



Universidad de Valladolid

**Máster de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas**

Especialidad en Biología y Geología

**ITINERARIO PETROLÓGICO POR LA
CIUDAD DE VALLADOLID COMO
RECURSO PARA LA ENSEÑANZA DE
GEOLOGÍA EN BACHILLERATO**

Guillermo Jové Alcalde

**Tutor: A. Carmelo Prieto
Cotutor: Alejandro del Valle**

Julio 2016

Índice

1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
3. Contextualización geológica	5
3.1. Los tipos de rocas	5
3.2. Las rocas ornamentales	5
3.3. Las rocas en la construcción	7
4. Contextualización educativa	9
4.1. Objetivos generales	9
4.2. Competencias	9
4.3. Principios metodológicos	10
4.4. Relación con el currículo oficial	10
4.4.1. Biología y Geología de 1º Bachillerato.	11
4.4.2. Geología de 2º Bachillerato	13
4.4.3. Otras posibles adaptaciones	16
5. Propuesta de intervención	17
5.1. Descripción general	17
5.2. Objetivos específicos	17
5.3. Contenidos concretos	18
5.4. Metodología	18
5.5. Evaluación	18

5.6. Desarrollo de la propuesta	19
5.6.1. El itinerario	19
5.6.2. Elementos petrológicos	22
5.6.3. Temporalización y planificación	31
5.6.4. Recursos y materiales	32
5.6.5. Actividades	34
• Ruta guiada	35
• Diseña tu propio itinerario	36
• Carrera petrológica	37
• ¡Hazte con todas!	38
• ¿Qué hace una roca como tú en un sitio...?	39
• Historias monumentales	39
5.6.5. Medidas de atención a la diversidad	40
6. Conclusiones	43
7. Bibliografía	45
Anexos	47
Anexo I. Fichas de caracterización de Rocas Ornamentales	47
Anexo II. Mapa de la ciudad de Valladolid	51
Anexo III: Tabla resumen de los puntos itinerario	52
Anexo IV: Análisis y caracterización científica de rocas ...	54

1. INTRODUCCIÓN

1. Introducción

El Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, expone que la finalidad de estos estudios es “proporcionar al alumnado formación, madurez intelectual y humana, conocimientos y habilidades que les permitan desarrollar funciones sociales e incorporarse a la vida activa con responsabilidad y competencia. Asimismo, capacitará al alumnado para acceder a la educación superior”. La experiencia, en cambio, nos dice que en realidad, el Bachillerato tiene más de lo segundo que de lo primero: es más un puente hacia la Universidad o la Formación Profesional, que un espacio en el que fomentar el desarrollo integral del alumnado.

Por un lado hay factores directamente relacionados con el alumnado: la necesidad de obtener una determinada nota para poder cursar los estudios superiores deseados, la obligatoriedad de escoger un itinerario concreto en base a lo que intuyen que quieren estudiar, etc. Por el otro, están los factores que afectan al profesorado: el temario tan grande que están obligados a impartir, la presión que supone el que sus alumnos tengan que hacer frente a una prueba de evaluación externa para acceder a la Universidad, el número de alumnos tan elevado por clase (35 según la normativa), etc.

Todos estos factores condicionan notablemente la acción educativa: proceso de enseñanza, aprendizaje e instrucción, y dan como resultado metodologías poco innovadoras, un abuso del formato de “lección magistral”, deficientes medidas de atención a la diversidad, escasa transversalidad de conocimientos, alumnos con más motivaciones extrínsecas que intrínsecas, obsesión por “la nota”, individualismo y competencia entre compañeros, etc.

Conocida y analizada esta problemática, se propone que este trabajo sirva para aportar soluciones al respecto. Por tanto, partiendo de la premisa de que tanto a nivel general en el Bachillerato como en la docencia de la asignatura de Biología y Geología, existen limitaciones a la hora de afrontar la acción educativa, y con la seguridad de que es posible integrar medidas correctoras, se establecen cuatro planteamientos, de más a menos genéricos, para abordar este trabajo:

- El proceso de enseñanza en Bachillerato es demasiado mecanicista y por condiciona negativamente el proceso de aprendizaje.
- Las asignaturas de ciencias aplicadas ofrecen un importante espacio para desarrollar actividades fuera del centro escolar que ahora mismo está desaprovechado.

- El entorno cercano es una fuente de recursos didácticos que puede integrarse fácilmente en la enseñanza diaria y que no se explota lo suficiente.
- Existen pocos trabajos sobre clases prácticas en materia de Geología si lo comparamos con la parte de Biología.

Una vez realizado el anterior análisis se considera necesario desarrollar una propuesta de intervención en los cursos de Bachillerato que pueda solventar las deficiencias observadas, es decir, actividades que utilicen metodologías activas y den protagonismo a los alumnos en el proceso de aprendizaje, que sepan aprovechar los recursos didácticos que brindan las salidas fuera del centro escolar y utilicen el entorno cercano y que se centren en la parte del temario de Geología a fin de encontrar un equilibrio entre éste y la sección de Biología.

En base a todo lo anterior, se articulan los siguientes objetivos que van a guiar la realización de este Trabajo Final de Master:

- Elaborar una propuesta de intervención de tipo práctico que desarrolle, profundice y facilite una mejor asimilación de los contenidos de Geología en los cursos de Bachillerato.
- Poner en valor los elementos cercanos y cotidianos como recurso pedagógico para la enseñanza de Geología.
- Aplicar metodologías activas que fomenten el trabajo en equipo, el cooperativismo, el compañerismo y las relaciones de no-competición o competición sana entre el alumnado.
- Integrar el uso responsable de las TIC en las actividades escolares como elemento fundamental para buscar un salto cualitativo en su desarrollo.

2. ANTECEDENTES

2. Antecedentes

Una breve mirada a la historia de la humanidad basta para reconocer la importancia que las rocas y los minerales han tenido para el desarrollo de nuestra especie desde el principio de los tiempos. En construcción, desde Stonehedge, pasando por las pirámides egipcias y mayas, hasta los edificios religiosos en Europa el elemento vertebrador ha sido la piedra. Actualmente, la roca, sin perder la relevancia que la caracteriza, ha dejado de ser el elemento básico de las construcciones y tiene un papel más accesorio. Por tanto, si estamos rodeados de rocas de distinta índole y procedencia, ¿por qué no utilizarlo como recurso pedagógico para la enseñanza de Geología?

“*Pero... ¿hay rocas en la calle?*” se preguntaban, en 1993, Carrillo Vigil y Gisbert Aguilar, en lo que fue el documento pionero de la geología urbana en el territorio español. Entre los dos autores escribieron esta guía de rocas ornamentales de Zaragoza que está dividida en tres secciones pensando, precisamente, en su utilización como recurso didáctico: un cuaderno para el profesorado, un cuaderno para los alumnos y alumnas y la propia guía de rocas ornamentales de la ciudad.

Desde entonces, tal y como resume Fernández-Martínez *et al.* (2012), “*el número de trabajos sobre geología urbana no ha cesado de crecer, experimentando un notable aumento en los últimos años*”. En el mismo artículo, se hace una distinción entre trabajos orientados a la docencia o a la divulgación del patrimonio geológico “*hacia un público diferente del estudiantil*”. Respecto a estos últimos se añade que “*la mayoría de los que se publican giran en torno a la presencia de fósiles en las rocas ornamentales*” y se citan como ejemplo los trabajos de Cornella i Solans (2009), Fernández-Martínez, (2009), Castaño de Luis *et al.* (2011). No obstante, la revisión de estos autores concluye que “*a pesar de esta profusión de información sobre fósiles urbanos, las publicaciones acerca de aspectos geológicos generales que pueden ser observados en las ciudades son mucho más escasas*”.

En ese sentido, y a parte del ya citado libro de Fernández-Martínez *et al.* (2012) “*Geoturismo en la ciudad de Burgos*”, se encuentra la obra de Díez Herrero y Vegas Salamanca (2011), “*De Roca a Roca*”, que aborda la divulgación del patrimonio geológico en la ciudad de Segovia; o el trabajo de Pereira *et al.* (2005), “*Geología “on the rocks”*”. Un recorrido geológico por la hostelería del centro de Salamanca”; o incluso el repaso a las cuestiones sobre la piedra en restauración en las ciudades que desarrolló Fort (2006), “*Utilización de la piedra natural en restauración*”.

Siguiendo siempre con trabajos desarrollados para entornos urbanos, desde el punto de vista más académico y orientado a la docencia, aparece el itinerario urbano de interés científico propuesto por Lasarte (2009), “*Las Rocas de Mi Ciudad*”, en la

ciudad de Castellón; el itinerario urbano de Miras *et al.* (2012) por las calles de Sevilla; la propuesta didáctica de Delgado y Medina (2012) para la enseñanza de la cristalografía a través de elementos ornamentales de edificios históricos de Salamanca; o la más reciente publicación de Delgado (2014) que expone, entre distintas propuestas didácticas, tres itinerarios urbanos por las ciudades de Segovia, Valladolid y Zamora.

Por tanto, el trabajo que aquí se desarrolla, cobra relevancia no sólo a nivel local, aportando nuevos trayectos urbanos para su análisis petrológico por la ciudad de Valladolid, sino también a nivel general, desarrollando actividades innovadoras y compatibles con la realización del itinerario que posibilitan la consecución de nuevos objetivos desde el punto de vista educativo.

3. CONTEXTUALIZACIÓN GEOLÓGICA

3. Contextualización geológica

El presente capítulo desarrolla ciertos contenidos vinculados a las Ciencias Geológicas que posteriormente cobrarán protagonismo en el trabajo y que, por tanto, requieren de un contextualización previa. Se describen a continuación conceptos relacionados con las rocas, su origen geológico, sus principales características y su utilización en construcción.

3.1. Los tipos de rocas

Las rocas son un material natural formado por varios minerales. En ocasiones, contiene una especie mayoritaria y otras en pequeñas proporciones, pero en todo caso, una roca constituye un sistema heterogéneo. Según su origen pueden ser endógenas (ígneas y metamórficas) o exógenas (sedimentarias).

Las rocas ígneas se generan al consolidarse los magmas del interior terrestre, si se enfrían rápidamente en zonas de la superficie se hablará de rocas volcánicas; si por el contrario el enfriamiento es lento e interior se dirá que son rocas plutónicas, como por ejemplo los granitos.

Las rocas metamórficas se forman cuando otras rocas en estado sólido se transforman, por elevación de la presión y/o temperatura, produciéndose una cristalización de nuevos minerales. Representantes de este grupo son las pizarras, los mármoles, las cuarcitas y los gneises.

Las rocas sedimentarias, como las areniscas y las calizas, se originan en la superficie terrestre tras sucesivas acumulaciones de materiales.

El uso que de cada tipo de roca se hace viene condicionado no sólo por sus características extrínsecas sin también por sus características intrínsecas como la composición, la estructura, la densidad, la resistencia a la flexo-compresión, etc. (SIEMCALSA, 2008)

3.2. Las rocas ornamentales

La Piedra Natural, definida como *“toda roca que se puede obtener en bloques o piezas de cierto tamaño que permiten su utilización o comercialización, y por tanto sus propiedades constitutivas permanecen constantes en sus etapas de transformación”*, puede clasificarse en Piedra de Construcción o Cantería y Piedra o Roca Ornamental. En el primer término, se habla de piedras que son utilizadas en la edificación mediante simple corte; en el segundo las rocas se han trabajado buscando un fin estético (De los Ríos y Báez, 1994).

Concretamente se define, la roca ornamental, como la piedra natural que ha sido seleccionada, desbastada o cortada en determinada forma o tamaño, con o sin una o más superficies elaboradas mecánicamente. La clasificación de las rocas dentro de

este grupo es un tanto particular puesto que viene más condicionada por criterios comerciales que litológicos; generalmente se agrupa en dos tipos: Piedras y Mármoles.

En el primer tipo entrarían las piedras de corte como calizas, areniscas, cuarcitas y otros materiales rocosos que se han utilizado históricamente en construcción y ornamentación tras su tratamiento artesanal. En el segundo, la categoría de mármoles engloba a todas aquellas rocas capaces de admitir el pulido, y a su vez se puede subdividir en otros dos grupos: Mármoles propios y Granitos, que además agrupan serpentinas, dolomías, ónices, gneiss, granodioritas, dioritas, gabros, sienitas, migmatitas, etc.; y Pizarras (SIEMCALSA, 2008).

En el Anexo I se incluyen una serie de fichas en las que se describen, a modo de ejemplo, algunas rocas ornamentales características de Castilla y León en función de su clasificación comercial según la guía “La Piedra en Castilla y León” elaborada por SIEMCALSA. No obstante, conviene, para evitar confusiones y saber clasificar adecuadamente las rocas de las que se habla, describir brevemente cada tipo de roca en términos estrictamente litológicos.

Los granitos se definen como rocas plutónicas de grano grueso, compuestas por cuarzo, feldspatos y micas, con un contenido en sílice (SiO_2) alrededor del 70% que les da un carácter ácido. Si tienden a ser más oscuras, serán también más básicas, y hablaremos, por tanto, de granodioritas y dioritas. Son rocas de mucha dureza y mucha resistencia a esfuerzos y alteraciones.

Las calizas son rocas sedimentarias compuestas por carbonato cálcico (CaCO_3) en más de un 50%. Los mármoles son, en realidad, calizas que han sufrido un proceso de metamorfismo al alcanzar temperaturas de 500°C aproximadamente, en el que se ha recristalizado el carbonato cálcico. Ambas tienen una resistencia intermedia a esfuerzos y baja a alteraciones en ambientes contaminados con CO_2 , SO_2 y NO_x , pero presentan buenas cualidades para la talla y el corte debido a su baja abrasividad.

Las areniscas son de origen sedimentario y se constituyen a partir de granos de cuarzo cementados con materiales diversos como arcillas, óxidos de hierro, carbonatos, etc. Las cuarcitas provienen de areniscas ricas en cuarzo que han sufrido un proceso de metamorfismo. Las características de ambas varían a menudo en función de la matriz (cuarzo), y los cementos que la acompañan. Resisten la contaminación mejor que las calizas, pero la humedad altera alguna de sus propiedades.

Las pizarras son rocas metamórficas de grano fino que se pueden dividir fácilmente en lajas finas (esquistosidad perfecta). Sus componentes principales son minerales arcillosos, como los filosilicatos, pero además pueden contener cuarzo, carbonatos, materia orgánica y pequeños cristales de minerales de hierro. En este grupo se incluyen a menudo las filitas, que son semejantes, pero de grano más grueso debido a que el proceso de metamorfismo sufrido es más avanzado. Su contenido en micas y cloritas les otorgan un brillo superficial característico.

3.3. Las rocas en la construcción

El uso de las rocas como material de construcción es conocido desde la antigüedad, en todas las épocas y culturas se han utilizado como elemento ornamental en los interiores de los edificios y como parte de fachadas y estructuras. Los motivos de la elección de la piedra como materia prima eran diversos, desde razones de tipo estético hasta razones de tipo técnico (Fort, 2006). El propio Fort, añade que *“gracias a las características de la piedra muchas construcciones han llegado a nuestros días en condiciones muy aceptables a pesar de haber tenido que soportar conflictos bélicos, inclemencias climatológicas durante siglos, etc”*.

Así pues, las características de las rocas han hecho de ella un material fundamental en la construcción a lo largo de la historia. Tal es así, que en numerosas ocasiones, sólo con observar el patrimonio petrológico que hay en los edificios se puede conocer el entorno geológico circundante; es el caso de la arquitectura rural donde la piedra cercana ha constituido el material básico de las construcciones. En las ciudades, esta particularidad no es tan apreciable, su planificación y las técnicas arquitectónicas más avanzadas han favorecido el uso de materiales más sofisticados (De los Ríos y Báez, 1994).

En la Comunidad Autónoma de Castilla y León las piedras más utilizadas históricamente han sido los granitos hercínicos de Avila, Salamanca, Segovia y Zamora; las calizas y dolomías cretácicas de Burgos, León, Palencia y Segovia; las calizas miocenas de Palencia y Valladolid; las areniscas cretácicas de Burgos, Palencia y Soria; y las areniscas paleógenas de Salamanca y Zamora (SIEMCALSA, 2008). En la figura 1 se presenta un mapa geológico extraído del documento “La Piedra Natural en Castilla y León” que recoge las principales áreas potenciales de extracción de rocas y las variedades más características de cada entorno productivo.

