

**ESTUDIO DE MERCADO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL
CONTROL DE PARÁMETROS DE SEGURIDAD EN
ACTIVIDADES SUBTERRÁNEAS TURÍSTICAS A TRAVÉS DE
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN
(TIC)**

**MARKET RESEARCH FOR AUTOMATED SAFETY
PARAMETERS CONTROL IN TOURISTIC UNDERGROUND
ACTIVITIES THROUGH COMMUNICATION AND
INFORMATION TECHNOLOGIES**

Lluís, SANMIQUEL PERA¹; David PARCERISA DUOCASTELLA²; Pura ALFONSO ABELLA³; Josep OLIVA MONCUNILL⁴; Carla VINTRÓ SÁNCHEZ⁵; Modesto FREIJÓ ÁLVAREZ^{6 (1)}

^{1,2,3,4}Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales, Universidad Politécnica de Catalunya. Avenida Bases de Manresa 61-73 08242 Manresa, Barcelona. sanmi@emrn.upc.edu, dparcerisa@emrn.upc.edu, pura@emrn.upc.edu, josep@emrn.upc.edu

⁵Departamento de Organización de Empresas, Universidad Politécnica de Catalunya. Avenida Bases de Manresa 61-73 08242 Manresa, Barcelona. carla.vintro@upc.edu.

⁶Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Politécnica de Catalunya. Avenida Bases de Manresa 61-73 08242 Manresa, Barcelona. freijo@ee.edu.

Resumen

El presente trabajo se enmarca dentro de un proyecto europeo denominado Undersafe financiado por la Unión Europea en el 7th Framework Programme. Su objetivo es diseñar un sistema de monitoreo de cuevas y minas turísticas basado en el desarrollo de una red de sensores inalámbricos, fácil de instalar y relativamente económica, apropiada para las cuevas y minas turísticas, que detecte una serie de parámetros y los envíe a una unidad central donde se procesarán a través de un software que debe también desarrollarse. Los parámetros a detectar son: temperatura, ruido, gases, ventilación, condiciones ambientales diversas, movimientos lentos de paramentos, pisos y techos de galerías,... en el ámbito de las cuevas

¹Quisiéramos agradecer al Doctor Josep Ma. Mata - Perelló la ayuda y soporte que nos ha prestado en este estudio, miembro del equipo UNDERSAFE, quien ha declinado figurar como autor del equipo de la presente comunicación.

turísticas. Asimismo, también se pretende controlar la situación de los turistas dentro de una determinada actividad aumentando la seguridad del visitante y profesionales, al estar en un entorno permanente monitorizado.

Para conocer de forma más precisa las necesidades en temas de seguridad, así como las características físicas de las minas y cuevas turísticas, se ha diseñado una encuesta de manera que resultase corta y con respuestas rápidas. Para realizar y enviar la encuesta se optó por la hoja de cálculo *Google Docs*. Esta aplicación en línea es muy fácil de usar y facilita la contestación de la encuesta a través de un enlace de Internet. Esta aplicación permite hacer el envío reiterado de la encuesta por correo electrónico. El enlace para acceder a la encuesta ha sido enviado por correo electrónico y la encuesta ha sido respondida por 61 actividades, sobre una población de 862 actividades subterráneas turísticas europeas. Los resultados de la encuesta nos han permitido adquirir un mayor conocimiento de las características de las minas y cuevas a monitorear, así como tener en cuenta nuevos factores que son importantes monitorear como por ejemplo el control de los niveles de gas de radón en las minas y cuevas.

Palabras clave: cueva turística, encuesta, seguridad, escala Liker, Unión Europea

Abstract

This work is part of a European project called Undersafe funded by the European Union within the 7th Framework Programme. Its aim is to design a monitoring system of tourist caves and mines based in the development of a wireless sensor network, easy to install and relatively inexpensive, suitable for tourist caves and mines. It should detect several parameters and send them to a central unit where will be processed by a software system that must also be developed. The parameters to be detected are: temperature, noise, presence of gases, ventilation, different environmental conditions, slow movement of walls, floor and roof of galleries. In addition, the location of tourists within a cave also will be monitored by increasing visitors and professionals safety.

