la investigación e Innovación en la Comunidad Valenciana (RIS3-CV) que contribuye a la transformación del modelo productivo valenciano desde la investigación y la innovación. El objetivo TUR2 consiste en reconvertir los destinos turísticos maduros y favorecer la transición de destinos tradicionales hacia destinos turísticos inteligentes sobre la base de la corresponsabilidad y cooperación público-privada y la participación social.

Para ser partícipes de TUR2 se plantea la monitorización ambiental de una zona turística basada en IoT para información del usuario y mejora del servicio, realizándose una prueba piloto en las playas de Benidorm, Gandia y Benicasim.

Se pretende diseñar tecnología propia para los nodos sensores basados en IoT (Internet de las cosas) que permita desarrollar un prototipo no comercial de bajo coste, con alimentación del ambiente (harvesting energy) sin necesidad de mantenimiento y muy bajo consumo de energía y con transmisión de datos inalámbrica (sin cableado alguno) basada en la tecnología LPWAN. Estos nodos incluirán diferentes sensores para la monitorización de parámetros básicos como la temperatura, la humedad relativa, la presión atmosférica, en una primera fase, y se estudia la incorporación de sensores acústicos, medición de radiación ultravioleta, etc. en una segunda fase.

En la figura 1 se presenta la arquitectura del diseño a implementar. Con estos nodos se transmitirán los datos de los sensores a través de las estaciones de red (o Gateway, dependiendo de la tecnología elegida) a la Plataforma IoT (la nube) y de ésta al Servidor de aplicaciones. Con todo esto se diseñará una base de datos (BBDD) para poder actuar sobre dichos datos, con el desarrollo del software de interface de usuario y de una APP.

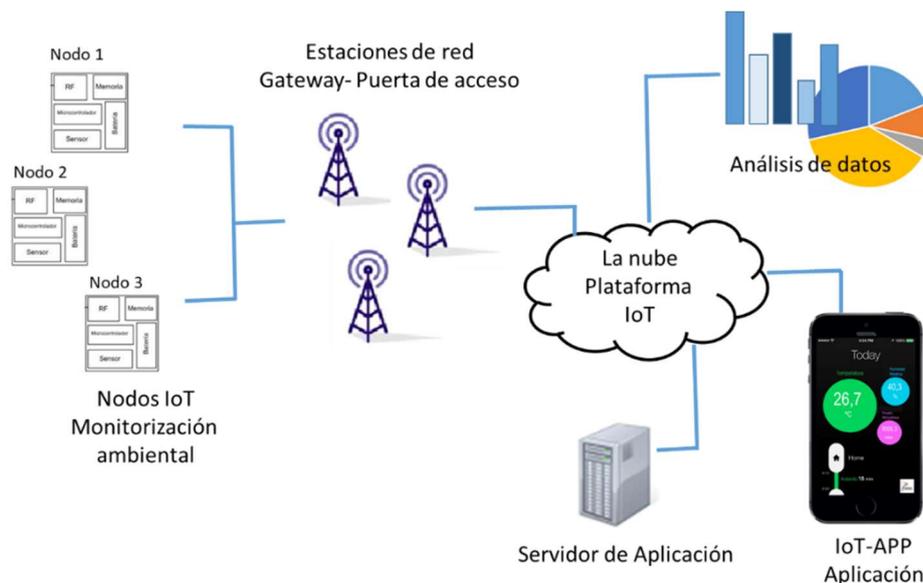


Figura 1. Arquitectura del sistema, diseño a implementar

Una vez disponible el sistema basado en nuevas tecnologías IoT, se realizará un análisis de datos para ver el origen de los usuarios, si estos se han desplazado realmente a la zona turística y otros indicadores de interés que permita realizar una gestión turística innovadora dando al usuario información de la que no disponía hasta este momento. Hay que tener en cuenta que se



## FIA 2018

**XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre**

distinguen dos tipos de usuario: el posible turista que acceda a una aplicación para ver el estado de la playa y otros parámetros, y el superusuario que accede a toda la información que pueda ser relevante, como, por ejemplo, la detección de ruidos de elevado nivel en momentos determinados, etc.

