



Proyecto de Innovación
Convocatoria 2022/2023

Nº de proyecto: 240

“Realidad Virtual Inmersiva: recorridos virtuales y modelos geológicos 3D para docencia y transferencia del conocimiento sobre materiales geológicos para Grados de Ciencias de la Tierra.”

Responsable del proyecto:
María Josefa Herrero Fernández

Facultad de Cc. Geológicas
Departamento: Mineralogía y Petrología

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El principal objetivo de este proyecto era obtener la inmersión de alumnado en prácticas de campo mediante realidad virtual (RV) y la utilización de Modelos 3D de distintos afloramientos y muestras rocosas. Ambos materiales son utilizados en docencia mediante tecnologías de la información y comunicación (TICs). Los recorridos de realidad virtual (VR) y los modelos-3D de material geológico crean un entorno inmersivo y realista para fomentar el aprendizaje de los alumnos (Herrero et al., 2022), y sirven como guía para realizar las mismas observaciones que se harían en la realidad, y son una alternativa rentable y sin riesgos: ofrecen oportunidades únicas para incorporar actividades y características que no están disponibles en el campo y ofrecen un recurso de aprendizaje más integrado y flexible, de forma que se facilita una comprensión integral del entorno a la vez que se observan características particulares.

Así mismo, en este proyecto la inmersión se ha conseguido también mediante la participación del alumnado en la generación de material y en el proceso de evaluación sobre la idoneidad de este material como herramienta docente, fomentándose el emprendimiento de los mismos.

El material se ha incluido en dos hojas web institucionales “open-Access” de forma que se amplía el público que puede utilizarlo, contribuyendo a la divulgación de las CC. de la Tierra:

<https://www.ucm.es/salidas-de-campo-virtuales/>

<https://www.ucm.es/virtualrealitygeology/>

OBJETIVO 1. Desarrollo de material para experiencias inmersivas: Recorridos virtuales (RV): Entornos geológicos 360°, y modelos 3D de material geológico. Con este proyecto de innovación docente se han incrementado el número de itinerarios geológicos virtuales mediante el uso de nuevas tecnologías y de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y aumentado el número de salidas de campo ofertadas en las asignaturas incluyendo el uso de drones (RPAS) para la adquisición de fotografías o vídeos desde el aire. Para cada salida se ha generado un código QR que facilita y posibilita un acceso instantáneo a las mismas desde dispositivos móviles. Tanto los recorridos 360° como los modelos 3D permiten su observación desde plataformas, y estos se pueden ver bien desde una pantalla de ordenador o mediante móvil o gafas de realidad virtual, de manera que se obtiene una experiencia inmersiva.

OBJETIVO 2. Inmersión de los alumnos en la elaboración de material: “Microlearning” y aula invertida (flipped classroom): Los alumnos participan de forma activa en la generación de material docente 360° y material complementario, de forma que adquieren o mejoran competencias transversales como el trabajo en equipo, gestión de proyectos, uso de las TICs, generación de contenidos multimedia, técnicas de comunicación oral, etc. Los alumnos, distribuidos en equipos de trabajo, supervisados y ayudados por los profesores integrantes del equipo del Proyecto, y han realizado videos. Los videos resultantes serán incluidos en el Campus virtual de las asignaturas y han sido valorados mediante votación por parte del alumnado, de forma que los mejores serán utilizados en años posteriores para uso para el aprendizaje autónomo de los alumnos. Tanto la generación de los contenidos por los diferentes

equipos de trabajo como su empleo en años futuros en las asignaturas va a mejorar la calidad de la docencia contribuyendo sin duda a mejorar los resultados académicos. Todo ello permitirá no solo incrementar el nivel de conocimiento y motivación de los alumnos participantes, sino que también, el material creado, puesto a disposición de los alumnos en la plataforma Moodle en cada asignatura.

OBJETIVO 3. Evaluación del proceso formativo con el material elaborado: Como parte de la evaluación del material y su influencia en la formación, un grupo de análisis de alumnos voluntarios han realizado un recorrido virtual, tanto desde una pantalla de ordenador como mediante unas gafas de realidad virtual. Posteriormente han evaluado la actividad con un cuestionario de satisfacción.

OBJETIVO 4. Procesos de Evaluación de satisfacción de estudiantes: Evaluar la idoneidad de la actividad resultante de este proyecto por medio de la realización de encuestas de satisfacción por parte del alumnado. El análisis de las encuestas de satisfacción a estudiantes de los últimos 5 años (de manera que el número de encuestas sea estadísticamente significativo) será objeto de desarrollo de una publicación de innovación educativa.