To know more accurately the needs on security issues, as well as the physical characteristics of the tourist mines and caves, a survey has been designed with short and quick responses. To make and send the survey the Google Docs spreadsheet was used. This online application is very easy to apply and provides the answer of the survey through an Internet link. This application allows repeated sending of the e-mail survey. The link to access to the survey was sent via e-mail and the survey was answered by 61 activities on a population of 862 European tourist underground activities. The survey results have enabled us to know better the characteristics of the mines and caves to monitor and take into account new factors that are important to monitor, such as the control of radon gas levels in the mines and caves.

Keywords: tourist cave, survey, safety, Liker scale, European Union.

INTRODUCCIÓN

En octubre de 2011 se inició el proyecto europeo Undersafe financiado por la Unión Europea en el 7th Framework Programme, en el que participa el Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales de la Universidad Politécnica de Catalunya, el Centro de Innovación Innowacja Polska de Polonia, que actúa de coordinador y la empresa de R+D EDMA Innova de Girona. Este proyecto consiste en desarrollar un sistema de sensores inalámbricos, fácil de instalar y relativamente económicos si los comparamos con sistemas análogos utilizados en la minería convencional. Deben poder adaptarse de una forma sencilla y funcional a las cuevas y minas turísticas, y deben ser capaces de detectar una serie de parámetros y enviar las señales correspondientes a una unidad central donde se procesarán a través de un software que debe también desarrollarse. Los parámetros a detectar son: temperatura, ruido, gases, ventilación, condiciones ambientales diversas, movimientos lentos de paramentos, pisos y techos de galerías,... en el ámbito de cuevas y minaturísticas. Asimismo, también se pretende controlar la situación de los turistas dentro de una determinada actividad aumentando la seguridad del visitante y profesionales, al estar en un entorno permanente monitorizado. Actualmente hay productos, que hacen por separado una o varias de las cosas indicadas, tanto en la minería convencional como en cuevas turísticas (ej. Sondag et al., 2003). Se trata sin embargo, de productos caros que las empresas mineras pueden pagar pero no pequeñas empresas, muchas veces municipales que gestionan cuevas y minas turísticas de toda Europa.

Por tanto, se pretende desarrollar un producto muy versátil, que haga todo lo mencionado, pero a un precio muy asequible para el sector permitiendo así que pueda ser adoptado sin dificultades por las cuevas y minas turísticas. En definitiva lo que se pretende es a través, de un producto TIC aumentar el nivel de seguridad de los turistas y trabajadores de las cuevas y minas turísticas de la Unión Europea.

Durante el proyecto se harán pruebas de validación del producto que se vaya desarrollando en varias cuevas y minas turísticas de la Unión Europea. Actualmente, ya se han realizado diversas pruebas en las Cuevas del Toll de Moià (Barcelona) y en la mina turística de Cardona.

El pasado mes de marzo se completó la primera fase del proyecto que ha consistido en realizar un estudio de mercado con la finalidad de conocer a nivel europeo el número aproximado de actividades subterráneas turísticas, así como sus características y necesidades en temas de seguridad, medio ambiente, etc. El estudio de mercado ha constado de 3 fases:

- Una primera fase, en la que se llevó a cabo una búsqueda por internet de actividades subterráneas dedicadas al turismo, principalmente cuevas y minas, a nivel de la Unión Europea. Concretamente, se encontraron 461 cuevas, 364 minas y 37 actividades subterráneas diversas como búnkeres, iglesias, hoteles,... visitables.
- Una segunda fase en la que se elaboró una encuesta y se envió a todas las actividades indicadas encontradas que actualmente están abiertas al público y que disponen de como mínimo correo electrónico de contacto. Esta encuesta se elaboró en los siguientes idiomas: inglés, francés, español, catalán, polaco, italiano, estoniano, portugués y alemán. La finalidad de la encuesta ha sido la de conocer de una forma más precisa las necesidades en temas de seguridad, así como las características físicas

de las cuevas turísticas. Esta encuesta se diseñó de tal forma que resultase corta y con respuestas rápidas. Para realizar y enviar la encuesta se optó por la hoja de cálculo *Google Docs*. Esta aplicación en línea es muy fácil de usar y facilita la contestación de la encuesta a través de un enlace de Internet. Esta aplicación permite hacer el envío reiterado de la encuesta por correo electrónico. Ello ha sido clave de cara a conseguir un número elevado de respuestas. El enlace para acceder a la encuesta fue enviada por correo electrónico y respondida por 61 actividades, sobre una población de 862 actividades subterráneas turísticas europeas, lo que supone un 7,1% de respuestas sobre la población total de minas, cuevas y otras actividades identificadas a las que se envió la encuesta.