En los últimos años, el impacto de las TIC en general, de las tecnologías IoT [1][2] y de las aplicaciones móviles en particular ha sido enorme en prácticamente todos los sectores económicos, pero posiblemente el turismo sea una de las industrias donde el impacto haya sido mayor y más rápido. Las aplicaciones móviles han modificado el comportamiento del consumidor y han obligado a adaptarse a empresas y destinos turísticos [3], además este impacto se ha multiplicado con el uso de las redes sociales. El turista utiliza las aplicaciones móviles para relacionarse con el destino antes, durante y después del viaje.

Por tanto, las aplicaciones móviles se han convertido en uno de los medios clave para la promoción turística actual [4]. Tanto que conceptos como el Mobile marketing o smart tourism destinations [5][6] están popularizándose rápidamente. En [7], el Mobile marketing es “Cualquier actividad de marketing llevada a cabo a través de una red ubicua a la que los consumidores están constantemente conectados mediante un dispositivo móvil personal”, este concepto está muy relacionado con el marketing relacional. Por su parte en [8] se define a un destino turístico inteligente como “un destino turístico innovador, construido sobre unas infraestructuras tecnológicas punteras que garantiza el desarrollo sostenible de las zonas turísticas, la accesibilidad y la interacción del visitante con su entorno y la integración en él, aumentando la calidad de la experiencia en el destino, y mejorando la calidad de vida de los residentes”.

Las aplicaciones móviles utilizadas por el turista son de muy diversa índole, pero entre las más usadas están sin duda las aplicaciones meteorológicas (WheatherNews, el Tiempo, Accuweather, etc). Estas aplicaciones son muy útiles para los turistas ya que de esta forma pueden hacerse una idea del tiempo que se encontrarán y planificar su viaje de forma más efectiva. Es un ejemplo de cómo el turista reclama información en tiempo real.

De hecho, el clima es un aspecto clave para la gran mayoría de actividades turísticas, pero en especial para el turismo de sol y playa, que como su nombre indica se desarrolla en torno a un recurso natural y otro climático.

En cualquier caso, los destinos turísticos que hagan un uso eficaz de la tecnología IoT y las aplicaciones móviles, poseen la ventaja de diferenciarse de los demás destinos, dado que, al ser herramientas multiusos, se pueden ofrecer servicios y productos personalizados a sus públicos más importantes, es decir, estamos mejorando la experiencia del turista y optimizando su tiempo, que tan escaso se hace en tiempos de ocio [9][10].

Por lo que se puede decir que las aplicaciones móviles relacionadas con la meteorología son unas de las más demandadas por los consumidores. De hecho, según el panel del consumidor de Nielsen, son las segundas más utilizadas y un 60% de los usuarios de aplicaciones americanos la utilizaron en los últimos 30 días (tan solo son superadas por los juegos, que fueron utilizadas por un 64%). Hay que resaltar también, que las terceras apps más usadas fueron las redes sociales (56%) y las cuartas las de navegación (51%), todas ellas con una fuerte influencia en el turismo. De hecho, está más que constatado que las solicitudes sobre información meteorológica se disparan durante los periodos vacacionales.

La aplicación del Internet de las Cosas (IoT), según el informe de [11], tiene una previsión de más de 26 billones de dispositivos conectados en 2020. Hay que aprovechar este avance tecnológico para poder mejorar calidad del servicio a los usuarios/turistas que se acerquen a la Comunidad Valenciana.