OBJETIVO 5. Desarrollo y mejora de las páginas web: La cantidad y diversidad de material elaborado durante el desarrollo de los distintos proyectos de innovación hace que la página web inicial contenga demasiado contenido que dificulta la correcta organización del mismo. Para obtener una mejor visibilidad se ha procedido a dividir en material en dos páginas web: en la primera se van a incluir los recorridos virtuales. En la segunda se van a incluir los modelos 3D, tanto de material rocoso georreferenciado, de videos de modelos 3D de minerales y rocas y afloramientos 3D. Estas dos páginas estarán vinculadas, de manera que el acceso a todo el contenido sea fácil y rápido.

<https://www.ucm.es/salidas-de-campo-virtuales/>

<https://www.ucm.es/virtualrealitygeology/>

2. Objetivos alcanzados

En la mayoría de las asignaturas de los grados de Geología, Ingeniería Geológica y en asignaturas relacionadas con la Geología en el Grado de Ingeniería Civil y Territorial la realización de recorridos geológicos virtuales y Modelos 3D aporta un valor añadido a las prácticas de campo y de laboratorio. La elaboración de itinerarios virtuales va dirigido a la enseñanza a nivel de Grado y Master, así como al desarrollo de nuevas técnicas de divulgación científica.

Así mismo, en los modelos 3D de material geológico, como es el caso de modelos de rocas o salidas de campo 3D, el usuario puede moverse por las imágenes 3D de alta calidad del afloramiento real y es guiado para examinar todos los aspectos de estos materiales geológicos, incluidos el tamaño y la clasificación de los granos, la arquitectura deposicional, las estructuras sedimentarias, las alternancias de materiales, las superficies de contacto, etc. Estos recorridos sirven como complemento a asignaturas de Grados relacionados con Ciencias de la Tierra, para ilustrar diferentes entornos geológicos que forman parte de la carga docente de muy variadas asignaturas. Sirven como el trabajo previo para una posible salida de campo, como visita pseudo-guiada para alumnos/as de cualquier nivel educativo del mundo, o incluso como introducción a una narrativa para crear trabajos creativos sobre distintos temas (Herrero et al., 2021).

En general, el resultado del proyecto busca contribuir a la mejora de resultados de aprendizaje de los estudiantes, y elaborar mecanismos para facilitar la atención y los recursos a alumnado con mayor dificultad y diversidad de nivelación. Así mismo, se pretende fomentar la capacidad de emprendimiento de los alumnos implicándoles en la elaboración de material audiovisual, contenidos y evaluación.

En el presente proyecto se han desarrollado recorridos de campo virtuales y material 360° y 3D en distintos contextos y localizaciones de interés geológico. Este material permite incluir información variada y detallada, y además su utilización permite un grado alto de inmersión en los distintos contextos. En el presente trabajo se ha experimentado con la realización de dos recorridos 360° en interiores: un recorrido en un laboratorio práctico de la asignatura de Petrofísica aplicada (Master de Geología Ambiental de la Fac. de CC: Geológicas).

También se han desarrollado videos de salidas de campo por parte de los alumnos en determinadas asignaturas para elaborar una metodología docente de “Microlearning” y aula invertida (flipped classroom), (Herrer et al., 2015):

Estos recorridos elaborados incluyen:

- Recorrido “El Pontón de la Oliva”;
- Recorrido “Guadalix de la Sierra”;
- Recorrido “Cantera de áridos en Portugal”;
- Recorrido “Cantera de áridos en Milán”;
- Recorrido “Biblioteca José Luís Amorós, Fac. CC. Geológicas”;
- Recorrido “Laboratorio de petrofísica”.

Así mismo, se ha elaborado un modelo 3D realizado a partir de un vuelo de Dron, donde

se ha realizado la evaluación de reservar de una cantera. También se han elaborado videos de modelos de rocas y minerales.

También se ha trabajado en la mejora de la divulgación de los resultados del proyecto, incluyéndose el material en dos páginas web institucionales:

<https://www.ucm.es/salidas-de-campo-virtuales/>

<https://www.ucm.es/virtualrealitygeology/>

Los resultados del proyecto han sido presentados en 5 Congresos de innovación educativa.

También se han publicado los resultados en una revista internacional de innovación educativa:

Herrero et al., (2022). Modelos 3D de rocas para docencia virtual en Ciencias de la Tierra. En; Educasao; Saberes en movimento, para el Conocimiento. Edit. Artemis, Brasil. pp. 25-38.