- Una tercera fase consistió en el análisis de las respuestas recibidas de la encuesta enviada. Los resultados de la encuesta nos han permitido adquirir un mayor conocimiento de las características de las cuevas a monitorear, así como tener en cuenta nuevos factores que son importantes monitorear como por ejemplo el control de los niveles de gas de radón en las minas y cuevas. El contenido de este gas puede ser importante en algunas cuevas y es importante su detección (Lario et al., 2005; Sainz et al., 2007; Vaupotič, 2008).

En la tabla 1 se indican el número de minas, cuevas y otras actividades turísticas subterráneas que se han encontrado por Internet, así como las que han respondido la encuesta, distribuido por países de la Unión Europea. El objetivo fundamental de la presente comunicación es extraer conclusiones y resaltar los aspectos más significativos de la información recopilada a partir de la encuesta referente a parámetros físicos de las actividades, así como aspectos ambientales, ecológicos y de seguridad.

POBLACIÓN Y MÉTODOS

La población del presente estudio está constituida por las 61 respuestas que ha habido de la encuesta enviada a las 825 minas y cuevas turísticas identificadas en la Unión Europea. A partir de las 61 respuestas se han extraído conclusiones extrapolables al conjunto del total de cuevas turísticas. Cuando se observa una muestra (n = tamaño de la muestra) en lugar de toda la población (N = tamaño de la población), se comete un error de muestreo o error de estimación " ε ". En todo estudio por muestras de una población es necesario conocer el error de muestreo máximo que puede cometerse. La fórmula para su cálculo se expresa en la ecuación (1) (Oncins de Frutos, 1991; Box et al., 2005). En nuestro caso el error máximo de muestreo que puede cometerse es del 12%.

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{N-n}{n \cdot (N-1)}} \quad (1)$$

La metodología utilizada se ha basado en el análisis de la encuesta respondida por 61 de las 862 actividades subterráneas turísticas de la Unión Europea. La encuesta es un instrumento de la investigación de mercados que consiste en obtener información de las personas o entidades encuestados mediante el uso de cuestionarios diseñados en forma previa para la obtención de información específica (Trespacios Gutiérrez et al., 2005).

País	Número de cuevas	Número de respuestas	% Respuestas
Austria	40	0	0
Bélgica	14	3	21,4
Bulgaria	18	1	5,6
República Checa	15	0	0,0
Dinamarca	0	0	0,0
Estonia	1	0	0,0
Finlandia	0	0	0,0
Francia	109	6	5,5
Alemania	69	4	5,8
Hungría	2	1	50,0
Irlanda	3	1	33,3
Italia	22	1	4,6
Luxemburgo	1	0	0,0
Malta	1	0	0,0
Holanda	0	0	0,0
Polonia	16	1	6,3
Portugal	13	1	7,7
Rumania	16	0	0,0
Eslovenia	19	0	0,0
España	73	18	24,7
Suecia	9	0	0,0
Reino Unido	20	3	15,0
Total	461	40	8,7

Tabla 1: Relación de cuevas turísticas activas identificadas por Internet y relación de respuestas a la encuesta.

La encuesta utilizada en este estudio consta de 3 partes diferenciadas. Una parte, está formada por 9 cuestiones o ítems de tipo administrativo. Una segunda parte está formada por 33 cuestiones que tienen como finalidad disponer de información sobre distintos aspectos geométricos, técnicos, ambientales, de seguridad y normativas de las cuevas turísticas. Una tercera parte de la encuesta está formada por 9 ítems que tienen como finalidad disponer de información del grado de importancia que tiene para las empresas titulares de cuevas turísticas, de los distintos aspectos que se pretenden desarrollar en el proyecto Undersafe. Para poder llevar a cabo una valoración del grado de importancia indicado se utilizó la escala de valoración de cinco niveles tipo Liker. La escala de tipo Likert es una escala psicométrica comúnmente utilizada en cuestionarios, y es la escala de uso más amplio en encuestas para la investigación, principalmente en ciencias sociales. Al responder a una pregunta de un cuestionario elaborado con la técnica de Likert, se especifica el nivel de acuerdo o desacuerdo, importancia o no con una declaración (elemento, ítem o pregunta). El formato de un típico elemento de Likert con 5 niveles de respuesta, utilizado en la encuesta Undersafe es:

- Nivel 1: Muy baja. (Puntuación 1).
- Nivel 2: Baja. (Puntuación 2).
- Nivel 3: Media. (Puntuación 3).
- Nivel 4: Alta. (Puntuación 4).
- Nivel 5: Muy alta. (Puntuación 5).