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

Téngase en cuenta que estos dispositivos conectados (denominado también nodo IoT) desde el punto de vista de investigación en redes de sensores, basadas en tecnología IoT, el reto es la propuesta de mejoras arquitecturales que mejoren la eficiencia energética [12][13] de estas así como su implantación en el ecosistema costero. Para alcanzar este objetivo se debe trabajar en dos fases, una primera más creativa donde se debe estudiar el problema y proponer soluciones algorítmicas y modelarlas en condiciones equivalentes en que van a ser aplicadas; y una segunda fase donde se requiere la implementación de la plataforma hardware [14]. Esta segunda fase es extremadamente costosa en tiempo ya que requiere un elevado esfuerzo de simulación, implementación y verificación.

Cabe destacar de manera notable que dos de las características fundamentales en un dispositivo conectado (nodo IoT) y que primaran sobre otras características básicas son la eficiencia energética u optimización de la energía del dispositivo basándose en el diseño de algoritmos para la gestión de la energía [15-17] y por otro lado el uso de energías renovables para la alimentación del nodo sensor de forma autónoma y con mantenimiento nulo, esto se conseguirá con el diseño modulo de alimentación específico [18-20].

Por otro lado, el teléfono se ha convertido como una herramienta para tener un acceso rápido y fiable a información de todo tipo (incluida la meteorológica, situación medioambiental, estado del mar, etc), la cual, a su vez, se ha convertido en una de las claves para la elección de destino. Por tanto, los destinos turísticos han de ofrecer esta información con la calidad, actualización y accesibilidad que el exigente turista actual demanda. Además, este tipo de información en cuanto que es una de las primeras y más importantes informaciones requeridas a la hora de decidir el viaje, puede ser clave para introducir otro tipo de información turística (oferta gastronómica, cultural, patrimonial, de ocio...), así como para posicionar la marca e imagen de nuestro destino. Igualmente, los cambios en los hábitos de compra y vacacionales aconsejan multiplicar los canales de venta online, donde las aplicaciones móviles sin duda están llamadas a jugar un papel preferente. En cuanto que la decisión de viajar puede ser tomada en función de la información ambiental ofrecida, la app puede actuar como lugar de reserva/adquisición del producto o como oferente de una oferta turística alternativa a la playa en caso de mal tiempo.

## METODOLOGÍA

A continuación, se expone la metodología que se propone para alcanzar los objetivos del proyecto. Tal y como se ha expuesto anteriormente, el objetivo global de este proyecto es la investigación y desarrollo de tecnología propia basada en IoT (Internet de las cosas) de alta eficiencia energética de manera que los nodos sensores IoT puedan ser autónomos y permitan su implantación en el ecosistema costero. Los nodos deben conseguir un consumo medio extremadamente bajo de centenas o decenas de  $\mu\text{W}$  con un coste hardware bajo. El objetivo claramente busca mejorar la eficiencia de los nodos IoT, principalmente aumentar la vida de los nodos con el uso de energías renovables y su aplicabilidad a las zonas costeras. En esta última la investigación se centra en la forma de comunicar los parámetros medioambientales a la base de datos. La investigación que se propone en este proyecto se abordará haciendo énfasis en tres bloques diferenciados: Nodo sensor IoT, Gestión turística y metodologías de difusión:

### Nodo sensor IoT

En el nivel de la arquitectura del nodo estará formado por diferentes módulos de los cuales destacamos el subsistema de procesamiento y comunicaciones realizará las tareas de recoger las señales del sensor, ya sean analógicas o digitales a través de un elemento central consistente en un microcontrolador y que permita realizar las labores de medida y control distribuidos y una memoria para almacenar diferentes valores. También se incluyen los bloques del transceiver y amplificador de RF que conjuntamente con la antena son los encargados de enviar la información al medio para su transmisión, basándonos en tecnologías LPWAN. Todo ello teniendo en cuenta la integración del sistema completo, es decir, bajo consumo y reducido tamaño.



## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

Mientras que el módulo de sensado del nodo IoT, estará formado por los elementos sensores elegidos con su electrónica de acondicionamiento. Al cual se va a caracterizar por su robustez, precisión, linealidad, etc. Además de ser un diseño sencillo, de bajo consumo y pequeño tamaño. La tarea a realizar consistirá en la integración de sensores ya existentes para procesar la información, comunicarla y utilizarla posteriormente, en la aplicación que nos conlleva, un destino turístico inteligente (DTI).

En el nivel algorítmico de la eficiencia energética, la investigación se centrará en la resolución conjunta del control de potencia y la planificación de las acciones del nodo para minimizar el consumo y extender el tiempo de vida bajo ciertas restricciones en la calidad de servicio. Se realizará una búsqueda de información sobre nodos sensores IoT en los campos de gestión de energía, estimación de la vida útil de la batería del nodo y desarrollo de aplicaciones medioambientales. Por otro lado, también se analizarán los diferentes tipos de algoritmos de optimización distribuidos y diversas técnicas heurísticas que permitan una simplificación de la implementación final del algoritmo.

Sobre esta plataforma se evaluará la implementación final de los algoritmos propuestos y se realizarán medidas experimentales de consumo, tiempo de vida y calidad de servicio de la red. En el nivel del uso de energías alternativas se combinarán distintos mini-transductores de energía renovable, utilizando circuitos que alternen o mezclen las distintas fuentes de energía de forma inteligente, según las necesidades de la carga en una aplicación concreta. Para ello, se deben estudiar profundamente las distintas fuentes de energía renovable. Ensayando con los transductores actuales y optimizando los circuitos de rectificación, conversión y de almacenamiento de la energía, dando lugar al módulo de alimentación del nodo IoT. La elección concreta de sensores para medición del ruido pasa, pues, por condiciones de alimentación muy específicas.

Por tanto, un análisis profundo de las energías medioambientales disponibles para cada aplicación en concreto podría desembocar en la implementación de una fuente de alimentación continua e inagotable para dispositivos de sensado inalámbricos de bajo consumo en aplicaciones medioambientales (con minipaneles solares, antenas de RF direccionales enfocadas, etc.).

### **Gestión turística**

Un objetivo secundario es estudiar la manera de integrar la información obtenida y ofrecida en una herramienta de marketing turístico que contribuya a la creación de un destino turístico inteligente.

Para ello nos planteamos un estudio en diferentes fases. Una primera analizará el concepto de destino turístico inteligente y la aplicación actual del marketing mobile en el sector turístico. Una segunda analizará los destinos turísticos elegidos (en este caso podría ser Gandía y Benidorm), analizando aspectos como la imagen, la oferta, el perfil del turista, la gestión del destino, etc. Una tercera parte utilizaría distintas metodologías cualitativas (desde entrevistas en profundidad, paneles de expertos, etc), con la idea de seleccionar diferentes stakeholders del sector turístico (empresarios, técnicos, políticos...) y que sea el mismo sector el que nos indique que uso hacer de la información obtenida y distribuida con nuestra herramienta tecnológica, que utilidades y posibilidades le ven, y como integrarla en una estrategia de destino turístico inteligente. El objetivo es convertir una potente aplicación tecnológica

### **Metodologías de difusión**

Otro objetivo secundario será la estudiar metodologías de Difusión. El objetivo del plan de difusión no es sólo dar a conocer los resultados alcanzados por el equipo, sino crear un vínculo de entendimiento entre los interesados en la implementación del proyecto. Por tanto, el plan de difusión o comunicación no se basa únicamente en un flujo de información unidireccional o en el

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

mantenimiento de unas reuniones científicas, sino en incorporar la capacidad para abordar las preguntas y respuestas en una retroalimentación de la audiencia. Potencialmente la difusión se enmarca en dos tipos de acciones: la comunicación de la información y la comunicación con generación de conocimiento.