Parte de la metodología utilizada para elaborar modelos 3D se ha utilizado así mismo, en colaboración directa con otro proyecto de innovación educativa UCM de la categoría de CC. de la Salud: “El encéfalo de los animales”, proyecto de la Facultad de Veterinaria. En este proyecto se ha colaborado desarrollando un modelo 3D de un cerebro de perro mediante técnicas de gravimetría utilizadas en geología. El modelo ha resultado ser de una gran calidad e utilidad. Resultado de esta colaboración se ha publicado un artículo indexado en una revista Q1:

Blázquez-Llorca, L., Morales de Paz, L., Martín-Orti, R., Santos-Álvarez, I., Fernández-Valle, M. E., Castejón, D., ... Herrero Fernández, M.J. & González-Soriano, J. (2023). The Application of 3D Anatomy for Teaching Veterinary Clinical Neurology. Animals, 13(10), 1601.

3. Metodología empleada en el proyecto

El Proyecto solicitado es continuación de 8 proyectos previos, y es en este proyecto en el que, con la experiencia adquirida se ha procedido a elaborar las salidas de campo que consideramos de mayor calidad y accesibilidad.

OBJETIVO 1: Recorridos virtuales (RV), entornos geológicos 360º, y modelos 3D de material geológico.

METODOLOGIA:

1.1. Determinación de la zona a estudiar.

a) Selección de recorridos de interés geológico y Modelos 3D, determinación de los puntos de interés del recorrido y elaboración de material de interés.

b) Obtención de material multimedia (fotos y videos).

1.2. Adquisición de videos 360 o aéreos de la salida virtual mediante RPAS (Remotely Piloted Aircraft System).

1.3. Obtención Modelos digitales 3D mediante software libre y presentación en sketchfab o cualquier otro software de uso de los investigadores.

OBJETIVO 2: “Microlearning” y aula invertida (flipped classroom):

METODOLOGIA:

2.1.- Selección de los videos y video-tutoriales a realizar por los alumnos basándose en la importancia para las asignaturas.

2.2.- Selección de los equipos de estudiantes, explicación del trabajo a realizar.

2.3.- Trabajo autónomo de los equipos para la creación de los videos, asistidos por los profesores cuando sean requeridos. Los profesores validarán también el contenido técnico de los mismos.

2.4.- Puesta de los materiales didácticos creados vía Moodle.

OBJETIVO 3: Evaluación del proceso formativo con el material elaborado.

METODOLOGIA:

3.1. Selección de grupos de alumnos de una asignatura específica. Desarrollo de las salidas de campo virtuales

3.2. Comparativa y valoración de los resultados, así como establecimiento de la idoneidad de la metodología.

OBJETIVO 4: Procesos de Evaluación de satisfacción de estudiantes:

METODOLOGIA:

4.1. Realización encuestas de satisfacción y análisis de resultados. Material didáctico integrado en la web y en CV de distintas asignaturas.

4.2. Valoración de los resultados, posibles vías de mejora.

OBJETIVO 5: Mejora de las páginas web:

METODOLOGIA:

5.1. Desarrollo videos 360º, CAMTASIA y Youtube.

5.2. Diseño y elaboración de dos páginas web que recojan todos los contenidos.

5.3. Elaborar estrategias de difusión de contenidos.

5.4. Divulgación de la experiencia y de los resultados mediante ponencias en congresos y participación en actividades de divulgación.

4. Recursos humanos

Este proyecto es continuación de seis proyectos de innovación docente UCM de los años 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 otros proyectos de la UPM:

Proyectos Innova Docencia UCM:

- Realidad extendida: recorridos virtuales y modelos geológicos 3D para asignaturas de Grados de ciencias de la tierra. Proyecto INNOVA-DOCENCIA nº 278 (2021-2022).
- Innovación en contenidos virtuales vía tecnologías digitales: Modelos Geológicos 3D y Salidas de campo virtuales en asignaturas de Ciencias de la tierra. Proyecto INNOVA-DOCENCIA nº 157 (2020-2021).
- Uso de RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) para la docencia y divulgación de las Ciencias de la Tierra. Proyecto INNOVA-DOCENCIA (2019-2020).
- RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems) para la elaboración de salidas de campo virtuales como docentes “flipped classroom” para Grados relacionados con Ciencias de la Tierra.
- Uso de tecnologías emergentes para la elaboración de las salidas de campo virtuales para asignaturas de Ciencias de la Tierra. Proyecto INNOVA-UCM nº 79; (2017-2018).
- Rutas geológicas virtuales como recurso educativo abierto (open access) en asignaturas de Geología Aplicada. Proyecto INNOVA-UCM nº 292; (2016-2017).
- Creación de rutas geológicas como recursos docentes (Flipped Classroom) en las asignaturas de Petrología Sedimentaria y Paleontología Aplicada. PIMCD-UCM nº 258; (2015-2016).
- Creación de Aulas Inversas (Flipped Classroom) en prácticas de campo en Petrología Sedimentaria. PIMCD-UCM nº 227; (2014-2015).