Con el fin de validar la fiabilidad del cuestionario de esta tercera parte de la encuesta, se calculó el coeficiente alfa de Cronbach(Cronbach,1951). La prueba mide la consistencia

interna del instrumento utilizado para cumplir un objetivo (en nuestro caso, un cuestionario de 9 ítems que analizan el grado de importancia que 40 empresas titulares de cuevas turísticas dan a una serie de cuestiones). El coeficiente “ α ” de Cronbach obtenido para el cuestionario indicado ha sido de $\alpha = 0,827$. Se trata de un valor que indica que el cuestionario ha tenido una consistencia interna y fiabilidad bastante grande.

RESULTADOS

A continuación se indican las tablas con los resultados obtenidos a partir de las 40 respuestas recibidas. Nos centraremos tan solo en la parte segunda y tercera de la encuesta.

¿Cuál es la longitud máxima de la cueva? Cuestión 1					
≤100m	101-250m	251-500m	501-1000m	≥1001m	Total
4	9	17	17	14	61
6,6%	14,8%	27,9%	27,9%	23,0%	100,0%
¿Cuál es la profundidad máxima de la cueva? Cuestión 2					
≤50m	51-100m	101-150m	151-200m	≥201m	Total
28	19	9	4	1	61
45,9%	31,1%	14,8%	6,6%	1,6%	100,0%
¿Cuántos visitantes visitan la cueva por año? Cuestión 3					
≤1000	1001-5000	5001-20000	20001-75000	≥75001	Total
6	10	21	17	7	61
9,8%	16,4%	34,4%	27,9%	11,5%	100,0%
¿Cuál es la causa de la limitación en el número máximo de visitantes al mismo tiempo? Cuestión 5					
<p>Hay diversas respuestas, destacando las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Por las características geométricas de la cueva o mina. - Por el número de guías disponibles. - Por motivos de protección de parámetros ambientales o ecológicos. - Por motivos de seguridad. 					
¿Puede la cueva ser visitada sin guía? Cuestión 6					
			Yes	No	Total
			8	53	61
			13%	87%	100%
¿En caso que la tecnología y otras circunstancias lo permitan, la cueva podría ser visitable sin necesidad de guías? Cuestión 7					

			Yes	No	Total
			29	32	61
			47,5%	52,5%	100,0%
¿Cuántas personas trabajan en la cueva? Cuestión 8					
≤5	6-10	11-15	16-20	≥21	Total
35	14	3	4	5	61
57,3%	23,0%	4,9%	6,6%	8,2%	100,0%
¿Cuál es el formato del plano topográfico de la cueva? Cuestión 9					
		Map in paper	Map in computer file	No answer	Total
		26	27	8	61
		42,6%	44,3%	13,1%	100,0%
¿En el caso de que se disponga plano digital, en qué clase de archivo está guardado? Cuestión 10					
22 de las 27 actividades que disponen de planos de la cueva digitales lo tienen sólo en el formato PDF o JPEG. Mientras que las otras 5 lo tienen también en DWG o DXF.					
¿Cómo es la forma de entrar en la cueva? Cuestión 11					
Walking	Vehicle	Lift	Railway	Others	Total
52	5	3	1	0	61
85,2%	8,2%	4,9%	1,6%	0,0%	100,0%

Tabla 3: Respuestas a las cuestiones 4-11.

¿Existe instalación eléctrica en la cueva? Cuestión 12						
			Yes	No	Total	
			52	9	61	
			85,2%	14,8%	100,0%	
¿Cuál es la potencia de la instalación eléctrica en kw? Cuestión 13						
≤20kw	21-100kw	101-200kw	201-500kw	≥501kw	Desconocido	Total
17	5	4	4	2	20	52
32,7%	9,6%	7,7%	7,7%	3,8%	38,5%	100,0%
¿Existe lago o río en la cueva? Cuestión 14						
			Yes	No	Total	
			26	35	61	
			42,6%	57,4%	100,0%	
En el caso de existir lago o río, ¿es navegable? Cuestión 15						
Sólo una actividad, de las 26 que han indicado tener un lago o río han respondido que es navegable. Las cuestiones 16, 17 y 18 hacen referencia a características del río o lago, y evidentemente sólo ha sido respondido por la actividad que ha indicado que el río o lago es navegable.						
¿Existen vehículos de combustión interna en la cueva? Cuestión 19						

Sólo 2 actividades han indicado que disponen de vehículos de combustión interna. Se trata de una cueva que tiene lago o río navegable, y los vehículos son barcas para transportar turistas. La otra actividad es una mina y se trata de vehículos todo terreno. Las cuestiones 20 y 21 hacen referencia a características de estos vehículos.