Esta circunstancia histórica, unida a la utilización reciente de nuevos materiales de diversas procedencias, convierte las ciudades en verdaderos “escaparates geológicos” en los que poder visualizar, en distancias relativamente pequeñas, numerosos y variopintos elementos petrológicos. Ello es sin duda un recurso valiosísimo desde el punto de vista pedagógico que permite realizar clases prácticas en materia de geología con un elevado valor didáctico y un coste prácticamente nulo. En el próximo capítulo se va a desarrollar el contexto educativo de la propuesta de acuerdo al currículo oficial.

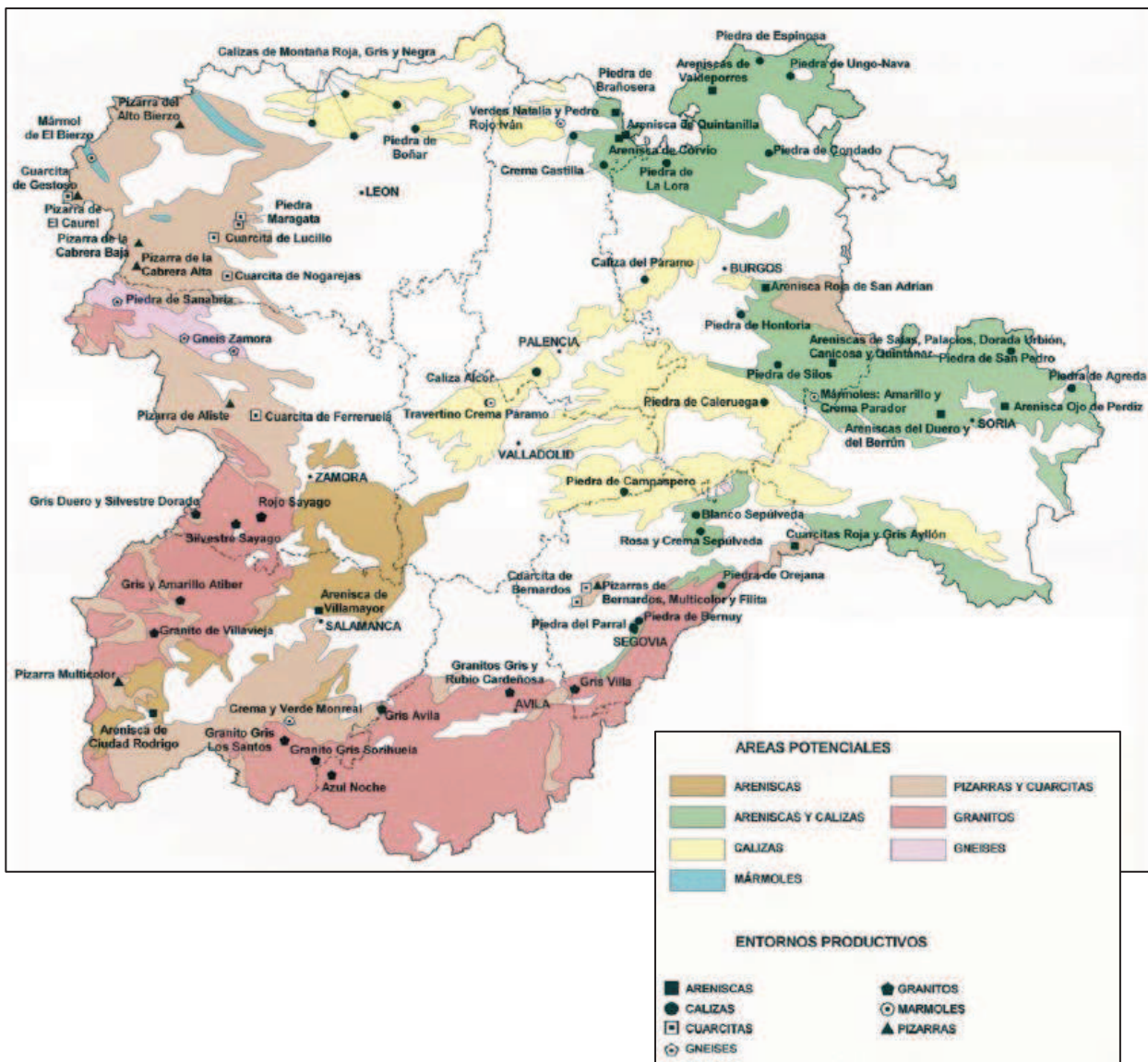


Figura 1. Mapa Geológico de Castilla y León. Se muestran las áreas potenciales de extracción (colores sobre el mapa) y las variedades comerciales más relevantes de cada entorno productivo. Fuente: La Piedra Natural en Castilla y León (SIEMCALSA, 2008).

4. CONTEXTUALIZACIÓN EDUCATIVA

4. Contextualización educativa

Las distintas normativas estatales y autonómicas son el material base para contextualizar desde el punto de vista educativo cualquier propuesta didáctica. En este capítulo se van a repasar los aspectos normativos más relevantes que, de algún modo u otro, van a condicionar la propuesta de intervención que se desarrollará después.

Se analizarán, pues, los objetivos generales, las competencias y los principios metodológicos de la etapa de Bachillerato, así como la relación de la propuesta con el currículo oficial.

4.1. Objetivos generales

La normativa a nivel estatal y autonómico establece una serie de objetivos para las enseñanzas de Bachillerato que han sido tenidos en cuenta a la hora de describir las actividades de este trabajo.

Los objetivos que la administración propone para los cursos de Bachillerato vienen recogidos en el artículo 25 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. En concreto los objetivos más relacionados con este trabajo son los vinculados con las materias de ciencias naturales y que se citan a continuación:

- Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.

Además hay otra serie de objetivos transversales que, a buen seguro, se alcanzarán con la realización del itinerario, estos son:

- Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
- Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.
- Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial.

4.2. Competencias

Las competencias educativas surgen a raíz de una serie de recomendaciones a nivel europeo y están descritas en la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero. En dicho documento se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación para todos los niveles educativos desde la educación primaria hasta el bachillerato.

Según estas recomendaciones, la actividad que se propone en este trabajo se ajustaría bastante bien al “*conocimiento competencial*” en tanto en cuanto lo describe como una conjunción de 3 componentes: “*un conocimiento de base conceptual: conceptos, principios, teorías, datos y hechos (conocimiento declarativo-saber decir); un conocimiento relativo a las destrezas, referidas tanto a la acción física observable como a la acción mental (conocimiento procedimental-saber hacer); y un tercer componente que tiene una gran influencia social y cultural, y que implica un conjunto de actitudes y valores (saber ser)*”.

Las competencias clave, descritas en el Anexo I de la Orden ECD/65/2015, han guiado el desarrollo de esta propuesta y de manera más o menos tangencial se trabajarán todas ellas. A modo resumen, se exponen a continuación las 7 competencias básicas del sistema educativo español no universitario:

- Comunicación lingüística.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- Competencia digital.
- Aprender a aprender.
- Competencias sociales y cívicas.
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- Conciencia y expresiones culturales.

4.3. Principios metodológicos

La ORDEN EDU/363/2015 dedica un anexo completo a la descripción de los principios metodológicos en el Bachillerato. De manera general el documento dice que “*se requiere una metodología didáctica que, fundamentada en principios básicos del aprendizaje, sea acorde con la naturaleza de la materia, las condiciones socioculturales, la disponibilidad de recursos y las características del alumnado con el fin de propiciar un aprendizaje eficaz*”.

Las recomendaciones que se hacen se podrían resumir de la siguiente manera:

- Planificar la enseñanza según lo que el alumno sabe y es capaz de hacer.
- Despertar la motivación del alumnado y otorgarle un papel activo y autónomo.
- Utilizar metodologías activas y contextualizadas, que permitan la participación del alumnado y la aplicación de los conocimientos en situaciones reales.
- Fomentar el aprendizaje cooperativo y considerar al grupo como recurso metodológico.
- Proponer actividades de distinta índole.
- Apostar por el uso de las TIC como fuente de recursos didácticos.
- Potenciar tareas que mejoren la capacidad de expresarse en público.
- Coordinar las distintas estrategias con el resto de docentes.

4.4. Relación con el currículo oficial

La propuesta de itinerario así como el desarrollo de la actividad en general, se ha establecido de acuerdo a los contenidos que la normativa vigente establece que se han de trabajar en la etapa de Bachillerato. Se han seleccionado los bloques más

vinculados al conocimiento, descripción e identificación de rocas y minerales dentro de los contenidos de la sección de Geología.

4.4.1. Biología y Geología de 1º Bachillerato.

En el Bachillerato, tal y como recoge el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece dicho currículo, la materia de Biología y Geología *“profundiza en los conocimientos adquiridos en la ESO, analizando con mayor detalle la organización de los seres vivos, su biodiversidad, su distribución y los factores que en ella influyen, así como el comportamiento de la Tierra como un planeta en continua actividad”*. En concreto para la parte de Geología, dicho documento estipula que debe tomar como hilo conductor la tectónica de placas y que *“a partir de ella se hará énfasis en la composición, estructura y dinámica del interior terrestre, para continuar con el análisis de los movimientos de las placas y sus consecuencias: expansión oceánica, relieve terrestre, magmatismo, riesgos geológicos, entre otros y finalizar con el estudio de la geología externa”*.

Para abordar todo ello, los contenidos la parte de Geología se organiza en torno a tres bloques que, según la ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León, son:

- Estructura y composición de la Tierra (Bloque 7)
- Los procesos geológicos y petrogenéticos (Bloque 8)
- Historia de la Tierra (Bloque 9)

Si se acude a las descripciones y los contenidos de cada uno de ellos se comprueba que nuestra propuesta puede encajarse dentro de los bloques 7 y 8; en este último se explicarían los distintos tipos de rocas, su localización y sus características, y en el bloque 7 aparece de forma explícita el estudio de *“los minerales y los tipos de rocas más frecuentes”*, así como la identificación de *“aquellos utilizados en edificios, monumentos y otras aplicaciones de interés social o industrial”*. Se ha considerado, por tanto, que la realización de esta actividad sería idónea para complementar las enseñanzas teóricas del aula y poner en práctica todo lo aprendido. En la tabla 1 vienen reflejados todos estos aspectos según aparecen en el currículo oficial.

Tabla 1. Relación de la propuesta con los contenidos de la asignatura de Biología y Geología de 1º Bachillerato establecidos por ORDEN EDU/363/2015.

Bloque	Descripción Contenidos	Criterios Evaluación	Estándares Evaluables
7	Analiza los diferentes métodos de estudio de la Tierra y cómo su interpretación nos lleva a conocer la estructura y composición de nuestro planeta. Así mismo, se analizan las teorías y los avances tecnológicos que han permitido el conocimiento del funcionamiento y evolución del planeta. Se estudian los minerales que tienen una utilidad social o industrial.	7. Seleccionar e identificar los minerales y los tipos de rocas más frecuentes, especialmente aquellos utilizados en edificios, monumentos y otras aplicaciones de interés social o industrial.	7.1. Identifica las aplicaciones de interés social o industrial de determinados tipos de minerales y rocas.
8	Aborda el estudio de los procesos geológicos magmáticos, metamórficos y sedimentarios que dan lugar a la formación de los distintos tipos de rocas y la localización de las mismas, haciendo hincapié en las características peculiares de cada una de ellas. También aborda la deformación de las rocas como consecuencia de su comportamiento mecánico	3. Reconocer la utilidad de las rocas magmáticas analizando sus características, tipos y utilidades	3.1. Diferencia los distintos tipos de rocas magmáticas, identificando con ayuda de claves las más frecuentes y relacionando su textura con su proceso de formación.
		7. Identificar rocas metamórficas a partir de sus características y utilidades	7.1. Ordena y clasifica las rocas metamórficas más frecuentes de la corteza terrestre, relacionando su textura con el tipo de metamorfismo experimentado.
		10. Clasificar las rocas sedimentarias aplicando sus distintos orígenes como criterio	10.1. Ordena y clasifica las rocas sedimentarias más frecuentes de la corteza terrestre según su origen.

4.4.2. Geología de 2º Bachillerato.

Siguiendo con las directrices que marca el RD 1105/2014, esta asignatura contribuye a profundizar en *“aspectos que los estudiantes han tratado, en buena medida, en 1º de Bachillerato, para permitirles conocer el comportamiento global de la Tierra considerando el origen y la naturaleza de los tipos de energía presentes, el flujo y balance de energía y los procesos dinámicos que le caracterizan”*. Además, continúa el Real Decreto, *“se estudiarán las teorías geológicas más destacadas, la composición de los materiales (minerales y rocas), su reconocimiento y utilidad para la sociedad, los elementos del relieve y sus condiciones de formación, los tipos de deformaciones, la interpretación de mapas topográficos, la división del tiempo geológico, la posibilidad de la ocurrencia de hechos graduales o catastróficos, las interpretaciones de mapas geológicos sencillos y cortes geológicos, el análisis de distintas formaciones litológicas o la historia de la Tierra y el modo en que se reconstruye”*.

La materia está estructurada en 10 bloques acorde a lo que dictamina la ORDEN EDU/363/2015, estos son:

- El planeta Tierra y su estudio (Bloque 1)
- Minerales, los componentes de las rocas (Bloque 2)
- Rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Bloque 3)
- La tectónica de placas, una teoría global (Bloque 4)
- Procesos geológicos externos (Bloque 5)
- Tiempo geológico y geología histórica (Bloque 6)
- Riesgos geológicos (Bloque 7)
- Recursos minerales y energéticos y aguas subterráneas (Bloque 8)
- Geología de España (Bloque 9)
- Geología de campo (Bloque 10)

Atendiendo a la descripción y los contenidos que se hace en ese documento de cada uno de ellos, se ha considerado que esta propuesta puede desarrollarse alrededor de los bloques 2, 3, 9 y 10. En el primero de esos bloques se estudian las propiedades de los minerales y se aprende a distinguirlos de visu; en el segundo de ellos aprenden a identificar visualmente los tipos de rocas y fomentando el uso de *“especímenes reales, distintas variedades y formaciones de rocas”* y *“realizando ejercicios prácticos en el aula y elaborando tablas comparativas de sus características”*. El bloque 9 aborda la geología del Estado Español y busca que el alumno domine *“la geología básica de España identificando los principales dominios sobre mapas físicos y geológicos”*, en este sentido la inclusión en el guion de actividades de una parte que busque determinar la procedencia de las rocas que vemos en las construcciones puede ser un complemento perfecto para profundizar en dicho apartado. Por último, el bloque 10 se centra en los trabajos de campo y cómo deben desarrollarse las técnicas, los itinerarios y el patrimonio geológico, que, obviamente, estará implícitas en la realización de nuestra actividad. A continuación, en la tabla 2 se pueden ver los contenidos mencionados tal y como vienen recogidos en el currículo de Bachillerato.

Tabla 2. Relación de la propuesta con los contenidos de la asignatura de Geología de 2º Bachillerato establecidos por ORDEN EDU/363/2015.*

Bloque	Descripción Contenidos	Criterios Evaluación	Estándares Evaluables
2	Aborda el estudio de la composición de los minerales, su reconocimiento y los distintos ambientes de formación que determinan su estructura, composición química y propiedades.	1. Describir las propiedades que caracterizan a la materia mineral. Comprender su variación en función de la estructura y la composición química de los minerales. Reconocer la utilidad de los minerales por sus propiedades.	1.1. Identifica las características que determinan la materia mineral, por medio de actividades prácticas con ejemplos de minerales con propiedades contrastadas, relacionando la utilización de algunos minerales con sus propiedades.
		2. Conocer los grupos de minerales más importantes según una clasificación químico estructural. Nombrar y distinguir de visu, diferentes especies minerales.	2.1. Reconoce los diferentes grupos minerales, identificándolos por sus características físico-químicas. Reconoce por medio de una práctica de visu algunos de los minerales más comunes.
3	Estudia las características de las rocas y los criterios que se utilizan para su clasificación e identificación, profundizando en el proceso de formación de las rocas magmáticas, sedimentarias y metamórficas	1. Diferenciar e identificar por sus características distintos tipos de formaciones de rocas. Identificar los principales grupos de rocas ígneas (plutónicas y volcánicas, sedimentarias y metamórficas).	1.1. Identifica mediante una prueba visual, ya sea en fotografías y/o con especímenes reales, distintas variedades y formaciones de rocas, realizando ejercicios prácticos en el aula y elaborando tablas comparativas de sus características.