El número de profesores participantes se ha ido incrementando, además de estudiantes de postgrado y PAS, y en la actualidad el Grupo se considera consolidado. Los 5 objetivos del proyecto están interrelacionados entre sí, y para realizarlos el equipo de trabajo se divide en sub- grupos de trabajo en los cuales hay un coordinador que se ha ocupado de la organización y el seguimiento del trabajo a realizar. Gracias a los proyectos previos, la metodología y la base de presentación de las salidas de campo virtuales ya están definidos, por lo que, en este Proyecto Innova-Docencia se ha aumentado el número de salidas de campo virtuales y videos. Los profesores trabajaran en grupos para la adquisición y elaboración de datos, en función de áreas temáticas (hay profesores involucrados de dos Universidades, UCM y UPM, dos facultades UCM y una escuela UPM (ETSI Caminos) de dos Departamentos (Dpto. ingeniería y Morfología del Terreno y el Dpto. Ingeniería Civil: construcción), y dentro de la Facultad de Geología UCM hay profesores de los dos Departamentos (Dpto. Mineralogía y Petrología y Dpto. Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología), así como representantes de sus diferentes áreas.

Los participantes (mayoritariamente profesores) tienen los conocimientos y experiencia necesarios para la adquisición y procesado de los datos. El proyecto se puede llevar a cabo gracias a la contribución desinteresada de los participantes, que asumen gastos de desplazamiento.

5. Desarrollo de las actividades

Para la práctica sencilla y asequible de realización de salidas de campo virtuales, hay tecnologías de imagen esférica y visores. Una de estas herramientas es la plataforma *Roundme*, la cual permite mostrar escenarios fuera de nuestro entorno real de forma inmersiva (nos da la sensación de estar en otra ubicación) mostrando imágenes esféricas, desde una perspectiva similar a la visión humana. Los visores son plataformas para el almacenamiento y visualización de imágenes esféricas en 360°. Las imágenes esféricas son una imagen panorámica plana, que incluye la esfera completa alrededor de nuestro punto de vista, con el suelo y el techo. Desde el punto de vista técnico, es una foto plana, con perspectiva esférica y metadatos incrustados. Estos metadatos son únicamente información que sirve al visor para que la muestre. Posteriormente, si esta imagen la vemos en un visor especial, *Roundme* o similar, al visualizarla nos permite ver una perspectiva parecida a la de nuestra visión, aportando la sensación de estar allí, y permitiéndonos poder desplazar nuestra mirada hacia arriba, hacia abajo o hacia los lados (Anexo 1). La experiencia inmersiva puede realizarse mediante una pantalla de ordenador aunque la plataforma te permite diferentes visualizaciones más inmersivas (sensación de estar dentro del sitio) por medio de la utilización de dispositivos móviles o gafas de visualización, que, aunque son experiencias menos inmersivas el alumnado tiene también cierta sensación de estar en la ubicación virtual. Hemos realizado una comparativa de visores 360° para poder establecer en cuál de ellos la experiencia era de mejor calidad, además de para determinar en cuál de ellos se podían incluir un mayor número de datos o la utilización de distintos métodos o iconos. Así, se han probado otros visores como *Spinattic customiser* (Anexo 2) o *kuula* (Anexo 3 y 4).

Los modelos 3D de afloramiento o de material geológico se han incluido de dos formas:

- Por un lado, se incluyen dentro de un visor de imágenes 3D: Sketchfab (Anexo 5): <https://sketchfab.com/3d-models/modelo-pilas-0d0c87f5ec894e4c9041f6cf9dc9ab74>
- Por otro lado, se han incluido en la página web del proyecto como videos (Anexo 6) También se van a elaborar vídeos de youtube 360°, los cuales aumentan aún más la sensación inmersiva de esta metodología.