### SENSORES ACÚSTICOS

La elección de sensores acústicos de bajo coste para la monitorización del ruido es un tema de interés como se muestra en Segura-Garcia et al [21]. Una filosofía de trabajo es el uso de plataformas de programación sencillas como la Raspberry Pi o los Arduinos. En el caso que nos ocupa, el sensor debe integrarse en un nodo sensor IoT, debe soportar las condiciones ambientales y consumir lo mínimo posible, con lo que las plataformas citadas no serían viables. La alternativa es el uso de micrófonos MEMS, es decir, micrófonos microelectromecánicos, de pequeño tamaño, alta calidad de sonido, fiabilidad y baratos. Incorporan la palabra micro, por el tamaño que tienen, de 2 a 4 mm de superficie y 1 mm de altura. Suelen basarse en la tecnología electret e integrar un preamplificador. Son evolución de acelerómetros o sensores de movimiento. Son chips microfónicos o pequeños micrófonos de silicio. Son menos susceptibles a vibraciones mecánicas, variaciones de temperatura e interferencias electromagnéticas en comparación con los micrófonos electret tradicionales. Forman parte de multitud de aplicaciones, para cancelación activa de ruido, beam forming, etc. Los solemos encontrar en el interior de móviles, tablets, y otros sistemas similares. En la figura 2 puede verse un esquema del interior del encapsulado de un MEMS. Básicamente, lleva dos elementos, el sensor MEMS y el ASIC (Application-Specific Integrated Circuit) que es el pre-amplificador de audio.

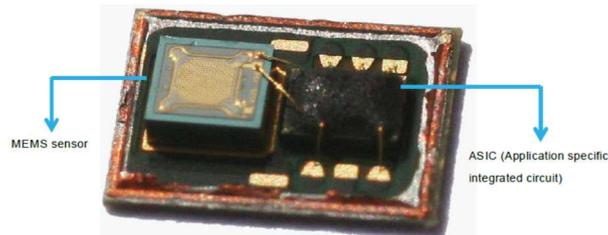


Figura 2. Vista interior del micrófono MEMS

El sensor, como se ha citado básicamente es un condensador formado por dos placas o superficies de silicio. Una placa es fija mientras que la otra es móvil. La superficie fija se recubre de un electrodo para hacerla conductora y está llena de agujeros acústicos que permiten que el sonido pase a través de ellos. Un orificio de ventilación permite que el aire comprimido en la cámara posterior pueda salir y por lo tanto permite que la membrana se mueva hacia atrás. El volumen de la cámara afectan al rendimiento acústico de los micrófonos en términos de respuesta de frecuencia y relación señal a ruido SNR, como suele suceder en los encapsulados de los micrófonos electret o de convencionales. Básicamente, un sensor de un micrófono MEMS es una capacidad variable donde el principio de transducción se basa en el cambio de la capacitancia de acoplamiento entre una placa fija (placa trasera) y una placa móvil (membrana) causado por la onda sonora entrante.

Las versiones digitales incorporan un convertidor analógico-digital (ADC) para dar una salida digital en forma de modulación de señal por densidad de impulsos (PCM) o en formato I2S (Inter-IC Sound Bus), que además del PCM añade un filtro antialiasing y puerto serie de salida digital.

Para la aplicación IoT que se planifica, además el pequeño tamaño, la necesidad de soportar las condiciones ambientales y el consumo reducido, es necesario también que tenga una respuesta acústica lo suficientemente fiable. Para ello deben tenerse en cuenta además, los siguientes parámetros acústicos:

- La sensibilidad. En versiones analógicas se expresan en dBV/Pa. En las digitales, se expresa en dBFS (dBV es en referencia a 1VRMS en vez de dBFS donde la referencia es la escala digital)