*Continúa en la página siguiente

Tabla 2 (Continuación). Relación de la propuesta con los contenidos de la asignatura de Geología de 2º Bachillerato establecidos por ORDEN EDU/363/2015.

Bloque	Descripción Contenidos	Criterios Evaluación	Estándares Evaluables
9	A partir de la teoría de la tectónica de placas se aborda el estudio de los principales dominios geológicos de la Península Ibérica, Baleares y Canarias, su evolución geológica y el conocimiento de la geología local relacionándola con la historia y dominios geológicos del planeta.	1. Conocer los principales dominios geológicos de España: Varisco, orógenos alpinos, grandes cuencas, Islas Canarias.	1.1. Conoce la geología básica de España identificando los principales dominios sobre mapas físicos y geológicos.
		2. Entender los grandes acontecimientos de la historia de la Península Ibérica, y Baleares en el marco de la Tectónica de Placas.	2.1. Comprende el origen geológico de la Península Ibérica y Baleares, y utiliza la tecnología de la información para interpretar mapas y modelos gráficos que simulen la evolución de la península, las islas y mares que los rodean.
10	Analiza los instrumentos y técnicas básicas de la metodología científica y del trabajo de campo para poder realizar una práctica de campo de carácter local. Así mismo, se ocupa de la valoración del patrimonio geológico como bien de interés científico, socioeconómico y cultural.	1. Conocer las técnicas que se utilizan en la Geología de campo y manejar algunos instrumentos básicos.	1.1. Utiliza el material de campo (martillo, cuaderno, lupa, brújula).
		3. Observar y conocer los elementos geológicos de los itinerarios.	3.1. Conoce y describe los elementos geológicos del itinerario. 3.2. Observa y describe afloramientos. 3.3. Reconoce y clasifica muestras de rocas, minerales y fósiles.
		7. Entender las singularidades del patrimonio geológico.	7.1. Comprende la necesidad de apreciar, valorar, respetar y proteger los elementos del patrimonio geológico.

4.4.3. Otras posibles adaptaciones.

A pesar de que la exigencia en términos conceptuales de la actividad que se propone es grande y que, curricularmente, tendría el marco perfecto para desarrollarse íntegramente en los cursos anteriormente descritos, el itinerario podría ser fácilmente adaptable a los distintos cursos de Educación Secundaria Obligatoria en los que se cursa la materia de Biología y Geología.

En 1º de ESO, por ejemplo, la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León, incluye en el segundo bloque un apartado sobre la geosfera y otro sobre minerales y rocas que tiene por objeto que los alumnos reconozcan *“las propiedades y características de los minerales y de las rocas, distinguiendo sus aplicaciones más frecuentes y destacando su importancia económica y la gestión sostenible”*. Estas indicaciones bien podrían servir para desarrollar el itinerario petrológico si se adaptaran los contenidos a lo que se imparte en este curso.

En 3º y 4º de ESO no existe realmente un bloque en el que trabajar explícitamente el reconocimiento visual de rocas o la clasificación de estas, pero tampoco sería descabellado incluirlo como una actividad de complemento o para saber más, incluso relacionándolo con el bloque de Proyectos. De hecho reforzar estos conceptos en estos cursos puede servir de puente para conectar entre lo estudiado en 1º ESO y lo que verán después en Bachillerato.

No obstante, estas adaptaciones no serán objeto de estudio en este trabajo, quedando a decisión del profesorado correspondiente de qué manera se podrían adaptar los materiales que aquí facilitamos a los cursos de ESO.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

5. Propuesta de intervención

Se va describir, a continuación, la propuesta de intervención partiendo de una descripción general y una exposición de los objetivos, contenidos y metodologías, para terminar definiendo con detalle cada uno de los aspectos que engloba la actividad.

5.1. Descripción general

La propuesta de intervención, tal y como se ha venido comentando a lo largo de todo este trabajo, consiste en la realización de un itinerario petrológico por la ciudad de Valladolid con alumnos de Bachillerato que cursen las asignaturas de Biología y Geología (1^{er} curso) y Geología (2^o curso).

Las actividades están pensadas para hacer con una clase estándar de unos 30 alumnos, nunca más de 35 que es el máximo permitido por la ORDEN EDU/363/2015, de Institutos Públicos o Colegios Concertados.

El recorrido da comienzo en el Barrio de Parquesol y termina en la Catedral de Valladolid, atravesando numerosas calles en el transcurso. La dificultad y la exigencia física son bajas, quizás la primera parte por el Cerro de la Gallinera pueda resultar un poco más costosa pero en ningún caso supondría una limitación para realizarlo en unas condiciones físicas estándar. Más adelante, no obstante, se establecerán una serie de medidas de atención a la diversidad entre las que se contemplarán los posibles casos de personas en situación de discapacidad.

A grandes rasgos el recorrido propuesto ofrece la posibilidad de observar una amplia variedad de rocas y minerales en obra, desde las calizas y las areniscas típicas de los edificios históricos hasta la multitud de variedades de granitos, mármoles, pizarras y otras muchas singularidades que aparecen en los edificios de nueva construcción.

5.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos que se espera que las estudiantes alcancen con la realización de este itinerario para los cursos de 1^o y 2^o de Bachillerato son:

- Aplicar los conocimientos teóricos adquiridos y ser capaces de identificar *de visu* las rocas y minerales encontrados durante la visita.
- Conocer algunas aplicaciones de los recursos geológicos en técnicas constructivas.
- Establecer hipótesis contrastables acerca de la posible procedencia de los distintos materiales utilizados en las construcciones analizadas.

- Aprender a gestionar tareas en equipo y comprender los beneficios del trabajo cooperativo.
- Adquirir vínculos de apego con el entorno cercano a través del conocimiento aplicado.

5.3. Contenidos concretos

En el apartado 4. Contextualización educativa, se describieron los contenidos generales coincidentes con la temática de este itinerario tal y como aparecen en la normativa educativa para los cursos de Bachillerato. El objeto de este epígrafe es concretar un poco más los contenidos que engloba la actividad en sí:

- Composición, propiedades y reconocimiento de minerales.
- Tipos de rocas y sus principales características.
- Aplicaciones de las rocas y los minerales con interés social o industrial.
- Distribución de los recursos geológicos en el territorio regional.
- Técnicas de geología aplicada a campo.
- Valoración del patrimonio geológico.

5.4. Metodología

Se han diseñado una serie de actividades para acompañar la realización del itinerario de acuerdo con los principios metodológicos resumidos en el capítulo anterior.

Si hay algo que lleva asociada por defecto esta propuesta es, desde luego, la búsqueda de la aplicación práctica de los contenidos a situaciones reales. No conforme con eso, se ha intentado que la batería de propuestas abarque distintos tipos y formatos de actividades, a fin de conseguir mayor implicación por parte de los alumnos en el proceso de aprendizaje.

Todas las actividades están desarrolladas para su realización en pequeños grupos, buscando reforzar el aprendizaje cooperativo, algunas con un cariz más lúdico y otras menos, pero siempre cediendo buena parte de la responsabilidad del proceso educativo a los alumnos.

Se ha integrado el uso de las TIC en diversos aspectos: en la parte teórico-práctica, a través de la digitalización del itinerario para poder trabajar en gabinete o adoptar medidas de atención a la diversidad, en la realización del itinerario fomentando el uso de cámaras fotográficas, y en la parte de evaluación, pidiendo a los alumnos que elaboren una presentación con los resultados obtenidos.

La exposición pública de los trabajos y la imperiosa necesidad de comunicarse al trabajar en equipo, ayudarán seguro a mejorar la capacidad de expresarse en público del alumnado.

5.5. Evaluación

Más allá de los criterios de evaluación y los estándares evaluables establecidos por la ORDEN EDU/363/2015, es menester desarrollar aquí, brevemente, los

planteamientos que se proponen a la hora de evaluar al alumnado. Además de los criterios relacionados estrictamente con los contenidos petrológicos, se va a evaluar el trabajo en equipo, el interés mostrado en la actividad, la claridad de exposición, etc.

Para cada una de las actividades se han establecido unos criterios de evaluación, más o menos objetivos, que llevan asignados unos porcentajes orientativos para establecer una nota ponderada en función del peso que cada uno de los criterios tiene en la actividad.

Es importante facilitar al alumnado esta información antes de realizar la actividad, ya sea de manera general o elaborando un rúbrica, puesto que de esta manera sabrán claramente qué se les pide y serán conscientes de todo el proceso. Además, evitará, en buen grado, los posibles excesos de subjetividad por parte del profesor.

5.6. Desarrollo de la propuesta

Para abordar el desarrollo de la actividad se deben analizar varios apartados: los principales tipos de rocas ornamentales, el itinerario en sí, los puntos que lo componen y sus elementos petrológicos, la metodología que guiará la actividad, y las medidas de atención a la diversidad.

5.6.1. El itinerario

El itinerario discurre por diversas calles de Valladolid capital y está compuesto por un total de 58 puntos, escogidos por las singularidades de los materiales petrológicos que tienen en su construcción.

El primer punto (41°38'25.90"N; 4°45'2.74"O) coincide con la Iglesia Nuestra Señora del Prado, la cual sita en C/Profesor Adolfo Miaja de la Muela, 47014 Valladolid; desde allí se visita el Centro Cultural Miguel Delibes para bajar por la Avenida del Monasterio de N. S^a del Prado hasta las Cortes y el propio Monasterio (hoy sede de la Consejería de Educación y Cultura de la Junta de Castilla y León). Acto seguido se dirige hacia el Museo de la Ciencia y el Palero para cruzar el río por la pasarela del Museo e iniciar la ruta por el Paseo Zorrilla en dirección al centro de la ciudad. Al llegar a Plaza Zorrilla salen dos ramales que bien se pueden conectar, uno se dirige hacia la Estación del Norte atravesando el Campo Grande para regresar por la acera de Recoletos; y el otro toma la Calle Santiago y recorre el casco histórico y sus principales monumentos. El último punto (41°39'10.38"N; 4°43'25.66"O) es la Catedral de Nuestra Señora de la Asunción.

Se han contemplado distintas posibilidades para poder adaptar el recorrido en función de la disponibilidad de tiempo de que disponga el profesor de la asignatura en cuestión para realizar salidas de campo. En el plano de la figura 2 se ha esquematizado el itinerario desde el punto 1 al 58 y a su vez se ha subdividido en distintos colores a fin de poder reducir la actividad si fuera preciso. El primer tramo es el más largo con unos 4,85 km. El segundo apenas suma 2 km, y el tercero 3 km. En total el recorrido completo tiene 9,85 km.

No obstante, el orden de los puntos no responde más que a una cuestión organizativa para este trabajo en concreto, por lo que puede hacerse una selección de determinados puntos, incluso mezclando itinerarios, y reenumerarlos para elaborar un recorrido propio que se ajuste más a los intereses del docente y/o a las inquietudes del alumnado.

5.6.2. Elementos petrológicos

Todos y cada uno de los puntos se han fotografiado cuando alguno de sus elementos constructivos resultaba interesante desde el punto de vista geológico. *In situ* se identificaron *grosso modo* las rocas y minerales que componían dichos materiales. Posteriormente, en gabinete, se clasificaron las rocas, con ayuda de la guía “La Piedra en Castilla y León” (García de los Ríos & Báez, 2002), en función de sus denominaciones comerciales para intentar afinar en torno a su procedencia.







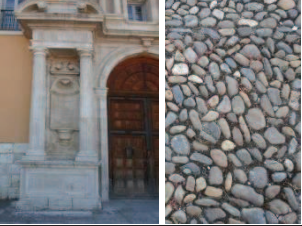




Este último apartado ha supuesto un verdadero reto puesto que sólo se ha trabajado con técnicas *de visu*. En determinadas ocasiones las imágenes y las descripciones del libro elaborado por SIEMCALSA no fueron suficientes y se utilizaron para cotejar tanto el catálogo “*Natural Stone* Castilla y León” de la asociación PINACAL, como imágenes obtenidas de internet.



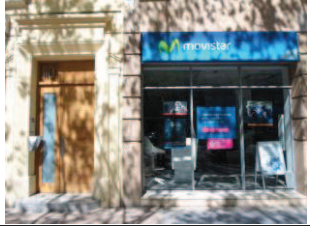




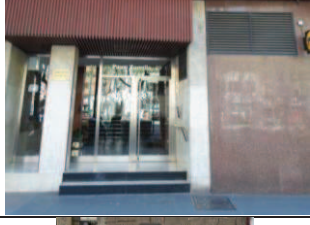

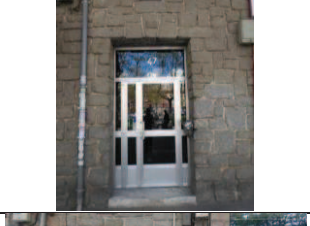


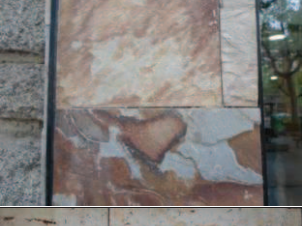


Se han clasificado, por tanto, las posibles procedencias de aquellos materiales que pertenecen a empresas extractoras de Castilla y León, que son las que aparecen en estos catálogos, y algunos otros que por su singularidad eran fácilmente descriptibles por su morfología característica. En algunos casos no se ha podido identificar el nombre comercial y se ha prescindido de determinar el lugar de extracción.

Puesto que, como se ha anticipado, la dificultad de conocer *de visu* la procedencia y área fuente de buena parte de las rocas ornamentales es alta y que existen una gran variedad de nomenclaturas comerciales, solo se puede considerar en términos estrictos el origen geográfico como una “posible área de procedencia” en relación con los acontecimientos geológicos que pudieron tener lugar en ella. Se ha considerado, y así se le debe transmitir a los alumnos, que pedagógicamente es más interesante conocer el origen geoquímico que el origen geográfico de las rocas, por ello no se ha profundizado tanto en este último aspecto.

A continuación se presentan una serie de tablas que recogen para cada uno de los puntos del itinerario: orden, nombre, imagen general, imagen en detalle, tipo de roca y área de procedencia.

Tabla 3 (continúa hasta la página 31). Puntos del itinerario ordenados del 1 al 58. Se muestra la imagen general de la construcción y la imagen en detalle de la roca descrita. Se clasifica el tipo de roca y debajo, en cursiva, el nombre comercial. La posible área de procedencia aparece, si se consiguió concretar, en la última columna.