Los videos de “microlearning” elaborados por los alumnos (Anexo 7) y su empleo en años futuros en distintas asignaturas contribuirá de manera activa a una mejora de los resultados académicos. El nivel de conocimiento y motivación de los alumnos participantes se incrementará de forma notable, pero, además, el material creado, puesto a disposición de los alumnos en la plataforma Moodle en cada asignatura, permitirá el aprendizaje autónomo y flexible en grado, máster y potencialmente en programas de formación continua (LifeLong Learning). El material didáctico creado, al tener el formato de micro contenidos digitales facilitan la atención del alumnado y son muy útiles para aquellos individuos con mayor dificultad y diversidad de nivelación.

Teniendo en cuenta que muchos alumnos de Geología extranjeros eligen España como país para realizar prácticas de campo, por la excepcional calidad de los afloramientos, también podrán beneficiarse de este material virtual, además de dar una mayor difusión de nuestros recursos docentes en universidades extranjeras, aumentando la visibilidad de la Universidad Complutense de Madrid en el exterior.

La aplicación de estos recursos en la enseñanza de asignaturas de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente impartidas en los Institutos de Enseñanza Secundaria (IES), se ha

visto ya reforzada en varios centros donde se ha utilizado el resultado de los proyectos anteriores. Los profesores de los IES han podido y podrán continuar utilizando este material para preparar salidas de campo y enseñar a los estudiantes la metodología de trabajo en Geología. De esta forma, el resultado de este proyecto beneficiará y contribuirá a los profesores que impartan esta materia ya que puede servir de apoyo y actualización del profesorado de los centros que decidan ofertar esta asignatura.

Se han presentado los resultados del desarrollo de material, encuestas de alumnado y uso de TICs en docencia en congresos de Innovación educativa (en la actualidad hemos sido invitados a presentaciones en Congresos de Innovación y a participar en libros de Innovación Educativa).

Los alumnos a su vez han participado activamente en la evaluación de la idoneidad del contenido utilizado, ya que han realizado encuesta de evaluación. A su vez, se ha asignado un grupo voluntario para realizar un estudio más detallado en cuanto a eficacia del material elaborado y la mejora de la adquisición de conocimientos. El resultado ha sido muy positivo, ya que el alumnado está interesado en la utilidad de esta metodología, pues la utiliza como parte de juegos que motivan e incentivan la realización de las observaciones que indica el profesor.

El material docente generado hasta la actualidad se ha incluido en dos páginas web institucionales “open-access” desde las cuales es posible acceder de manera rápida y sencilla, así como difundir y divulgar el trabajo y metodología docente de los profesores que conforman el Grupo de Trabajo. Este material docente también se ha implementado en los campus virtuales de diversas asignaturas del Grado de Geología e Ingeniería Geológica, así como en el Grado de Ingeniería civil de la UCM y ha servido como apoyo y complemento a salidas presenciales ya establecidas en la carga docente de las mismas. En el próximo curso, tanto las salidas virtuales como los modelos 3d de rocas y minerales se incluirán dentro del material docente de diversas asignaturas de los Grados de Geología, Ingeniero Geólogo, Ingeniería del Terreno y Minas y Energía.

Este material se puede así mismo adaptar a otros modelos de enseñanza en entornos educativos distintos al universitario, de forma que el material sea accesible a un gran número de “geocientíficos”, tanto nacionales como internacionales.

REFERENCIAS

Blázquez-Llorca, L., Morales de Paz, L., Martín-Orti, R., Santos-Álvarez, I., Fernández-Valle, M. E., Castejón, D., ... Herrero Fernández, M.J. & González-Soriano, J. (2023). The Application of 3D Anatomy for Teaching Veterinary Clinical Neurology. *Animals*, 13(10), 1601.

Herrero et al., (2022). Modelos 3D de rocas para docencia virtual en Ciencias de la Tierra. En; Educasao; Saberes en movimiento, para el Conocimiento. Edit. Artemis, Brasil. pp. 25-38.