¿Cuál es el tipo de ventilación de la cueva? Cuestión 22					
			Natural	Ventiladores	Total
			48	13	61
			78,7%	21,3%	100,0%

¿En caso de ventilación forzada con ventiladores, ¿cuántos hay y cuál es la potencia total en kw? Cuestiones 23 y 24

Una de las 13 actividades que dispone de ventilación forzada ha indicado que tiene 5 ventiladores con una potencia total de 8 kw. Otra actividad ha indicado que tiene 3 ventiladores con una potencia total de 2 kw. Otra actividad 1 ventilador de 8 kw. Otras actividades han indicado 2 ventiladores con 2 kw de potencia total, 1 ventilador de 20 kw, 3 ventiladores con una potencia total de 20 kw, ...

¿Cuál es la temperatura mínima en °C de la cueva? Cuestión 25					
≤0°C	0-5°C	6-10°C	11-15°C	≥16°	Total
4	7	24	16	10	61
6,6%	11,5%	39,3%	26,2%	16,4%	100,0%

¿Cuál es la temperatura máxima en °C de la cueva? Cuestión 26					
≤5°C	6-10°C	11-15°C	16-20°C	≥21°C	Total
0	18	30	8	5	61
0,0%	29,5%	49,2%	13,1%	8,2%	100,0%

Tabla 4: Respuestas a las cuestiones 12-26.

¿Hay algún elemento ecológico de especial relevancia o protección en la cueva? Cuestión 27					
			Yes	No	Total
			42	19	61
			68,9%	31,1%	100,0%

Si se ha respondido afirmativamente la cuestión anterior, indicar de qué elementos se trata. Cuestión 28

Los principales elementos ecológicos indicados son: geológicos, paleontológicos de vertebrados y aspectos de biodiversidad.

¿Existe normativa específica en su país sobre regulación de cuevas turísticas? Cuestión 29					
			Yes	No	Total
			22	39	61
			36,1%	63,9%	100,0%

Si se ha respondido afirmativamente la cuestión anterior, indicar de qué normativas se trata. Cuestión 30

Las normativas indicadas son fundamente de protección de algún elemento ecológico, de seguridad en lugares de pública concurrencia, de patrimonio histórico,...					
¿Se ha producido algún accidente en la cueva desde que se abrió al público? Cuestión 31					
			Yes	No	Total
			19	42	61
			31,1%	68,9%	100,0%

Tabla 5: Respuestas a las cuestiones 27-31.

Cabe indicar que los ítems 32 y 33 hacen referencia, respectivamente, al número de accidentes sufridos y tipología de los mismos por parte de las actividades que han respondido afirmativamente la cuestión 31.

Respecto a los resultados obtenidos en la tercera parte de la encuesta, formada por 9 cuestiones referentes al grado de importancia de los aspectos a desarrollar en el proyecto Undersafe, en la tabla 6 se indican las puntuaciones obtenidas de la escala Likert indicada anteriormente.

Cuestión	Valoración Media
I) Localización de personas	2,7
II) Monitorización por video	2,9
III) Proveer de comunicación inalámbrica	3,4
IV) Detección caída de piedras y/o otros elementos	2,8
V) Control de movimientos lentos de techos, paramentos y pisos	3,0
VI) Control de temperatura y humedad	3,3
VII) Control de ruido y vibraciones	2,6
VIII) Control de gases y ventilación	3,2
IX) Control de aspectos ecológicos (flora, fauna, geología,...)	3,0

Tabla 6: Puntuación media a las 9 cuestiones de la tercera parte de la encuesta.

CONCLUSIONES

Del análisis de las tablas anteriores se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El 55,8 (n=34) de minas y cuevas tienen una longitud de galerías entre 251 y 1000 metros y el 23,0% (n=9) una longitud ≥ 1001 metros.
- El 45,9% (n=28) de actividades están a una profundidad inferior a los 51 metros, el 31,1% (n=19) entre 51 y 100 metros, y el 14,8% (n=9) entre 101 y 150 metros. Por lo tanto, las actividades mayoritariamente no están situadas a grandes profundidades.