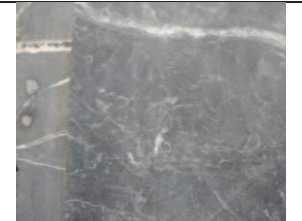


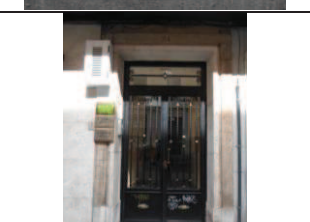

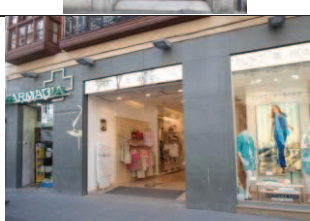

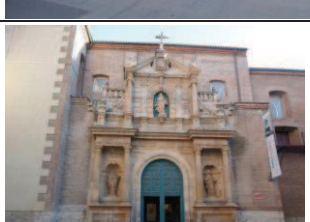
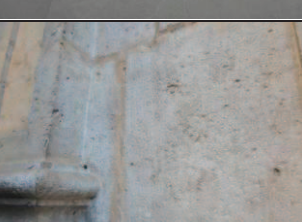
FICHA ITINERARIO PETROLÓGICO					
Orden	Lugar	Imagen General	Imagen Detalle	Tipo Roca	Área Procedencia
1	Iglesia N. S ^a del Prado			Pizarra <i>Pizarra multicolor</i>	Bernardos (Sg), Castillejo de Martín viejo (Sa)
2	Laderas Cerro la Gallinera			Pudingas naturales	Erosión y sedimentación del río Pisuerga
3	CC Miguel Delibes			Diorita	---
4	Cortes de Castilla y León			Alabastro	---
5	M ^o Ntra. Sra. del Prado			Caliza <i>Caliza Alcor</i> Pudinga artificial	Villalba de los Alcores (Va) ---
6	Museo Ciencia			Calizas ferruginosas <i>Caliza de montaña roja</i>	La Pola de Gordón, La Braña,... (Le)
7	Hotel el Palero			Cuarcita <i>Cuarcita multicolor Valdesalce</i>	---






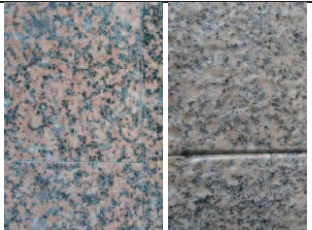

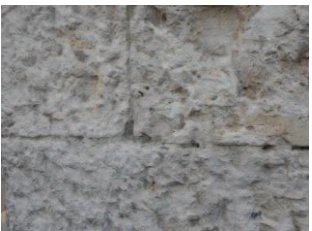
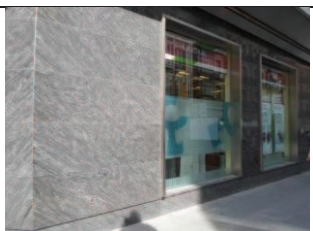


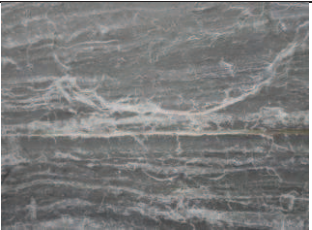


FICHA ITINERARIO PETROLÓGICO					
Orden	Lugar	Imagen General	Imagen Detalle	Tipo Roca	Área Procedencia
8	Centro Comercial Pº Zorrilla			Granito <i>Gris Cardeñosa</i> Granodiorita	Cardeñosa (Av) ---
9	Comercio (Pº Zorrilla nº 110)			Cuarzoarenita <i>Arenisca de Aguilar</i>	Quintanilla de las Torres (Pa)
10	Hotel Pº Zorrilla		 	Monzogranito <i>Azul noche</i> Granito <i>Gris Ávila</i>	Junciana (Av) Martínez (Av)
11	Pº Zorrilla 49			Granito <i>Rosa Porriño</i>	O Porriño (Po)
12	Pº Zorrilla 47			Granito <i>Gris Ávila</i>	Martínez (Av)
13	Pº Zorrilla 45			Filita	---
14	Pº Zorrilla 43			Caliza <i>Caliza Alcor</i>	Villalba de los Alcores (Va)












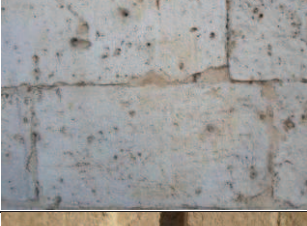


FICHA ITINERARIO PETROLÓGICO					
Orden	Lugar	Imagen General	Imagen Detalle	Tipo Roca	Área Procedencia
15	Pº Zorrilla 39			Mármol	---
16	Parroquia Inmaculada Concepción			Esquisto <i>Cuarcita de Bernardos</i>	Domingo García (Sg)
17	Entrada Garaje Pº Zorrilla			Caliza <i>Caliza Alcor</i>	Villalba de los Alcores (Va)
18	Carnicería (Pº Zorrilla nº 17)			Granito <i>Rosa Porriño</i>	O Porriño (Po)
19	Pº Zorrilla 13			Mármol verde	---
20	Pº Zorrilla 11			Travertino	---
21	Pº Zorrilla 15			Mármol blanco	---





FICHA ITINERARIO PETROLÓGICO					
Orden	Lugar	Imagen General	Imagen Detalle	Tipo Roca	Área Procedencia
22	Pº Zorrilla 3			Granodiorita	---
23	Pº Zorrilla 46			Mármol	---
24	Entidad bancaria (Pº Zorrilla nº 44)			Granito orbicular <i>Granito Rapakivi</i>	Finlandia
25	Pº Zorrilla 34			Filitas	---
26	Comercio (Pº Zorrilla nº 14)			Labradorita	Noruega
27	Pº Zorrilla 12			Mármol blanco	---
28	Academia de Caballería			Arenisca feldespática <i>Arenisca de Villamayor</i> Granito	Villamayor de la Armuña (Sa) ---

FICHA ITINERARIO PETROLÓGICO					
Orden	Lugar	Imagen General	Imagen Detalle	Tipo Roca	Área Procedencia
29	Fuente de la Fama			Caliza <i>Piedra de Campaspero</i>	Campaspero (Va)
30	Estanque Campo Grande			Caliza (Lapiaz)	Santiago del Arroyo (Va)
31	Estación del Norte			Caliza dolomítica	Vegas de Matute (Sg)
32	Recoletos 12			Caliza dolomítica	---
33	Recoletos 5			Mármol blanco Granito (tendencia metamorfismo)	--- ---
34	Recoletos 4			Caliza <i>Caliza Alcor</i>	Villalba de los Alcores (Va)
35	Entidad bancaria (Miguel Íscar 1 / Calle Santiago)			Orto-Gneiss	---

FICHA ITINERARIO PETROLÓGICO					
Orden	Lugar	Imagen General	Imagen Detalle	Tipo Roca	Área Procedencia
36	Caja Ahorros (Santiago nº28)			Arenisca feldespática <i>Arenisca de Villamayor</i> Granito <i>Gris Ávila</i>	Villamayor de la Armuña (Sa) Martínez (Av)
37	Vestigios puente La Esgueva			Caliza <i>Caliza Alcor</i>	Villalba de los Alcores (Va)
38	Santiago 26			Mármol	---
39	Comercio (Santiago esq. Doctrinos)			Granito <i>Gris Mezquita</i>	San Ciprián de Hermisende (Za)
40	Santiago 24			Travertino	---
41	Farmacia (Santiago nº21)			Pizarra	---
42	Convento Las Francesas			Caliza <i>Piedra Campaspero</i>	Campaspero (Va)

FICHA ITINERARIO PETROLÓGICO					
Orden	Lugar	Imagen General	Imagen Detalle	Tipo Roca	Área Procedencia
43	Comercio (Santiago nº20)			Mármol blanco y negro	---
44	Santiago 17			Basalto Gabro	---
45	Santiago 14 y comercio			Granito pulido y sin pulir <i>Rosa Porriño</i>	O Porriño (Po)
46	Comercio (Santiago nº9)			Caliza sin pulir <i>Piedra de Campaspero</i>	Campaspero (Va)
47	Entidad bancaria (después Parroquia Santiago)			Gneiss	---
48	Farmacia (Santiago nº5)			Mármol verde	---
49	Joyería (Santiago nº1)			Diorita	---

FICHA ITINERARIO PETROLÓGICO					
Orden	Lugar	Imagen General	Imagen Detalle	Tipo Roca	Área Procedencia
50	Iglesia San Benito			Caliza Piedra Campaspero	Campaspero (Va)
51	Iglesia de San Ignacio			Caliza Piedra Campaspero	Campaspero (Va)
52	Convento de San Pablo y San Gregorio			Caliza Piedra Campaspero y Hontoria	Campaspero (Va) Hontoria de la Cantera (Bu)
53	Restos de la muralla (c/ Angustias)			Caliza Piedra Campaspero	Campaspero (Va)
54	Palacio de Santa Cruz			Caliza Piedra Campaspero	Campaspero (Va)
55	Colegio San Ambrosio			Caliza Piedra Campaspero	Campaspero (Va)
56	Fachada Universidad de Valladolid			Caliza Piedra Campaspero	Campaspero (Va)

FICHA ITINERARIO PETROLÓGICO					
Orden	Lugar	Imagen General	Imagen Detalle	Tipo Roca	Área Procedencia
57	Iglesia de la Antigua			Caliza Piedra Campaspero	Campaspero (Va)
58	Catedral			Caliza Piedra Campaspero	Campaspero (Va)

5.6.3. Temporalización y planificación

Esta actividad no tiene limitaciones temporales debidas a la estacionalidad climática puesto que ninguno de los elementos que se van a observar depende de ella, queda abierto a la elección del profesor correspondiente la época del año donde es mejor realizarlo. No obstante, si el orden que se sigue al impartir la asignatura es ascendente según los bloques descritos en la normativa que vimos en el capítulo 4 “Contextualización educativa”, en 1º Bachillerato trabajaríamos dichos contenidos entre el 2º y el 3º trimestre (Bloques 7 y 8), y en 2º Bachillerato podríamos hacerlo coincidir con el 1º trimestre (Bloques 2 y 3) o con el último trimestre (Bloques 9 y 10).

Existen, de todas maneras, una serie de recomendaciones comunes a toda visita de campo: vigilar que no vaya a llover mucho ese día, tener en cuenta las horas de luz en función de la época del año, etc.

Como se ha comentado en la descripción del itinerario, el recorrido completo es de casi 10 km; caminando a paso normal y sin paradas se suelen calcular unos 5 km a la hora. Hay que tener en cuenta que se harán muchas paradas y que el ritmo será lento, por lo que realizar el itinerario completo nos llevará prácticamente toda la mañana. La opción más sencilla si no se dispone de una mañana entera es realizar tramos independientes o incluso combinar dos de ellos.

Otro aspecto importante a la hora de planificar es contar con el desplazamiento hasta los puntos del itinerario que nos interesen. Institutos del centro de la ciudad o del Barrio de Parquesol sólo tendrán que tomar un autobús y pueden elegir si hacerlo para comenzar el itinerario o para finalizarlo; los que se encuentren en otras zonas, forzosamente tendrán que desplazarse dos veces, una para llegar al punto inicial y otra para regresar desde el último punto.

Se han buscado las paradas y las líneas de autobús urbano más próximas a los puntos inicial (1) y final (58) del recorrido. Para el punto de inicio las líneas 8, 9, C1 y C2 tienen paradas a menos de 2 minutos caminando de la Iglesia Nuestra Señora del

Prado; desde el punto final las líneas 1, 2, 3, 4, 6, 8 y 18 paran a no más de 5 minutos de la Catedral. Teniendo en cuenta que la oferta de autobuses es amplia en ambos puntos, podemos estimar que cada desplazamiento puede requerir una media de 35 o 40 minutos aproximadamente.

En la figura 3 Se muestran las localizaciones de las paradas de autobús más cercanas a los puntos de inicio y fin del itinerario.

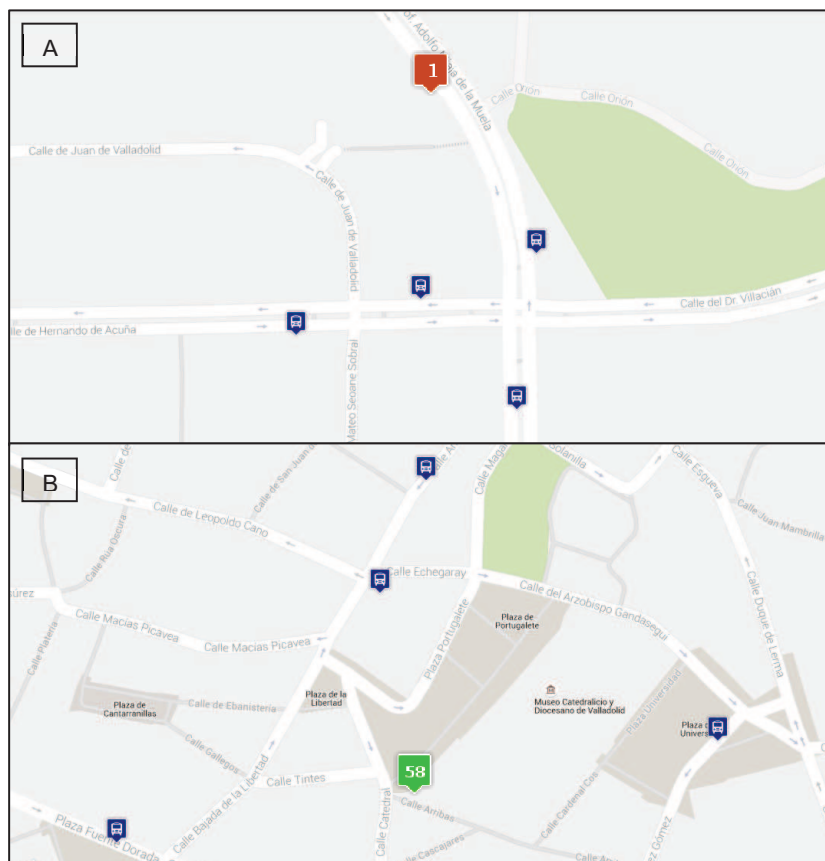


Figura 3. Localización de las paradas de autobús más próximas a los puntos inicial (A) y final (B) del itinerario. Fuente: Auvasa.

5.6.4. Recursos y materiales

Se han elaborado una serie de recursos que complementan la realización básica del itinerario y que serán utilizados en las actividades que más adelante se describen. Aunque en este trabajo se hacen unas propuestas concretas, pueden ser utilizados de cualquier otra manera si así lo dispone el profesor de la asignatura.

- Mapa de la ciudad de Valladolid

El mapa de la ciudad puede consultarse en el Anexo II. Se han eliminado los puntos del itinerario del plano y se muestra el mapa mudo. Este recurso va a ser muy utilizado en las actividades propuestas, a menudo se requerirá a los alumnos que vayan marcando el itinerario seguido en el mapa y fijando la ubicación de los puntos visitados.

- Ficha resumen del itinerario

Se ha facilitado una tabla resumen con cuestiones que deben ir completando los alumnos durante el itinerario, está disponible en el Anexo III. En algunas actividades servirá a los alumnos para la elaboración del proyecto posterior y en otras se la tendrán que entregar tal cual al profesor al finalizar la actividad y se tendrá en cuenta para la evaluación.

- Documento de análisis y caracterización científica de rocas ornamentales

Se ha elaborado un documento de perfil más técnico que recoge casos singulares de análisis petrológicos en edificios históricos de la ciudad. Puede verse íntegro en el Anexo IV. Se utilizará en varias actividades, en algunas como complemento a las explicaciones básicas, en otras para extraer información y curiosidades históricas de los monumentos, y además como elemento motivador para los alumnos de altas capacidades.

- Itinerario digitalizado en Google Earth

Otro de los recursos que se facilitan como complemento al itinerario es un recorrido digitalizado en el que se pueden observar todos los puntos seleccionados. Esta herramienta se plantea sobre todo como medida de atención a la diversidad con alumnos en situación de discapacidad motriz, pero a la vez ofrece numerosas posibilidades como utilizarla de “gancho” previo para que los estudiantes puedan visualizar el itinerario antes de la actividad.

Se ha creado un archivo de libre acceso que tiene almacenada toda la información necesaria. Está en formato “.kmz” y se puede descargar gratuitamente desde el siguiente enlace:

Itinerario_petrológico.kmz

<https://drive.google.com/open?id=0B9cT8bka2QOUZVhsNnhnSy03aU0>

Simplemente se necesita tener instalada la versión gratuita de Google Earth, descargarse el archivo y hacer doble “click” sobre él. De esta manera se accede directamente al punto inicial del itinerario y se puede recorrer toda la ciudad e incluso programar vuelos que vayan parada por parada.

En la figura 4 se muestran varias imágenes del trabajo que se ha hecho en la digitalización de la propuesta.