Herrero Fernández, M.J. et al., (2022). Realidad extendida: recorridos virtuales y modelos geológicos 3D para asignaturas de Grados de Ciencias de la Tierra. Proyecto

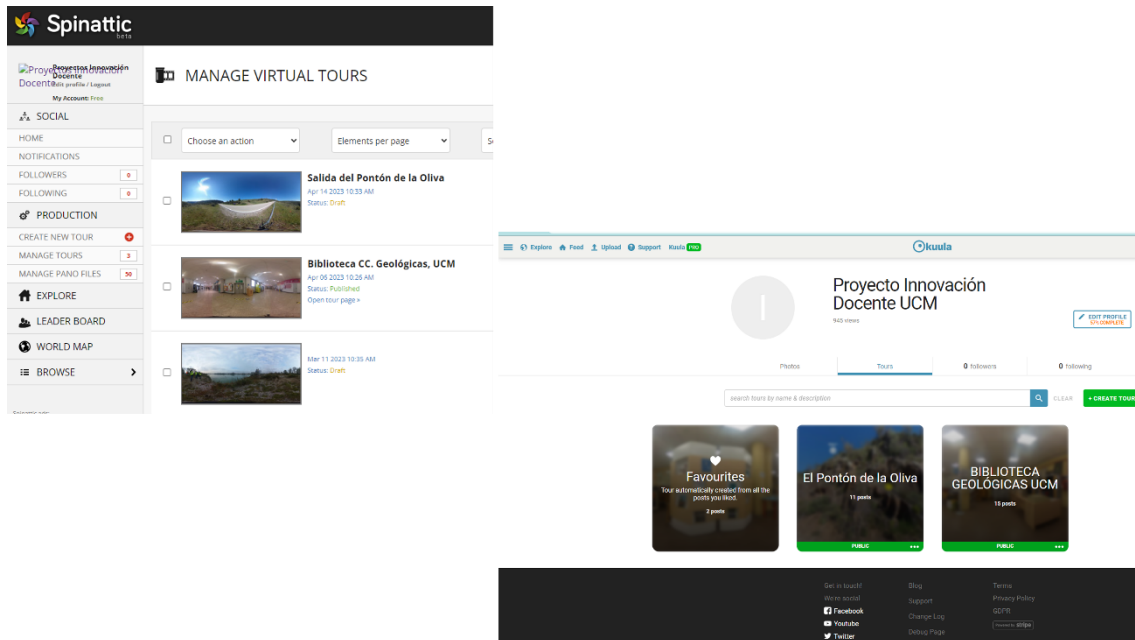
de innovacion docente. e-prints Complutense. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/73551/>

Herrero Fernández, M. J., Álvarez Gómez, J. A., Fernández, E., Ignacio, J., Fregenal Martínez, M. A., del Barco, H., ... & Sanz De Ojeda, P. (2021). Innovación en contenidos virtuales vía tecnologías digitales: Modelos Geológicos 3D y Salidas de campo virtuales en asignaturas de Ciencias de la Tierra. Proyecto de innovación docente. E-prints Complutense. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/66170/>

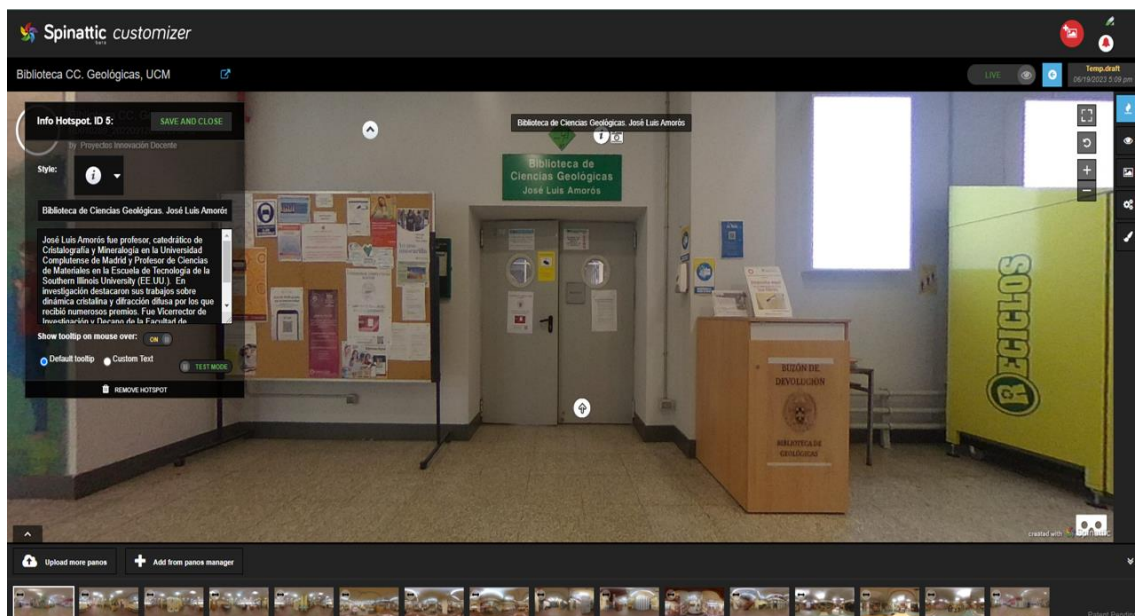
Herrero Fernández, M.J., Arribas Mocorrea, M.E., Arribas Mocorrea, J., Escavy Fernández, J.I., López Acevedo, F.J. (2015). Creación de Aulas Inversas (Flipped Classroom) en prácticas de campo en Petrología Sedimentaria. Proyecto de innovación docente. e-prints Complutense. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/73551/>