- El 34,4% (n=21) de minas y cuevas tienen entre 5001 y 20000 visitantes anuales, el 27,9% (n=17) entre 20001 y 75000 visitantes anuales y el 16,4% (n=10) entre 1001 y 5000.
- El 39,3% (n=24) de minas y cuevas sólo pueden tener en el mismo momento menos de 51 visitantes, el 27,9% (n=17) entre 51 y 100 visitantes, y el 14,8% (n=9) más de 200 visitantes. Las causas de la limitación de la dimensión de los grupos de visitantes son diversas, destacando las siguientes: características geométricas de la cueva, el número de guías disponibles, motivos de protección de parámetros ambientales o ecológicos y motivos de seguridad.
- El 87% (n=53) de las minas y cuevas encuestadas consideran que actualmente sus instalaciones no pueden ser visitadas sin guías. Sólo el 13% (n=8) indican que si podrían serlo. Así mismo, el 47,5% (n=29) dicen que si dispusieran de tecnología adecuada las visitas podrían realizarse sin guías. El 52,5% (n=32) restante indica que aunque exista una tecnología viable, las visitas sin guías no serán posibles.
- El 57,3% (n=35) de las cuevas dan empleo directo a menos de 6 personas, mientras que otro 27,9% (n=17) dan empleo directo entre 6 y 15 personas. Sólo el 14,8% (n=9) de las cuevas da trabajo directo a más de 15 personas.
- Al 85,2% (n=52) de las minas y cuevas se accede caminando. Sólo el 14,8% (n=9) restante tiene un acceso diferente, como es a través de vehículos, 8,2% (n=5), por elevador, 4,9% (n=3) y por tren, 1,6% (n=1).
- El 85,2% (n=52) de las minas y cuevas tienen instalación eléctrica. Sólo el 14,8% (n=9) no disponen de la misma. Así mismo, 22 actividades tienen una potencia inferior a 101 kw y 10 superior a 100 kw. Destaca el hecho que 20 cuevas han indicado que desconocen la potencia de su instalación eléctrica.
- El 42,6% (n=26) de las minas y cuevas han indicado que tienen un lago o río, pero sólo uno de ellos es navegable.
- El 78,7% (n=48) de las minas y cuevas tienen una ventilación basada únicamente en la ventilación natural. Sólo el 21,3% (n=13) disponen de ventilación forzada mediante ventiladores.
- El 57,4% (n=35) de las minas y cuevas tienen una temperatura mínima inferior o igual a 10°C, y el otro 42,6% (n=26) superior a 10°C. El 78,7% (n=48) tienen una temperatura máxima inferior o igual a 15°C, y el 21,3% (n=13) restante la tienen superior a los 15°C.
- El 68,9% (n=42) de las minas y cuevas tienen algún elemento ecológico de especial relevancia o protección en la actividad. Los principales elementos ecológicos son las propias formaciones kársticas (estalactitas, morfologías kársticas, cristales de yeso y calcita...), la biodiversidad (presencia de murciélagos, insectos, musgos...) y los elementos prehistóricos y paleontológicos (fauna fósil del Cuaternario y grabados prehistóricos). También se suele citar como valor la integración de la actividad en el

marco de un parque natural. Otras actividades han indicado presencia de rarezas geológicas y mineralógicas,...