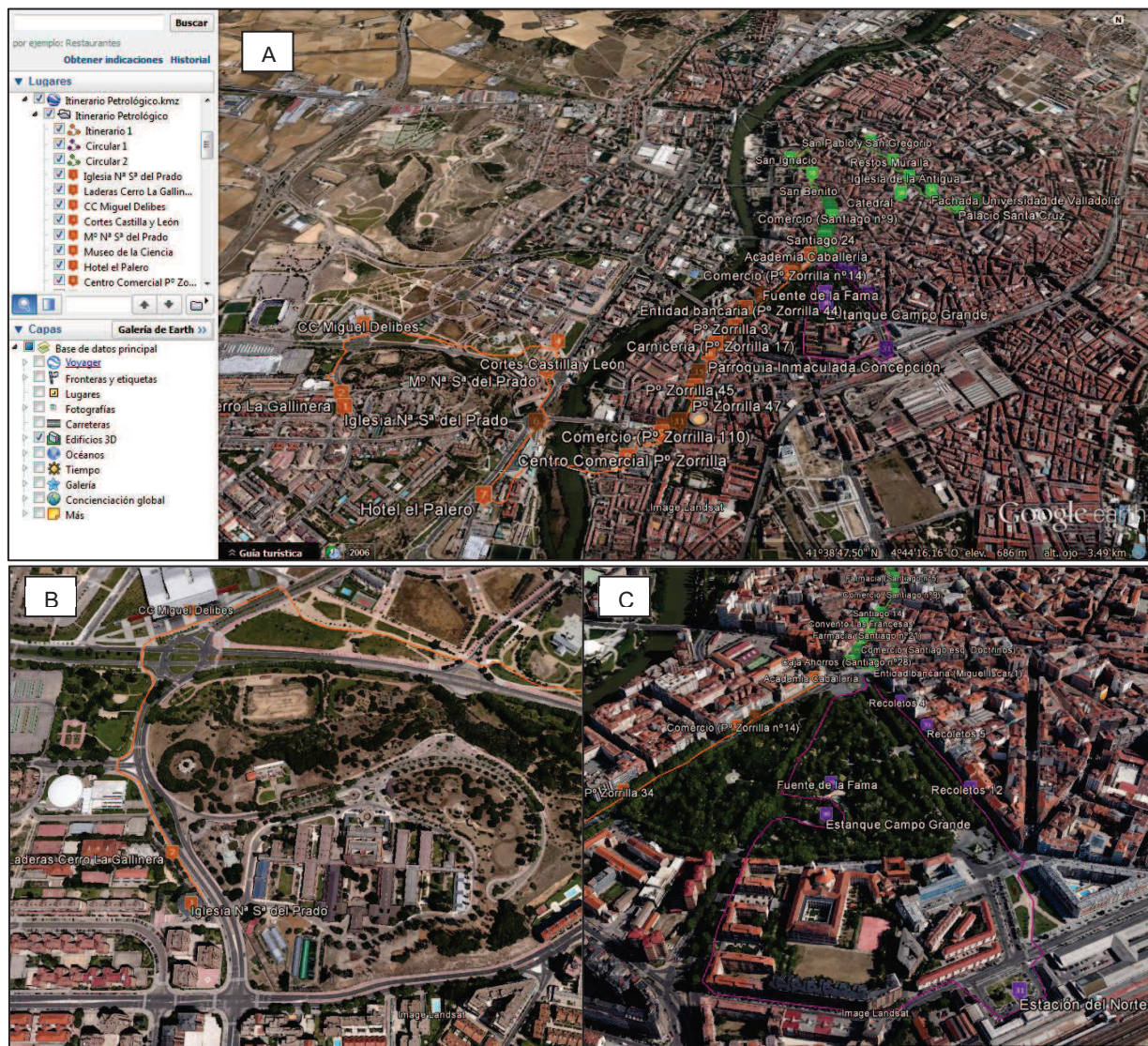


Figura 4. Itinerario digitalizado con la herramienta Google Earth. (A) Vista general al abrir el archivo “Itinerario_petrológico.kmz”, a la izquierda se muestra el menú general donde se pueden seleccionar o deseleccionar los distintos recorridos y los puntos que los componen. Si se hace doble “click” sobre alguno de ellos el programa dirige la vista del mapa hacia su posición. (B) Vista del punto inicial del itinerario. (C) Vista del recorrido circular por el Campo Grande y la acera de Recoletos; al fondo, en verde, el tramo del itinerario que discurre por la zona centro.

5.6.5. Actividades

Se proponen a continuación una serie de actividades que se pueden realizar durante el itinerario, con el fin de disponer múltiples recursos pedagógicos que puedan acompañar y aportar versatilidad la propuesta. Todas ellas buscan que los estudiantes sean capaces de aprehender los conceptos explicados y su aplicación práctica.

En casi todas las actividades que se han elaborado es necesario tomar fotografías de las cosas que se van viendo, bien sea para elaborar un informe posterior o para validar el correcto desarrollo de la actividad, por ello se debe avisar con antelación a

los alumnos de que lleven ese día una cámara de fotos o un teléfono móvil con cámara por grupo.

Las dos primeras propuestas (Ruta guiada; Diseña tu propio itinerario) están más enfocadas a la explicación *in situ* de los conceptos teórico-prácticos y son planteamientos del tipo “proyecto” que requieren un trabajo posterior con la información obtenida.

Las dos siguientes (Carrera petrológica; ¡Hazte con todas!) buscan la aplicación práctica inmediata de lo aprendido, por ello requieren que los conceptos básicos se hayan explicado con anterioridad en clase. Son propuestas con una componente más lúdica del tipo “gymkana” que, en principio, no tienen por qué acarrear la realización de un informe posterior.

La cuarta actividad descrita (Que hace una roca como tú en un sitio como este) es del tipo “juego” y puede encajarse brevemente en cualquiera de las otras. Persigue despertar botones sensoriales alternativos que aporten nuevas claves para la identificación de las rocas.

La última que se describe (Historias Monumentales) es también del tipo “gymkana”. Con ella se busca que los alumnos aprendan “por descubrimiento”, para terminar haciendo una reflexión sobre el porqué de los orígenes de las rocas.

- **Ruta guiada**

- Desarrollo:

La ruta guiada sería el formato más sencillo para realizar el itinerario. El profesor escogería un punto de partida, ya sea para hacerlo entero, alguno de sus tramos o un recorrido propio, e iría explicando parada por parada los elementos petrológicos que aparecen en el camino. Es importante conseguir que el papel de los alumnos no se limite al de meros espectadores, por ello se les propondrán una serie de tareas a desarrollar por grupos.

- Recursos:

Tabla para rellenar y mapa de la zona sin los puntos marcados.

- Dinámica de trabajo:

Se dividirá la clase en grupos de 3 personas, una por cada una de las tareas que se han de realizar: una completará la tabla, otra marcará en el mapa los puntos del itinerario y una tercera hará fotos de los detalles explicados. La clave está en que las tareas sean rotativas, de tal manera que cada 3 paradas los estudiantes cambien de función. Así conseguiremos más dinamismo en la actividad y a su vez una mayor implicación de todos los miembros en todas las tareas.

Se les pedirá a cada uno de los grupos de la clase que seleccionen los puntos del itinerario que más les hayan llamado la atención y elaboren en casa una presentación de los resultados original, ya sea en algún programa de presentaciones, o en un póster, etc. La presentación debe incluir un

plano en el que marquen la ubicación de los puntos escogidos, las principales características en función de lo que el profesor explicó en la visita y una o dos fotos de los elementos descritos.

- Evaluación:

Se propone tener en cuenta distintos criterios, ponderados de la siguiente manera:

- 10% Información de la tabla y mapa utilizados durante la actividad.
- 40% Trabajo en grupo, comportamiento e interés durante la visita.
- 50% Presentación: originalidad, exactitud de la información, etc.

• **Diseña tu propio itinerario**

- Desarrollo:

En este caso se propone realizar únicamente el itinerario 1 desde el Cerro de la Gallinera hasta la academia de Caballería. El desarrollo general sería similar al caso anterior: explicación parada por parada y los alumnos por grupos van tomando anotaciones.

- Recursos:

Tabla para rellenar y mapa de la zona sin los puntos marcados.

- Dinámica de trabajo:

De nuevo, se dividirá la clase en grupos de 3 personas y se les encomendarán las mismas tareas rotativas: completar la tabla, marcar los puntos en el mapa y hacer fotos de los materiales.

El ejercicio que se pedirá después a cada grupo será la elaboración de un itinerario propio por las calles de su barrio u otras calles de la ciudad no incluidas en el recorrido de clase y con, al menos, 15 puntos de los cuales 10 han de tener componentes petrológicos diferentes. Los estudiantes deberán identificar las rocas que han visto, razonar qué características les ha llevado a determinarlo así y establecer hipótesis sobre la posible área de procedencia, referenciándolo a los nombres comerciales de la guía de SIEMCALSA.

En función del tiempo disponible en la asignatura se les puede pedir que lo entreguen en un informe detallado por escrito, una presentación en el formato que ellos elijan o ambas cosas.

- Evaluación:

Se propone tener en cuenta distintos criterios, ponderados de la siguiente manera:

- 10% Información de la tabla y mapa utilizados durante la actividad.
- 30% Trabajo en grupo, comportamiento e interés durante la visita.

- 40% Itinerario propuesto por el grupo, exactitud en la clasificación de las rocas, argumentos esgrimidos, posibles áreas de procedencia, etc.
- 20% Informe o presentación entregada, originalidad, etc.

- **Carrera petrológica**

- Desarrollo:

Para esta actividad, se propone comenzar en el punto 8 del itinerario y abarcar hasta el punto 49, es decir, todo el Pº Zorrilla, Campo Grande, Recoletos y c/ Santiago. Se les entregará a cada grupo un sobre cerrado con instrucciones, en ellas se les darán las direcciones de una serie de puntos salteados del itinerario y se les pedirá que obtengan información acerca de cada uno de ellos. La última instrucción deberá dirigirles a la Plaza Mayor lugar de punto de encuentro, puesta en común y finalización de la actividad.

Es interesante que las instrucciones no sean siempre direcciones concretas, sino jugar con distintos tipos de pistas: contar pasos hasta el siguiente punto, marcar coordenadas en el mapa e incluso facilitarles una brújula y que tengan que trazar un rumbo. Cosas sencillas como estas permiten hacer la actividad más variada y darle un componente más lúdico.

- Recursos:

Tabla para rellenar y mapa de la zona sin los puntos marcados.

- Dinámica de trabajo:

Se recomienda dividir a la clase en grupos de no más de 3 o 4 personas, se les entrega el sobre cerrado con las instrucciones y se les explica la información a recabar en cada uno de los puntos: localización aproximada en el mapa, tipo de roca, indicios observados y una foto del punto en cuestión, general y en detalle, para poder corroborar que han pasado por allí y no se lo han inventado.

Al final del recorrido entregarán el mismo sobre con todo lo que hayan recopilado y al llegar a casa deberán enviar las fotos al correo electrónico del profesor.

- Evaluación:

Esta actividad tiene un perfil más lúdico que las anteriores por lo que se recomienda que el peso sobre el total del bloque de la materia en cuestión no sea muy grande (no más de un 15%).

Los alumnos en esta ocasión no irán todo el rato acompañados por el profesor por lo que la evaluación se hará sobre lo que entreguen en el sobre:

- 20% Encontraron todos los puntos que se pedían

- 30% Determinaron satisfactoriamente el tipo de roca.
- 10% Aportan indicios consistentes sobre el proceso de identificación.
- 20% Marcaron correctamente los puntos en el mapa.
- 20% Las imágenes tomadas se ajustan a lo que corresponde.

- **¡Hazte con todas!**

- Desarrollo:

Jugando con el lema de un famoso videojuego, que a buen seguro a formado parte de la infancia de muchos alumnos, se les propondrá esta actividad que consiste en “coleccionar”, a través de fotografías, distintos tipos de rocas y minerales en la ciudad.

Lo más viable es dividir el itinerario por tramos, por ejemplo: del punto 1 al 8; del 9 al 28; del 29 al 34 y del 35 al 49. No se incluyen los últimos porque los edificios monumentales no supondrían un reto de identificación. Antes de iniciar cada tramo se les dará por grupos un sobre cerrado en el que se incluirán distintos objetivos (tipos de rocas y/o minerales) que han de encontrar en ese recorrido concreto.

La clase se reagrupará al final de cada tramo y se darán las instrucciones para el tramo siguiente.

- Recursos:

Tabla para rellenar y mapa de la zona sin los puntos marcados.

- Dinámica de trabajo:

Como en la gymkana anterior, es recomendable dividir a la clase en grupos de 3 o 4 personas. Cuando el profesor lo indique y les haya entregado el sobre con las indicaciones, que a ser posible deberán no ser las mismas para todos los grupos, podrán empezar el recorrido.

Durante la actividad irán completando los objetivos marcados, que no tienen por qué ser necesariamente los edificios exactos donde localizamos esa roca en el itinerario, puesto que ellos no sabrán cuáles son, pero sí deberán documentar bien el sitio en el que la encontraron y tomar un par de fotos, una general y otra en detalle para minimizar la posibilidad de que hagan trampas.

Cuando se agrupen al final del tramo tendrán que entregar el sobre con las anotaciones que hayan hecho, su “colección” fotográfica de rocas deberán enviarla por correo electrónico al profesor en los días siguientes.

- Evaluación:

Esta actividad, también, es de carácter más lúdico por lo que se recomienda que el peso sobre el total del bloque de la materia en cuestión no sea muy grande (no más de un 15%).

Los alumnos en esta ocasión no irán todo el rato acompañados por el profesor por lo que la evaluación se hará sobre lo que entreguen en el sobre:

- 50% Recopilaron todas las rocas y minerales de sus objetivos.
- 10% Aportan indicios consistentes sobre el proceso de identificación.
- 20% Marcaron correctamente los puntos en el mapa.
- 20% Las imágenes tomadas se ajustan a lo que corresponde.

- **¿Qué hace una roca como tú en un sitio como este?**

- Desarrollo:

El título de la famosa canción del grupo madrileño “Burning”, banda sonora de la película de idéntico nombre dirigida por Fernando Colomo, sirve de elemento conector y a la vez motivador para esta actividad

Realmente lo que se plantea es un juego sensorial. En algún punto del itinerario, por ejemplo en c/Santiago que es peatonal y tiene buena variedad de elementos petrológicos, se propondrá a los alumnos identificar las rocas mediante el tacto.

Se aprovecharán los errores y/o aciertos para reflexionar con ellos acerca de si la textura tiene más que ver con el acabo o con el origen geoquímico de la roca, y sobre la posible área de procedencia geográfica en función del tipo de roca utilizada.

- Recursos:

Tabla para rellenar.

- Dinámica de trabajo:

Aprovechando la división en grupos de 3 que se ha propuesto para otras actividades, un miembro de cada equipo se vendará los ojos, otro le guiará hacia el elemento a identificar y el tercero anotará la identificación “a ciegas” de su compañero.

Después se pondrá en común entre todos los grupos y el profesor aprovechará para guiar la resolución y los comentarios sobre la textura y el origen geográfico de lo que acaban de palpar.

- Evaluación:

Se considera esta actividad como complemento de alguna de las anteriores, por lo cual no se va a proponer ninguna evaluación concreta al respecto.

Es muy probable que los grupos cometan numerosos errores de identificación, pero precisamente por eso se debe relajar el ambiente y fomentar que aprendan e identifiquen las texturas por el método “ensayo-error”. De todos modos será importante tener en cuenta la actitud, disposición y seriedad con la que los alumnos afrontan el juego.

- **Historias Monumentales**

- Desarrollo:

El último tramo del itinerario recorre numerosos monumentos históricos de la ciudad y es por ello que se puede aprovechar para hacer una actividad distendida que aúne el conocimiento de Valladolid a través de la historia con la geología.

Se propone una gymkana que parta desde la Plaza Mayor y en la que a través de pistas sobre los monumentos tengan que llegar a ellos e identificar el tipo de roca con el que están contruidos. Dichas pistas se pueden sacar del documento Anexo IV que explica, entre otras cosas, brevemente la historia de estos monumentos.

- Recursos:

Tabla para rellenar y mapa de la zona sin los puntos marcados.