6. Anexos

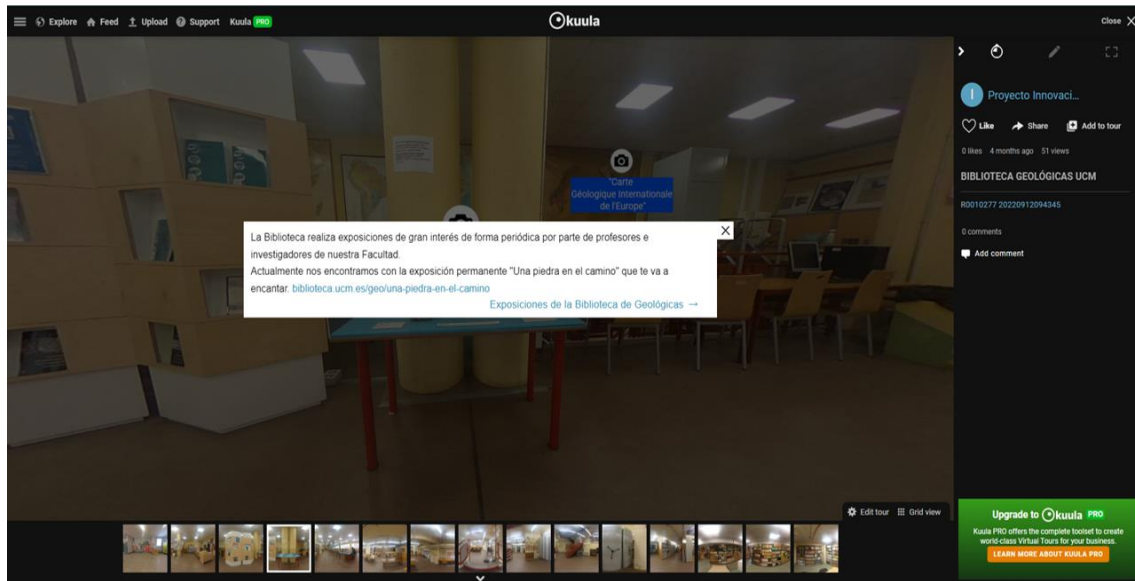
Anexo 1: Plataformas de visualización de recorridos virtuales 360° en las que se puede observar las salidas de campo realizadas para su posterior comparativa.



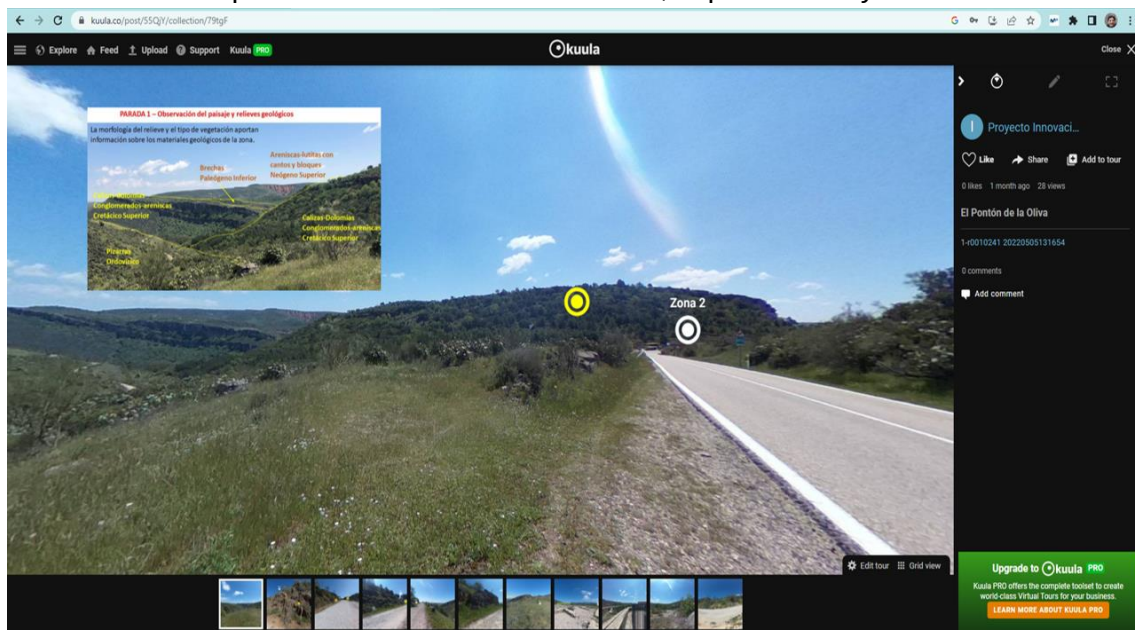
Anexo 2: Página web del recorrido de la biblioteca de la Facultad de CC. Geológicas realizada en *Spinattic customizer*.