- El 63,9% (n=39) de las minas y cuevas indican que en sus respectivos países no disponen de una normativa específica sobre actividades turísticas subterráneas. Sólo el 36,1% (n=22) indican que si. Las principales normativas referenciadas son:
 - o Normativas de minería convencional que regulan distintos aspectos de seguridad de estas actividades subterráneas de tipo turístico.
 - o Normativas de protección ecológica o ambiental por tener la actividad algún aspecto de gran relevancia ecológica (flora, fauna, geología,..) que debe ser protegido.
 - o Normativas de patrimonio histórico, de lugares de pública concurrencia,...
- A partir de las respuestas se deduce que en Europa cada país aplica distintos tipos de normativas a estas actividades subterráneas turísticas. Sería necesario la existencia a nivel europeo de una normativa que regulase específicamente y de una forma integrada cuestiones ecológico-ambientales, administrativas, de patrimonio histórico, de seguridad en actividades subterráneas, de seguridad de trabajadores y turistas,.... Esta uniformización normativa constituiría una ventaja importante de cara a que las cuevas europeas se doten de una mayor seguridad para las personas, una mayor protección de valores históricos, ecológicos y geológicos, etc. En esta normativa se debería contemplar el control de gas radón en el interior de las cuevas ya que la legislación europea indica la obligatoriedad de controlar dicho parámetro. Algunas cuevas ya son conscientes de esta problemática y así lo han expresado en el apartado de comentarios generales de la encuesta.
- El 31,1% (n=19) de las minas y cuevas han reconocido que han padecido algún tipo de accidente. Estas actividades han comentado lo siguiente:
 - 12 actividades han indicado que han sufrido varios accidentes por caídas de personas al mismo nivel debido a resbalones en suelos resbaladizos por la humedad y el hielo o por tropiezos en escalones.
 - Una actividad ha indicado que ha tenido varios accidentes debido a que los grupos de turistas se perdían y tenían que entrar a sacarlos el equipo de rescate.
 - 5 actividades han indicado que han padecido accidentes por caídas de piedras.
 - Otra actividad ha indicado accidentes por entrada de objetos en los ojos de turistas debido a circulación de aire fuerte con polvo.
- Dos actividades han señalado que han padecido varios accidentes por cortes en el suministro eléctrico. Una actividad ha indicado que los cortes eléctricos fueron debidos a fuertes tormentas con descargas eléctricas. La otra actividad ha señalado que los cortes eléctricos fueron debidos a cortocircuitos ocasionados por la humedad elevada de la actividad. En ambos casos los cortes eléctricos hicieron que los turistas

quedasen en zonas de la cueva o mina sin luz, lo que ocasionó caídas o problemas de ansiedad

- La nota más baja dada por las actividades a los 9 puntos especificados en la parte 3 de la encuesta referentes a los aspectos que se pretenden desarrollar en el proyecto Undersafe, ha sido de una puntuación igual o inferior a 3 para los puntos siguientes: Localización personas, Monitorización por video, Detección de caída de piedras y otros elementos, Control de movimientos lentos de techos, paramentos y pisos, Control de ruidos y vibraciones, y Control de aspectos ecológicos (flora, fauna, geología,...
- Las puntuaciones más altas han sido de 3,4, 3,3 y 3,2, respectivamente, para: Proveer de comunicación inalámbrica, Control de temperatura y humedad y Control de gases y ventilación.

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos dar las gracias a las 61 empresas titulares de minas y cuevas turísticas de la Unión Europea que han colaborado con el proyecto Undersafe a realizar la encuesta que se puso a su disposición en su día. También volver a indicar que el proyecto Undersafe ha sido financiado por la Unión Europea en el 7th Framework Programme.

BIBLIOGRAFÍA

Box, G.E.P., Hunter J.S., & Hunter, W.G. 2005. Statistics for experiments. Design, innovation and discovery. New Jersey: Wiley&Sons. Inc.

Cronbach L.J. 1951. Coefficient alpha and the internal structure of test. *Psychometrika*, 16, 297-334.

Lario, J., Sánchez-Moral, S., Cañaveras, J.C., Cuezva, S., Soler, V. (2005). Radon continuous monitoring in Altamira Cave (northern Spain) to assess user's annual effective dose. *Journal of Environmental Radioactivity* 80, 161-174.

Oncins de Frutos, M. 1991. NTP 283: Encuestas: Metodología para su utilización. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

Sainz, C., Santiago Quindós, L., Fuente, I., Nicolás, J., Quindós, L. 2007. Analysis of the main factors affecting the evaluation of the radon dose in workplaces: The case of tourist. *Journal of Hazardous Materials*, 145, 368-371.

Sondag, F., van Ruymbeke, M., Soubiès, F., Santos, R., Somerhausen, A., Seidel, A., Boggiani, P. (2003). Monitoring present day climatic conditions in tropical caves using an Environmental Data Acquisition System (EDAS). *Journal of Hydrology*, 273, 103-118.

Trespalacios Gutiérrez Juan, Vázquez Casielles Rodolfo y Bello Acebrón Laurentino. 2005. Investigación de Mercados. International Thomson Editores. 96pp.

Vaupotič, J. 2008. Nanosize radon short-lived decay products in the air of the Postojna Cave. *Science of the Total Environment*, 393, 27-38.