- Dinámica de trabajo:

Esta actividad admitiría grupos de mayor tamaño, hasta 5 o 6 personas, puede ser viable. Se les entregarán los enigmas o acertijos sobre la historia de esos edificios, si no los pueden resolver deberán preguntar a personas por la calle. Cuando lo averigüen deberán dirigirse hasta allí e identificar el tipo de roca y el área de procedencia; el punto de control para saber que lo han completado será hacerse un “selfie” todo el equipo con el monumento detrás.

Transcurrida una hora deberán volver todos al punto inicial, allí se comentará si han conseguido o no completar el recorrido y se resolverá entre todos. El profesor aprovechará para lanzar una reflexión sobre por qué se han utilizado esas rocas y no otras en la construcción. Además puede comentar algunos de los estudios que se han hecho desde un punto de vista más técnico y sus curiosidades más relevantes.

- Evaluación:

En este caso, el perfil lúdico de la actividad tampoco requiere de una evaluación exhausta. El objetivo está en pasárselo bien y disfrutar aprendiendo cosas nuevas de la ciudad y aplicando los conceptos teóricos de clase. Como siempre, será importante tener en cuenta la actitud y el interés mostrado por los alumnos.

5.6.5. Medidas de atención a la diversidad

Las medidas de atención a la diversidad que se recogen en este apartado son una serie de adaptaciones establecidas con el fin de que todos y cada uno de los alumnos puedan, en la medida de lo posible, alcanzar los objetivos y competencias vinculados a esta actividad.

Se van a contemplar, por tanto, una serie de casos concretos que afectan al desarrollo del itinerario por la ciudad, que es lo específico de este trabajo, pero se entiende que corresponde al profesor oportuno adaptar las enseñanzas a los perfiles concretos que se puedan presentar en cada clase.

- **Estudiantes en situación de discapacidad:**

- Motriz:

En el caso de alumnos usuarios de silla de ruedas no debería suponer ningún problema la realización del itinerario, puesto que la subida al Cerro de la Gallinera se efectuará en autobús urbano y desde allí el recorrido es en bajada o en terreno llano. Además puesto que todas las actividades se contemplan para realizarse en grupo, en caso de que el estudiante acuse fatiga, otro compañero podrá ayudarle a desplazarse.

Si existiese algún estudiante que de ninguna manera pudiera asumir tales desplazamientos, se le animará a realizar el itinerario virtualmente haciendo uso del recurso digital que se ha preparado con Google Earth. Ese recurso posibilita seguir todo el itinerario a partir de imágenes satélite y con la vista 3D hasta se pueden ver medianamente bien los edificios: el alumno recorrerá cada el itinerario con el plano digitalizado, se detendrá en los puntos señalados y podrá hacer uso de las fichas del itinerario para ver las fotos generales de los edificios y los detalles de las rocas. En función de cómo se le quiera evaluar se podrá añadir o quitar información de las fichas de itinerario para que el estudiante complete lo que falte y se lo entregue después al docente.

- Visual:

Podrá realizar el itinerario sin dificultad guiado por sus compañeros de equipo y haciendo uso del bastón, incluso, si así lo prefiere, podría llevarse el perro guía puesto que toda la actividad transcurre por el exterior.

Estas personas tienen limitaciones a la hora de identificar *de visu* las rocas, por ello se propone elaborar una guía especial en braille que pueda recoger los tipos principales de texturas aunque sea para identificarlas *grosso modo* mediante el tacto.

- Auditiva:

En principio no debe aparecer ningún problema que no se encuentre en el día a día de clase.

- **Estudiantes con altas capacidades:**

Entre los estudiantes con altas capacidades o estudiantes destacados en el ámbito de la geología pudiera ocurrir que dominasen hasta tal punto las técnicas de identificación visuales que la actividad no les suponga un gran reto. Como las tareas están planificadas por grupos, un elemento motivador puede ser proponerle que adquieran un rol de apoyo para sus compañeros

de equipo y facilitarles la tarea, siempre dejándoles participar y equivocarse para que también puedan aprender.

A mayores, se dispone del documento de caracterización científica de materiales (Anexo IV) que puede servir de apoyo al profesor para proponer a estos alumnos retos más allá de la identificación *de visu*, como por ejemplo: añadir una columna en sus tablas en las que tengan que proponer algún método alternativo para determinar el tipo de roca y sus componentes con más exactitud.

6. CONCLUSIONES

6. Conclusiones

Este trabajo, cumpliendo con los objetivos que se plantearon al comienzo, desarrolla una propuesta de intervención consistente en la utilización de un itinerario petrológico por la ciudad de Valladolid como recurso para la enseñanza de Geología en Bachillerato. Se han extraído una serie de conclusiones o más bien recapitulaciones, acordes al proceso de realización y al resultado final, que se exponen a continuación:

1. El itinerario petrológico resultante tiene un carácter inminentemente práctico y posibilita la aplicación y asimilación *in situ* de los conocimientos adquiridos por los alumnos en materia de Geología.
2. Los elementos petrológicos del entorno cercano han demostrado ser un recurso pedagógico a destacar en la enseñanza de la Geología, no sólo por su proximidad, si no por su diversidad y accesibilidad.
3. El planteamiento de una batería de actividades diversas aplicables durante el itinerario, dota de cierta versatilidad a esta propuesta y permite adaptarla en a las necesidades del profesor o a las características de cada clase.
4. Las actividades que se han planteado aprovechan el trabajo en equipo y el uso del “juego” a través de las gymkanas para mejorar la acción educativa: refrescan el proceso de enseñanza, simplifican el proceso de instrucción y refuerzan el proceso de aprendizaje.
5. Las TIC son un complemento perfecto para el itinerario, las actividades y la posterior evaluación, sirviendo además como una motivación extrínseca para el alumnado.

Por último, y a modo de cierre de este trabajo, conviene resaltar que la verdadera efectividad de esta propuesta, más allá de conjeturas, deberá testarse una vez se lleve a la práctica y se pueda observar la respuesta de los alumnos. Esta es la única manera en la que se podrán confirmar las posibles bondades de este trabajo y detectar las cosas a mejorar para modificarlas de cara al futuro.

7. BIBLIOGRAFÍA

7. Bibliografía

- CARRILLO, L., GISBERT, J., 1993. Pero... ¿hay rocas en la calle? Guía de rocas ornamentales de Zaragoza. Ayuntamiento de Zaragoza, Servicio de Medio Ambiente, Zaragoza. Cuaderno para el profesorado, 48 pp., Cuaderno para los alumnos y alumnas, 61 pp, Guía de rocas ornamentales de Zaragoza, 144 pp.
- CASTAÑO DE LUIS, R., GARCÍA ORTIZ, E., GARCÍA PARADA, L., MOLERO, J. y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E., 2011. Fósiles urbanos de León. Recorridos paleontológicos desde el Campus de Vegazana hasta el Albéitar. Oficina Verde, Universidad de León, León, 64 pp.
- CORNELLA i SOLANS, A., 2009. Fòssils urbans. Ilustre Col·legi Oficial de Geòlegs, Barcelona, 120 pp.
- DELGADO, J. 2014. Material didáctico para la enseñanza de la geología a través de itinerarios por las provincias de Zamora, Valladolid y Segovia. Ediciones Universidad de Valladolid, Valladolid, 152 pp.
- DELGADO, J., MEDINA, J., 2014. Propuesta didáctica para la enseñanza de la cristalografía a través de elementos ornamentales de edificios históricos de Salamanca, España. *Studia geologica salmanticensis*, ISSN 0211-8327, Vol. 48, Vol. 2, 2012, págs. 179-196
- DÍEZ-HERRERO, A., VEGAS SALAMANCA, J., 2011. De Roca a Roca. Descubre el patrimonio geológico de la ciudad de Segovia. Ayuntamiento de Segovia, Concejalía de Turismo, Segovia, 95 pp.
- FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E., BARBADILLO, P., CASTAÑO DE LUIS, R., MARCOS, A., PRECIADO, J.M. y SERRANO, E., 2012. Geoturismo en la ciudad de Burgos, una guía de geología urbana para todos los públicos. Ayuntamiento de Burgos, Burgos, 101 pp.
- FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. 2009. Ruta 7: Inmersión en los océanos fósiles. En: 50 rutas de autor para redescubrir León. Diario de León. Edilesa, León, 2 pp.
- FORT, R., (2006). Utilización de la Piedra Natural en Restauración. En: Utilización de rocas y minerales industriales (ed. M.A. García del Cura y J.C. Cañaveras). Ediciones Universidad de Alicante. Seminario de la Sociedad Española de Mineralogía, Vol. 2. 155-182.
- GARCÍA DE LOS RÍOS, J.I., BÁEZ J.M., 1994. La piedra en Castilla y León. Junta de Castilla y León.
- LASARTE, T. (2009). Itinerario urbano de interés científico. Rocas Ornamentales (Fichas de Rocas Ornamentales). <http://www.slideshare.net/Tomaslasarte/las-rocas-de-mi-ciudad>.


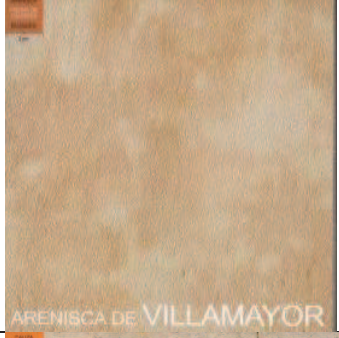


- MIRAS, A., ROMERO, A. J., APARICIO, P., 2012. Itinerario Urbano para el reconocimiento de rocas. Un nuevo recurso didáctico para la enseñanza de la Geología. Comunicación en congreso. Innatur. I Congreso internacional de innovación docente universitaria en Historia Natural.
- ORDEN ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.
- ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.
- ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.
- PEREIRA, M.D., JOVER, F., BLANCO, F. (2005). Geología "on the rocks". Un recorrido geológico por la hostelería del centro de Salamanca. "Kafka", 4, 15-34.
- PINACAL, 2010. Natural Stone in Castilla y León. Catálogo Ade/Excal. Junta de Castilla y León.
- REAL DECRETO 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- SIEMCALSA, 2008. La piedra Natural. En: Los Recursos Minerales de Castilla y León, de la Naturaleza a la Sociedad. Junta de Castilla y León.





ANEXOS





Anexos




Anexo I. Fichas de caracterización de Rocas Ornamentales

Información e imágenes extraídas de “La Piedra en CyL” elaborada por SIEMCALSA.

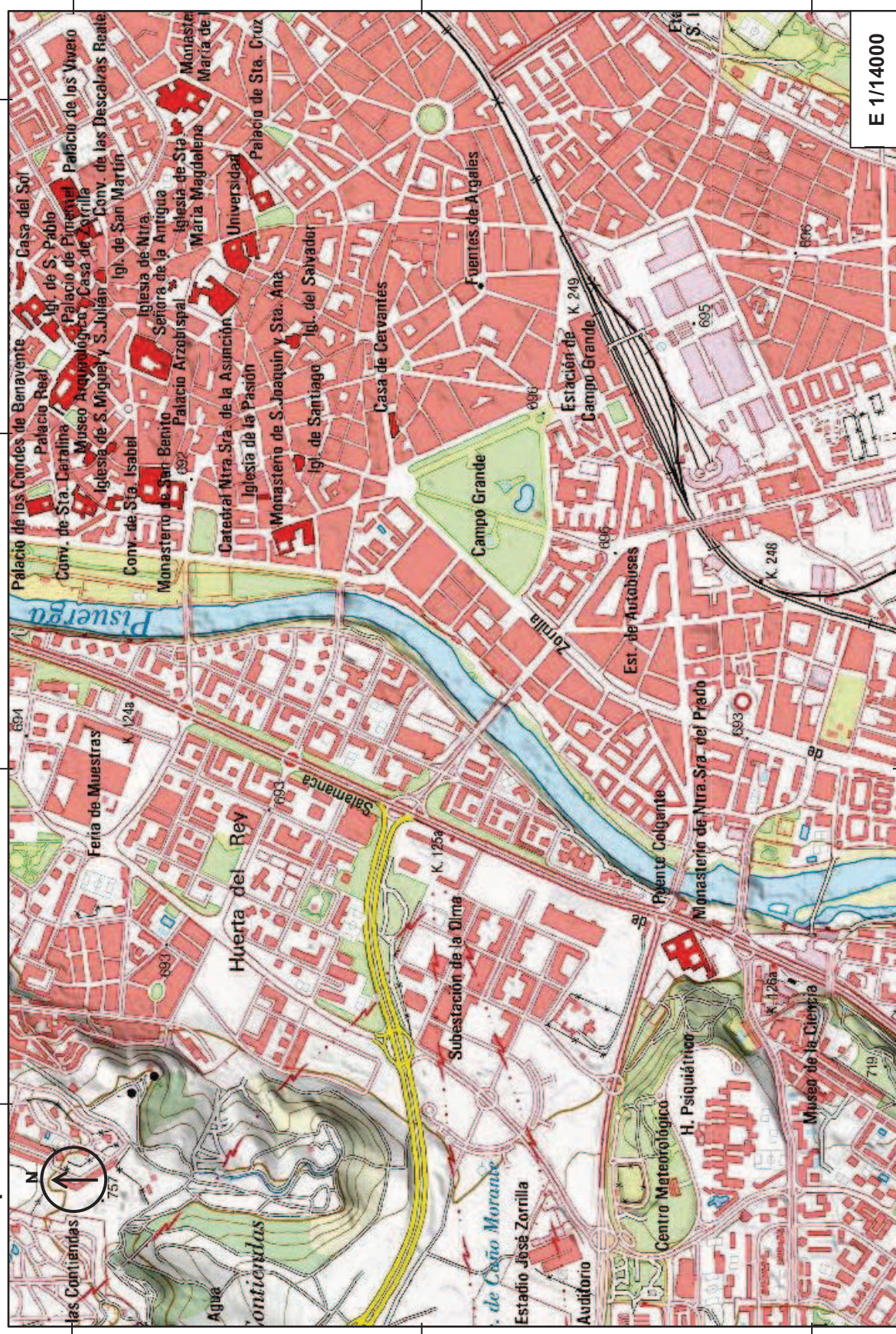
FICHA ROCAS ORNAMENTALES					
Nombre comercial	Clasificación	Imagen	Descripción	Situación	
ARENISCAS	Arenisca de Aguilar	Cuarzarenita		Es una arenisca de grano fino-medio uniforme, algo deleznable al tacto, de tonos claros amarillentos, grises o sonrosados. Composición 85% granos cuarzo, filosilicatos y óxidos de hierro. Período cretácico.	Quintanilla de las Torres (Pa)
	Arenisca de Villamayor	Arenisca feldespática-arcosa		Por lo general, de grano fino-medio, deleznable al tacto, con coloraciones entre blanco-amarillento y pardo-rojizas según contenido óxidos de hierro. Composición cuarzo (40-70%), feldespatos (10-30%), micas y matriz arcillas (10-20%). Período paleógeno.	Villamayor de la Armuña (Sa)
CALIZAS	Caliza Alcor	Wackestone bioclástica		Roca caliza oquerosa, tonos cremas y oquedades más oscuras (ocre-marrón). Época: Mioceno [Cenozoico]	Villalba de los Alcores (Va)
	Piedra de Campaspero	Dismicrita (micrita fosilífera)		Caliza compacta, blanco-grisácea y ligeramente oquerosa. Época: Mioceno (Edad: Turolense) [Cenozoico]	Campaspero (Va)

FICHA ROCAS ORNAMENTALES					
Nombre comercial		Clasificación	Imagen	Descripción	Situación
CUARCITAS	Cuarcita Bernardos	Cuarcita esquistosa	 CUARCITA DE BERNARDOS	Roca metamórfica, dura y lajosa, de tonos óxidos, grises y rojizos. Composición: granos finos de cuarzo y micas. Período: Ordovícico [Paleozoico]	Domingo García (Sg)
	Cuarcita de Lucillo	Cuarcita	 CUARCITA DE LUCILLO	Cuarcita lajosa, dura, de tonos grises y óxidos. Composición: cuarzo, filosilicatos y óxidos de hierro. Período: Ordovícico – Cámbrico [Paleozoico]	Lucillo (Le)
GNEISES	Piedra de Sanabria	Gneiss milonítico	 PIEDRA DE SANABRIA	Gneiss de grano fino-medio, de tono gris verdoso con jaspeados marrones. Composición: cuarzo, plagioclasas, biotita, clorita, moscovita, feldespato potásico y otros. Período: Cámbrico [Paleozoico].	Trefacio (Za)
GRANITOS	Azul Noche	Monzogranito	 AZUL NOCHE	Granito heterogéneo de anatexia de grano medio-grueso, de color gris oscuro ligeramente azulado, con megacristales de feldespato más claros. Composición: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, biotita y moscovita.	Junciana (Av)