## FIA 2018

### XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18- 24 al 26 de octubre

- La directividad. En este caso, interesa un diagrama omnidireccional, para hacerlo independiente de la colocación.
- La relación señal a ruido, SNR
- El rango dinámico: El rango dinámico es la diferencia entre la señal de mínima y máxima que el micrófono es capaz de generar como salida. La señal mínima es el ruido residual y la máxima queda marcada por el máximo que genera el micrófono sin distorsionar (se suele denominar punto de sobrecarga acústico AOP, que se acota al 10% de la sobrecarga).
- Respuesta en frecuencia: representa la evolución de la sensibilidad en toda la banda de audio de interés. Depende de tres elementos: el agujero de ventilación y las cámaras frontal y trasera. El agujero junto con la cámara trasera influye en la baja frecuencia. A alta frecuencia es la cámara frontal la que limita, por un efecto de resonancia causado por efecto Helmholtz.
- Tasa de distorsión armónica (THD): medida de la distorsión de la señal de salida respecto a la entrada. Se compara la energía de los armónicos enésimos respecto a la señal sin distorsión.

En la tabla 1 se resumen algunos micrófonos seleccionados y sus características. Se han seleccionado el AKU342 de Akustica, Inc, el MP34DT02 de ST, el SSM2167 de Analog Devices, el IM69D120 de Infineon y el INMP401 de InvenSense. Puede verse la disparidad de información, en algunos casos incompleta. Esto hace necesario medidas acústicas controladas en los laboratorios del Campus de Gandia de la UPV.

Parámetro	AKU342	MP34DT02	SSM2167	IM69D120	INMP401
Sensibilidad	-38 dBv/Pa	-26 dBFs	Variable	-26 dBFs	-42 dBV/Pa
Directividad	Omni	Omnidireccional		Omnidireccional	Omnidireccional
SNR	63 dB	60 dB	Variable	69 dB(A)	62 dB(A)
Rango dinámico (dB)			Variable	95	88
AOP		120		120	120
THD		<1% 100 dBSPL <2% 115 dBSPL <10% 120 dBSPL	0,40%	<1% 118 dBSPL <2% 119 dBSPL <10% 120 dBSPL	<3% 105 dB SPL
Respuesta en frecuencia	50 Hz-14kHz	50 Hz - 10kHz	Ancho de 20kHz	28Hz - 20kHz	60 Hz - 15kHz
Consumo de corriente (µA)	230	600	500	380 - 1300 en función de la frecuencia de reloj	250
Dimensiones (mm <sup>3</sup> )	2.95 x 3.76 x 1.00	3 x 4 x 1.06		4 x 3 x 1.2	4.72 x 3.76 x 1.00
Temperatura de operación		-40°C a 85°C	-40°C a 85°C	-40°C a 70°C	-40°C a 85°C
Fabricante	Akustica Inc	ST Microelectronics	Analog Devices	Infineon	InvenSense

Tabla 1. Resumen de datos acústicos de los micrófonos MEMS

## CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta el proyecto de investigación y desarrollo que se está llevando a cabo con la Agencia Valenciana de Turismo de monitorización ambiental de una zona turística basada en IoT para información del usuario y mejora del servicio. A fecha de cierre de este documento, se han seleccionado diferentes micrófonos MEMS para evaluar su posible incorporación a los nodos. Puede verse la disparidad en la forma de presentar los datos técnicos acústicos de los fabricantes, o la ausencia misma de esta información. Esto justifica que, por mayor seguridad se realicen pruebas en los laboratorios del Campus de Gandia de la UPV. Los sensores microfónicos pueden aportar mucha información a los usuarios que gestionen la aplicación: permitir la detección de eventos sonoros, correlarse con la capacidad de carga de destino para relacionar el ruido con ella, influencia del ruido con otras variables, como la velocidad del aire, etc. Se abre un abanico de posibilidades en el tratamiento de la información del nodo.

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación "Monitorización ambiental de una zona turística basada en IoT para información del usuario y mejora del servicio. Pruebas piloto en las playas de Benidorm, Gandia y Benicasim" que se está realizando actualmente por parte de investigadores del Campus de Gandia de la UPV gracias a la Agencia Valenciana de Turismo.