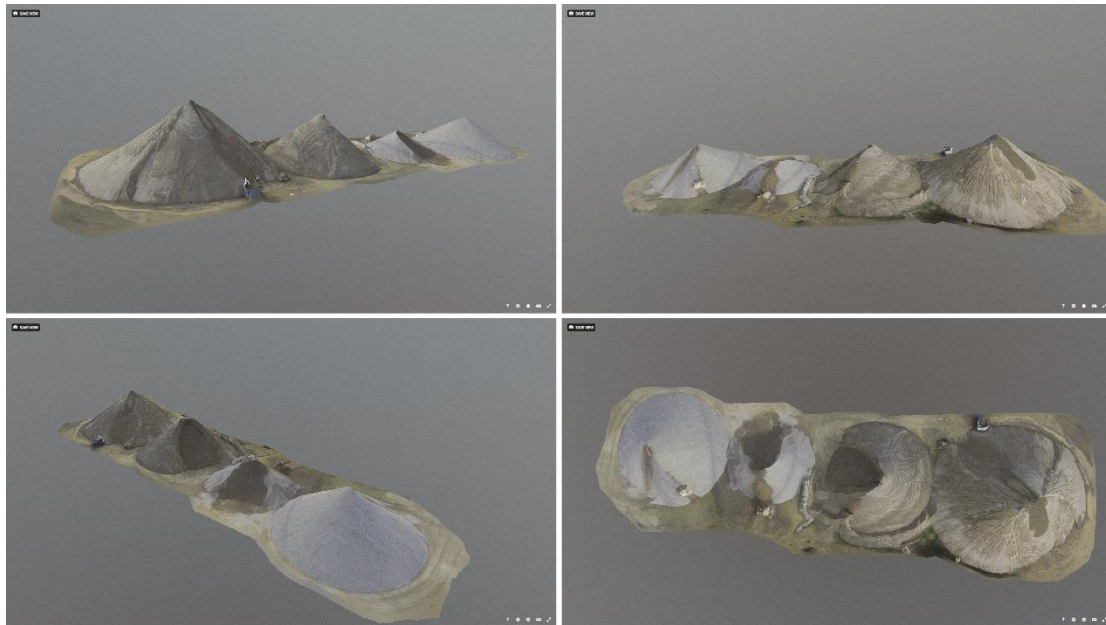
Anexo 3: Página web del recorrido de la biblioteca de la Facultad de CC. Geológicas realizada en el visor 360° *kuula*.



Anexo 4: Página web del recorrido de El pontón de la Oliva realizada en el visor 360° *kuula*. Este visor permite incluir numerosos iconos, explicaciones y anotaciones.



Anexo 5: Imágenes de distintas perspectivas del modelo 3D visualizado en *Sketchfab* de los acopios de una cantera.



Anexo 6: Página web del proyecto de innovación donde se han incluido videos de los modelos 3D de rocas y minerales para grados relacionados con CC. De la Tierra.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

Realidad Virtual: Modelos 3D de material Geológico

Proyectos de Innovación

Modelos 3D de rocas detríticas Imágenes 3D de minerales y rocas Afloramientos 3D Equipo / Team Salidas de campo virtuales

Portada / Imágenes 3D de minerales y rocas

Imágenes 3D de minerales y rocas

Sulfuros

0:00 / 0:10 **BLENDA**

0:00 / 0:10 **CALCOPIRITA**

0:00 / 0:10 **CINABRIO**

0:00 / 0:10 **CALENA**

Anexo 7: Video realizado por los alumnos de la asignatura de Sedimentología de 3º de Grado en geología durante una salida de campo de la asignatura.