FICHA ROCAS ORNAMENTALES					
Nombre comercial		Clasificación	Imagen	Descripción	Situación
GRANITOS	Gris Ávila	Granito biotítico		Granito de grano fino-medio uniforme y color gris claro homogéneo. Composición: Cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita.	Martínez (Av)
	Gris Mezquita	Granito		Granito de dos micas, de grano medio, uniforme y de color gris claro. Composición: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas y micas.	San Ciprián de Hermisende (Za)
	Gris de Cardeñosa	Monzogranito		Granito biotítico-adamellita, de grano medio-grueso con tendencia porfiroide y color gris claro. Composición: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y moscovita.	Cardeñosa (Av)
MÁRMOLES	Crema/ Verde Monreal	Mármol		Calizas dolomitizadas (micrita y doloesparita), con fuerte recristalización. Rocas duras. Período: Cámbrico [Paleozoico].	Casafranca (Sa)

FICHA ROCAS ORNAMENTALES					
Nombre comercial		Clasificación	Imagen	Descripción	Situación
MÁRMOL	Travertino Crema Páramo	Wackestone bioclástica	 TRAVERTINO CREMA PÁRAMO	Caliza dura y oquerosa, de color crema-marrón claro. Época: Mioceno [Cenozoico]	Villalba de los Alcores (Va)
	Pizarra de Bernardos	Pizarra	 PIZARRA DE BERNARDOS	Roca pizarra dura, de color gris oscuro y una superficie de lajado fibrosa. Composición: filosilicatos y cuarzo.	Bernardos (Sg)
	Pizarra multicolor	Pizarra	 PIZARRA MULTICOLOR	Pizarras de tonos rojizos, ocre, amarillentos y grisáceos, con abundantes óxidos de hierro. Cámbrico [Paleozoico]	Bernardos (Sg) y Castillejo de Martín Viejo (Sa)

Anexo II. Mapa de la ciudad de Valladolid.



Guillermo Jové Alcalde
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID – FACULTAD DE EDUCACIÓN Y TRABAJO SOCIAL
Máster Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas

Anexo III. Tabla resumen de los puntos itinerario

FICHA RESUMEN ITINERARIO					
Punto	Ubicación	Componentes de la roca (tamaño, forma, color,...)	Coloración de la roca	Tipo de roca/ acabado/ área procedencia	Dibujo esquemático detalles
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Anexo IV. Análisis y caracterización científica de rocas ornamentales

Un buen ejemplo de caracterización y análisis de las rocas ornamentales, es el utilizado en los procesos de conservación y restauración de edificios emblemáticos que constituyen parte del patrimonio histórico y cultural, uno de los principales legados –heredados del pasado–, que debemos preservar en el presente para disfrute de las generaciones futuras.

Para este propósito, conservadores, restauradores, curadores, historiadores del arte y científicos combinan sus esfuerzos, en una actividad pluridisciplinar que tiene como objetivo el análisis y la caracterización de los diversos materiales que componen estos bienes culturales arqueológicos, históricos o monumentos y bienes de interés cultural. Por esta razón, la ciencia de la conservación ha ido desarrollando metodologías de estudio científico de los objetos y los procedimientos que aseguren la protección de los bienes culturales. La aplicación de las ciencias para hacer frente a los problemas y preguntas de la arqueología, la historia, y la conservación del patrimonio se remonta al s XVIII. El primer laboratorio especializado dedicado a este tipo de trabajo se estableció en 1888: Laboratorio de Química del Museo Real de Berlín, hoy en día el Rathgen-Forschungslabor. Este laboratorio fue creado según la idea de *que el enfoque científico de los bienes culturales siempre es accesorio a la aproximación hecha por el historiador del arte y el conservador*, pero es muy útil conceptualmente para enfocar que se debe analizar y como se aborda la caracterización de un edificio histórico monumental constituido por materiales pétreos ornamentales.

Actualmente, las disciplinas científicas juegan un papel esencial en la caracterización morfológica y físico-química de los materiales de estos monumentos históricos y con ello se posibilita, entre otras, la datación de restos arqueológicos, elucidación de la fecha de manufactura, reconocimiento de intervenciones y determinación del período histórico en el que se efectuaron, autenticación, estado de conservación, etc. Derivado de los datos analíticos, directamente se determina el estado de conservación del objeto, así como las causas y mecanismos de su deterioro. Este conocimiento fundamental, es útil para definir los protocolos de actuación más adecuados que eviten la degradación del edificio, y las técnicas de intervención, tratamientos de conservación y de preservación en las mejores condiciones posibles. Por último, a partir de los datos científicos se desarrolla un control analítico riguroso del proceso de intervención.

Las pautas de actuación de un proceso de conservación responden a protocolos de trabajo que hacen uso de técnicas de análisis que aseguren:

- La determinación de la composición y origen de la roca utilizada.
- El diagnóstico del daño que presenta el monumento.
- El análisis de las zonas alteradas y determinación de componentes formados durante el proceso de alteración.
- Calcular alcance del daño y velocidad de propagación.
- La determinación de las causas que producen el deterioro.

- El establecer las medidas reparadoras y a evitar su reaparición.
- Los ensayos de protección de la obra una vez realizada la intervención.

Así pues, la caracterización de superficies de bienes culturales de valor histórico o arqueológico patrimonial está destinada a establecer, de modo científico y sistemático, la estructura material de la obra, su estado de conservación y las adiciones producidas en restauraciones precedentes.

En este marco de actuación, la caracterización completa de la roca ornamental aborda la determinación de la composición química elemental cualitativa y cuantitativa, su distribución en fases componentes y las características y propiedades físicas y estructurales del material. La mayoría de estas mediciones se puede llevar a cabo mediante el uso de dos paquetes de técnicas de análisis instrumental: técnicas para la caracterización morfológica de la superficie y técnicas para la caracterización mineral y físico-química del material. El conjunto de ambas proporcionan la información necesaria para la caracterización completa de la obra y son las técnicas que actualmente se usan en la conservación de obras de arte y del patrimonio histórico artístico y monumental.

Para el estudio de los aspectos morfológicos, normalmente se utiliza la microscopía óptica, (MO) y microscopía electrónica de barrido (SEM). Su estudio combinado evaluará textura, perfil superficial, porosidad y su distribución, discontinuidades, divisiones, falta de homogeneidad, anisotropías, inclusiones, etc. Los estudios estratigráficos con óptica tipo Nomarsky y microscopía de epifluorescencia revelará la presencia y distribución de fases orgánica y poliméricas utilizadas como consolidantes, barnices y otros revestimientos similares, en tratamientos precedentes y que generan sistemas multi-capa. Finalmente, la SEM es utilizada para la caracterización microestructural de la superficie debido a su alto poder de resolución, con magnificaciones de hasta $\times 10^5$. Existen otras técnicas que pueden completar los resultados suministrados por los análisis microscópicos, y en este sentido, la Microscopía por salto de Fase (PSM) se utiliza para medir la rugosidad de la superficie y determinar la topografía superficial del material. También los estudios colorimétricos permiten determinar la evolución cromática superficial, como función de la composición mineral, la antigüedad y el origen o procedencia de las muestras.

Las técnicas instrumentales más comunes para la determinación petrográfica, mineral, físico-química y determinación química estructural son, en general, de carácter difractométrico y espectroscópico. Se utiliza Difracción de rayos X (DRX-método de polvo), para identificar las especies minerales presentes en las fases sólidas analizadas y su grado de cristalinidad. Además, el uso de la fluorescencia de rayos X (XRF) o energía dispersiva de rayos X (ESEM-EDX), permite determinar cualitativa y semi-cuantitativa la composición química elemental del material analizado a escala submicroscópica. Técnicas de calorimetría como termogravimetría (TG) y calorimetría diferencial de barrido (DSC), sirven para identificar las alteraciones provocadas por la presencia de agua en el material. Las técnicas espectroscópicas como el infrarrojo por transformada de Fourier de reflectancia total atenuada (FTIR-ATR) y la espectroscopia Raman, proporcionan la estructura dinámica vibracional y

por tanto los grupos moleculares e iónicos presentes en el objeto estudiado. Estas técnicas se complementan con otras de análisis de luminiscencia, como Catodoluminiscencia (CL) acoplada a microscopía electrónica de barrido, que se convierte, en una poderosa herramienta para determinar defectos estructurales que pueden evolucionar hacia daños estructurales irreversibles. Por último, la utilización de la espectroscopia óptica de emisión con ruptura dieléctrica inducida por láser (LIBS) y sus posibilidades fotoacústicas permiten el análisis de la capas superficiales y el control químico elemental cuali- y cuantitativo de modo dinámico, siendo una de las técnicas más adecuadas para el control de los procesos de limpieza y conservación de obras de arte.

La historia documental escrita y las diferentes actuaciones sobre monumentos emblemáticos de Valladolid, que han comportado una caracterización y análisis del tipo de rocas ornamentales que los constituyen nos permite mostrar como se efectúa una caracterización de este tipo y/o se determina el lugar de procedencia.

Fachada de la Universidad de Valladolid

La piedra de la Fachada de la Universidad procede del derribo de un palacio en Santovenia, acarreándose la piedra por portadores con carros, procedentes de Hontoria, jurisdicción soriana de San Leonardo. Es considerada una de las más significativas obras de carácter civil del barroco español: *“en el año de 1715 por el mes de Octubre, se comenzó la obra de la Universidad, la fachada y nuevos generales; ejecutaron la obra de la fachada y nuevos generales Fr. Pedro de S... religioso carmelita descalzo; la escultura y demás adornos de talla los ejecutaron Narciso Tomé y su hermano Diego Tomé, naturales de la ciudad de Toro; quedó la obra muy lucida”*.



La piedra fundamentalmente procede de las canteras de Campaspero¹, dado que nos hallamos ante una obra de cantería, del tipo de sillar, por esta razón no servía la

¹ <http://artevalladolid.blogspot.com.es/2012/05/la-fachada-de-la-universidad-de.html>

pedra de los páramos próximos, como los de Villanubla y Montes Torozos. Campaspero facilitaba una piedra con pocos agujeros, apta para labores escultóricas. Para la obra escultórica realizada por los Tomé se empleó piedra escogida en las canteras de Castrojimeno (Segovia). De primero de julio de 1716 es una partida a favor de Santiago González, “por la piedra de Castrojimeno, de las piedras de estatuas, escudos y capiteles”. El citado maestro fue el encargado de transportar desde Castrojimeno los bloques de piedra para las catorce estatuas, según se ven en las cuentas de 6 de diciembre de 1716, y los bloques quedaban descargados en la plaza de Santa María. Los Tomé instalaron el taller escultórico en el General, que estaba justo detrás de la fachada, destinada a la Cátedra de Scoto, recién creada. Es natural, por cuanto se trataba de aplicar decoración de relieve a las partes ya levantadas que escultura y “talla” corrieron parejas. Para el atrio o lonja se realiza la extracción de bloques en 1724, trayéndose de las canteras de Campaspero.

Fachada de la Iglesia de San Pablo

El monasterio de San Pablo fue fundado por la reina Violante, esposa de Alfonso X, en el año 1276. La construcción de la iglesia actual la sufragó Fray Juan de



Fachada de la Iglesia de San Pablo, tras la última restauración del año 2009.

Torquemada entre los años 1445 y 1468, a su muerte las continuó con una importante remodelación el obispo de Palencia Fray Alonso de Burgos. Su fachada es una de las más espectaculares de la ciudad y en ella intervino Simón de Colonia hacia 1486. En 1600 el duque de Lerma reformó la parte superior de la fachada, siguiendo el estilo plateresco, y añadió las torres campanario que la flanquean, rompiendo la armonía de proporciones que acercaba esta fachada a la del cercano Colegio de San Gregorio.

Esta fachada fue objeto de una limpieza en 1985 y de su restauración integral entre 2004 y 2009, siendo descubierta en septiembre de este último año con el mismo aspecto que conociera el

Duque de Lerma². Construida con piedra caliza de Campaspero y Hontoria, la humedad estaba acabando, con ella debido a sus propiedades características de ser una piedra muy permeable y blanda que absorbe con facilidad agua, tanto de

² <http://sanpabloysangregorio.dominicos.es>

Guillermo Jové Alcalde

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID – FACULTAD DE EDUCACIÓN Y TRABAJO SOCIAL

Máster Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas

escorrentías como por capilaridad y absorción de los niveles freáticos más superficiales.

Fachada del Museo Nacional “Colegio de San Gregorio”

El Colegio San Gregorio fue fundado, con Bula Papal de Inocencio VIII en 1487, por el dominico fray Alonso de Burgos, obispo de Córdoba, Cuenca y Palencia y confesor de los Reyes Católicos, como centro de estudios teológicos de la Orden dominica en un momento de profundas reformas políticas y espirituales en toda Europa, y aceptado como patronato real por Isabel la Católica en 1500, tras la muerte del fundador.

La fachada destaca por su grandiosidad con su abundante decoración, centrada ésta sobre todo en la portada, la cual destaca por el preciosismo de su abundante



Fachada del Museo Nacional “Colegio de San Gregorio” de Valladolid.

ornamentación. Tanto es así que ha sido calificada como un retablo de piedra al aire libre³. Al igual que el edificio, fue encargada por Fray Alonso de Burgos, y parece que fue concluida hacia el año 1499. Si bien se desconoce quién fue el autor de la fachada, ya que apenas hay documentación, pero todo apunta a que sería el escultor castellano Gil de Siloé, siendo suyo el diseño de la fachada y la ejecución de la obra fruto de los trabajadores de su taller. Se trata de una fachada de tipo telón, también denominada de estructura de retablo, siendo uno de los mejores ejemplos del gótico isabelino. Se compartimenta a base de elementos vegetales que recuerdan a arcos triunfales. Parece que todos los motivos que componen la fachada tienen una gran carga simbólica, pero su explicación entraña una gran dificultad, ya que hay que realizar su estudio de manera individual pero a su vez tratar de encontrar

una significación en su conjunto. Al igual que la fachada de la iglesia de San Pablo, fue construida con piedra caliza de Campaspero y Hontoria.

³ <http://museoescultura.mcu.es/museo/edificios/colegioDeSanGregorio.html>

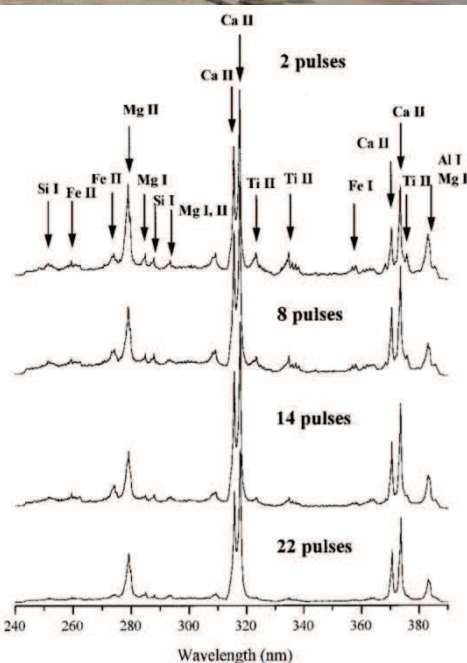
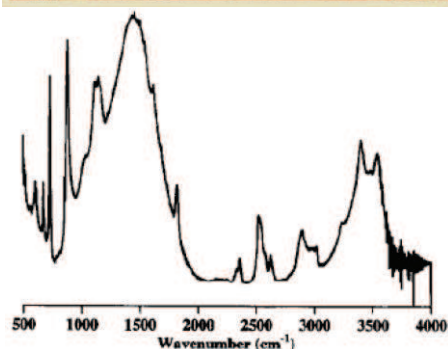
Guillermo Jové Alcalde

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID – FACULTAD DE EDUCACIÓN Y TRABAJO SOCIAL

Máster Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas

Fachada del Palacio de Santa Cruz (Rectorado de la Universidad de Valladolid)

El Colegio de Santa Cruz fue fundado en 1479 por el cardenal Pedro González de Mendoza. Los primeros trabajos de la edificación del Palacio se llevan a cabo en 1487, siendo Pedro Polido el encargado de la dirección. Sin embargo, los planteamientos de estética gótica expuestos por este maestro de obras no fueron del agrado del cardenal por lo que se le dio un giro hacia el estilo renacentista tan del gusto del prelado, convirtiéndose en el primer edificio español en el que aparecen elementos del nuevo estilo. Lorenzo Vázquez de Segovia será el encargado de poner en práctica los planteamientos italianizantes.