### REFERENCIAS

- [1] K. Ashton, «That 'Internet of Things thing.,» RFID Journal, 2009.
- [2] D. B. d. Valle, «IoT: Tecnologías, usos, tendencias y desarrollo futuro,» 2014.
- [3] Aplicaciones móviles de los destinos turísticos españoles. Recuperado 2014, 30 de diciembre en: <http://profesional.turismodecantabria.com/contenidoDinamico/LibreriaFicheros/564B7D93-8498-B92E-D3E1-A05C40071054.pdf>
- [4] Which App? A recommender system of applications in markets: Implementation of the service for monitoring users' interaction. Expert Systems with Applications, 39, (10), 9367-9375, (2012).
- [5] Smart tourism: foundations and developments. Electronic Markets, 25(3), 179-188, (2015)
- [6] Developing a new service for the digital traveler satisfaction: The Smart Tourist App, (2015).
- [7] If you love something, let it go mobile: Mobile marketing and mobile social media 4x4. Business Horizons, 55(2), 129-139, (2012).
- [8] Smart Destinations: XXI Century Tourism. Presented at the ENTER2015 Conference on Information and Communication Technologies in Tourism, Lugano, Switzerland, February 4-6, 2015.
- [9] Communication, destination brands and mobile applications/Comunicación de destinos turísticos y aplicaciones móviles. Comunicación y Sociedad, 26(2), 95, (2013).
- [10] La gestión de relación entre las empresas y turistas a través de las aplicaciones móviles como herramienta de marketing de los destinos turísticos. TURyDES, revista de turismo y desarrollo local, 7(17), (2014).
- [11] Bienvenidos a la nueva era del turismo, Expansión, 18/7/2017.
- [12] A method for modeling the battery state of charge in wireless sensor networks. RJ Lajara, JJ Perez-Solano, J Pelegri-Sebastia, IEEE Sensors Journal 15 (2), 1186-1197
- [13] Modelado y optimización de energía en redes de sensores inalámbricas para la medida de parámetros medioambientales. PhD JRafael Lajara Vizcaino, Dir. J Pelegri-Sebastia, JJ Perez Solano, Universitat Politècnica de València.
- [14] Ultra low power wireless weather station, R Lajara, J Alberola, J Pelegri, T Sogorb, JV Llario, International Conference on Sensor Technologies and Applications, 2007. SensorComm 2007.
- [15] Modeling of photovoltaic cell using free software application for training and design circuit in photovoltaic solar energy, MP Aparicio, J Pelegri-Sebastia, T Sogorb, V Llario, New Developments in Renewable Energy. InTech.
- [16] Solar power source for autonomous sensors, J Pelegri-Sebastia, JA Lluch, RL Vizcaino. InTech Open Access Publisher.
- [17] A solar energy powered autonomous wireless actuator node for irrigation systems, R Lajara, J Alberola, J Pelegri-Sebastia. Sensors 11 (1), 329-340.
- [18] A Dual-Band Antenna for RF Energy Harvesting Systems in Wireless Sensor Networks, A Bakkali, J Pelegri-Sebastia, T Sogorb, V Llario, A Bou-Escriva, Journal of Sensors 2016, 1-8.
- [19] Energy harvesting and management for distributed sensor networks, J Pelegri-Sebastia, M Gasulla, G Boggia, International Journal of Distributed Sensor Networks 13 (6), 1550147717712837.
- [20] Studying the feasibility of energy harvesting from broadcast RF station for WSN, T Sogorb, JV Llario, J Pelegri, R Lajara, J Alberola, Instrumentation and Measurement Technology Conference Proceedings, 2008.
- [21] Low-Cost Alternatives for Urban Noise Nuisance Monitoring Using Wireless Sensor Networks, J. Segura-Garcia, S. Felici-Castell, J. J. Perez-Solano, M. Cobos, J. M. Navarro, IEEE SENSORS JOURNAL, VOL. 15, NO. 2, FEBRUARY 2015