Fachada del Palacio de Santa Cruz, de Valladolid. Espectros FTIR de la roca ornamental y control on-line mediante LIBS del proceso de limpieza del cuerpo principal de la portada.

El palacio sufrió diversas reformas posteriormente, destacando los añadidos neoclásicos que ejecutó Ventura Rodríguez en 1768, sustituyendo los ventanales góticos por los actuales. En la fachada destaca el tramo central, entre pilastras y columnas adornadas con grutescos, donde encontramos el típico almohadillado italiano y los escudos reales y de la familia Mendoza, con un arco de medio punto coronado con el relieve del Cardenal arrodillado ante santa Elena. El acceso al colegio se realiza a través de un zaguán cubierto con bóveda de crucería cuyos nervios descansan en figuras de ángeles. Ya en el interior sobresale el patio, con tres pisos de arquerías de medio punto, sufriendo también modificaciones en el siglo XVIII ya que se cambió la balaustrada del último piso; la Biblioteca, donde se conserva el famoso Beato de Valcavado; y la Capilla, lugar donde se venera El Cristo de la Luz, sensacional talla de Gregorio Fernández.

En la actualidad, el Palacio es la sede del Rectorado y diversos órganos administrativos de la Universidad de Valladolid. Ha sido restaurado en los últimos años, y fue parte del proyecto "Piloto Urbano" de la Unión Europea en el que se utilizó por primera vez en Valladolid la desincrustación fotónica laser, para la limpieza del cuerpo central de la fachada principal⁴. Las fases mineralógicas que forman estas muestras fueron determinadas por Microscopia óptica y electrónica de barrido, difracción de rayos-X, FTIR-ATR y Raman en modo microscópico⁵. Se trata de una dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, de carácter micrítico con pequeñas cantidades de yeso, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, -fruto de alteración por lluvia acida a costra negra- y cuarzo, SiO_2 . También aparecen patinas de alumbre potásico introducidas como repintes de homogenización cromática en procesos de restauración precedentes.

Fachada del Colegio de San Ambrosio (Colegio de Escoceses)

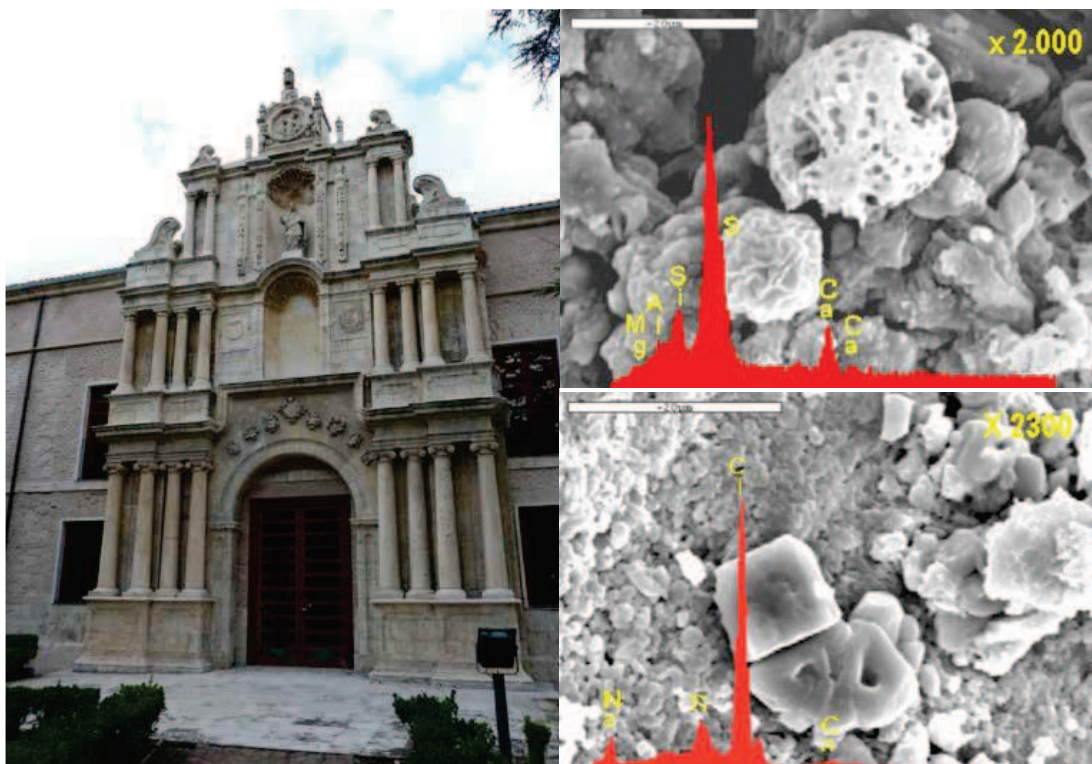
Constituye la fachada principal del Colegio de Escoceses -Colegio de San Ambrosio- fundado por los jesuitas en 1543, en unas casas del mayorazgo de María Ana de la Cuadra y Avellaneda. Su finalidad era la de formar sacerdotes católicos de origen escocés para enviarlos a predicar el catolicismo en la Escocia ocupada por la protestante Inglaterra. Surgió como segundo colegio de la Compañía de Jesús en Valladolid. Estaba situado en la calle Santuario, Las instalaciones del colegio eran muy modestas, hasta que en 1585 recibió un generoso mecenazgo del vallisoletano Diego Romano, obispo de Tlaxcala en Nueva España (Méjico). El conjunto de la Iglesia y del colegio se comenzó a edificar hacia 1610, según las trazas de Francisco de Praves, gracias a Diego Romano, quién dispuso su enterramiento y el de su familia en la capilla mayor.

Tras la expulsión de los jesuitas de España en 1767, el 18 de noviembre de 1775, la iglesia del colegio pasó a servir como parroquia de San Esteban el Real, quitando todos los emblemas de la Compañía de Jesús y se colocó en la fachada el escudo real de Carlos III. Actualmente la fachada del colegio tiene dos portadas que en su día

⁴ I. I. Gobernado-Mitre, A. C. Prieto, V. Zafropoulos, Y. Spetsidou, and C. Fotakis. *Applied Spectroscopy*, 51-8 (1997) 1125-1129

⁵ I. Gobernado-Mitre, J. Medina, B. Calvo, A.C. Prieto, L.A. Leal b, B. Pérez, F. Marcos, A.M. de Frutos. *Applied Surface Science* 96-98 (1996) 474-478

pertenecieron a casas señoriales del siglo XVI. El colegio sufrió un incendio en 1927, tras el cual su portada barroca fue trasladada a su actual emplazamiento, un lateral del jardín del palacio de Santa Cruz, constituyendo un buen ejemplo de portada de tipo columnario. Está constituido por piedra caliza, posiblemente procedente de Campaspero. En la imagen previa se muestran la fachada en su actual ubicación junto a dos micrografías de microscopía electrónica de barrido con espectros de dispersión de rayos-X (SEM+EDX), correspondientes a una esfera de ceniza de 20 mm de diámetro y a un cristal de NaCl, que formaban parte de la costra negra depositada en la superficie de calcita de la fachada, por efecto de la contaminación ambiental⁶.



Fachada del Colegio de San Ambrosio e imágenes SEM+EDX de muestras de costra negra, previas a su última limpieza y restauración.

S.I.M. Catedral de Valladolid

La antigua colegiala vallisoletana es el origen de la actual catedral⁷. Nacida en la época de la repoblación bajo medieval cuando Alfonso VI de Castilla concede el señorío de Castilla al conde Ansúrez. El primer señor de la villa decidió dedicar una iglesia a Santa María, cabeza religiosa de su feudo. Para su construcción se apoyó en la reformada orden de los Cluniacenses. En el año 1100 el conde Ansúrez hizo donación de la colegiala a su primer Abad. Ya estaba construido un edificio de estilo románico. Debía resultar insuficiente, por eso se edificó la segunda colegiala que supuso la destrucción de la primera, salvo su torre que aun hoy en se conserva

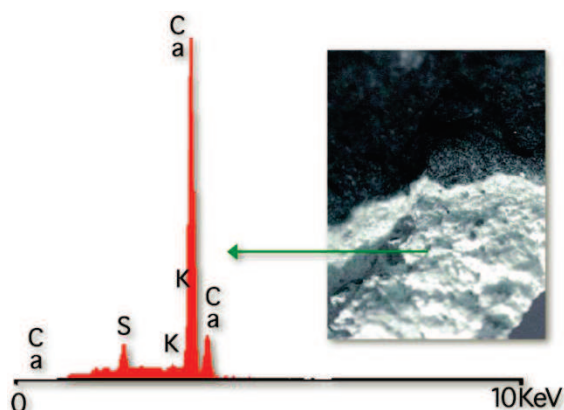
⁶ Informe técnico confidencial del Dr. Prieto Colorado, al taller de restauración "Carmen Santamaría" y a la Universidad de Valladolid

⁷ http://www.archivalladolid.org/la_catedral_de_valladolid.htm

parcialmente. El cabildo decidió construir otra colegiala aún más grandiosa, pero no midieron sus fuerzas. El proyecto corrió a cargo de arquitectos prestigiosos como Gil de Hontañón o Diego de Riaño. No se conocen los motivos por los que quedó inconcluso el proyecto.

En el siglo XVI surge la idea de Felipe II de construir en su ciudad natal una catedral, bajo la planificación de su arquitecto, Juan de Herrera. La obra comenzó en Enero de 1589, utilizando como material la piedra de la colegiala edificada por Riaño-Hontañón. El proyecto de la obra quedó sin terminar y nunca se realizó la planta trazada por Herrera, debido principalmente a la falta de recursos económicos. Poco después se desplazó desde Salamanca A. Churriguera para continuar con la fachada principal. En 1746 comienza a haber problemas con la torre, que conducen a su caída definitiva en 1841. El último incidente se produjo en 1922 cuando la cantera utilizada para construir lo que restaba de catedral fue la propia catedral. La fachada de los pies es la fachada principal. Está resuelta como un monumental arco de triunfo, elemento romano esparcido por Italia y que fue copiado en multitud de edificios del siglo XVI.

Se distribuye en tres cuerpos bien definidos. El primer cuerpo presenta cuatro columnas y en los intercolumnios, dos hornacinas con San Pedro y San Pablo. En el centro y enmarcando la puerta de entrada hay un arco de medio punto en cuyo tímpano está la Virgen de la Asunción, titular de la catedral. Sobre los capiteles de las cuatro columnas hay un arquitrabe, friso y cornisa, que sirve de separación con el segundo cuerpo. Este fue levantado según las trazas de Churriguera. Tiene las mismas medidas en altura que el primero. Está formado por una balaustrada interrumpida en los lados por cuatro pedestales perpendiculares a las columnas del primer piso. Sobre estos pedestales se asientan las estatuas en piedra de los cuatro doctores de la Iglesia latina: San Agustín, San Ambrosio, San Gregorio y San Jerónimo. Por último existe un tercer cuerpo concebido como frontón en cuyo centro se halla un escudo sostenido por dos ángeles con las iniciales de María. El tejadillo del frontón está rematado con cuatro pilastras barrocas más otra mayor sobre el vértice que a su vez sostiene una cruz de hierro forjado.



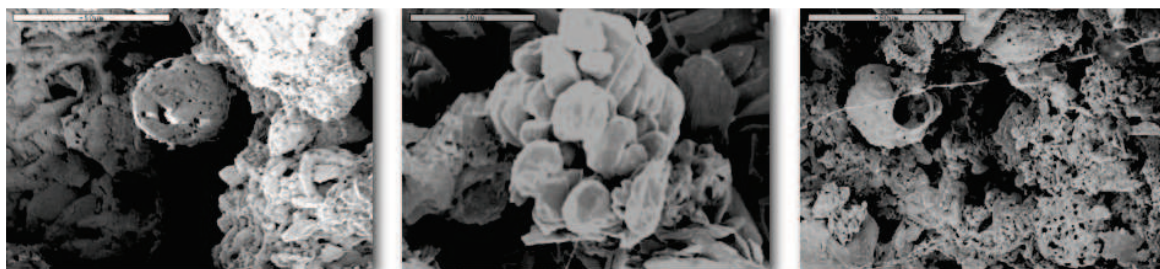


Imagen de San Agustín, con muestras de descarnación y presencia de costra negra, previa a su limpieza y restauración. Control químico elemental mediante SEM+EDX del proceso de limpieza laser sobre probetas extraída de la figura de San Agustín. Muestras “costra negra” con una partícula esférica procedente de la combustión incompleta de fuel-oil, agregados microcristalinos ricos en Si y una partícula esférica procedente de la combustión de madera.

La última restauración efectuada a finales de los años 90, nos sirve para caracterizar la piedra utilizada en su fachada y decoración⁸. En la fachada se diferencian dos tipos característicos de calcita, el más abundante corresponde a biomicritas con rellenos cársticos y abundantes restos de gasterópodos, ostrácodos y oogonios de caráceas, posiblemente micríticas de Villanubla⁹. La otra variedad es también una caliza que petrográficamente puede ser clasificada como microesparita. Se trata de caliza de paramo, en buena medida traída desde Campaspero, y sobre todo en la fase en que Diego de Praves y su hijo Francisco fueron los maestros de obra¹⁰.

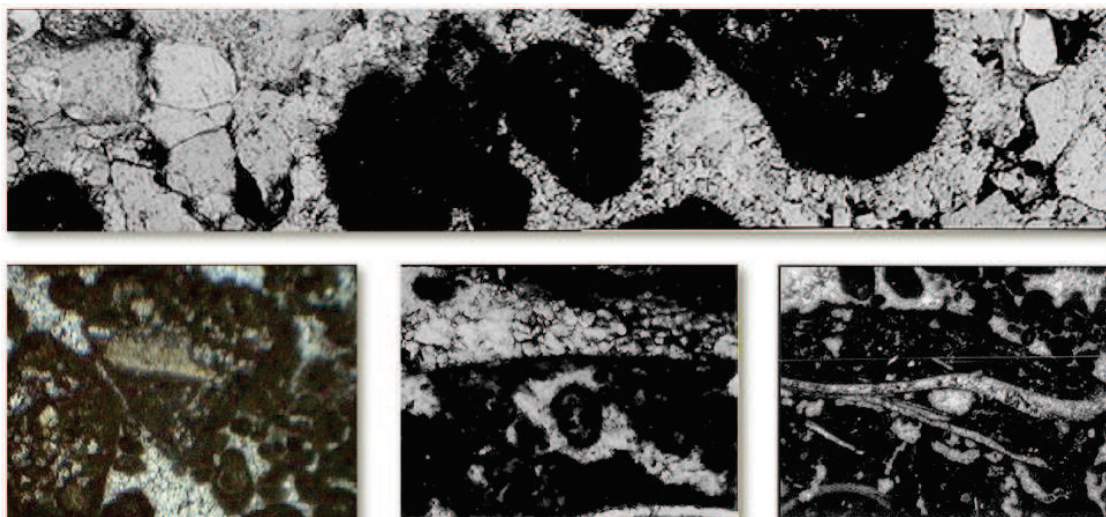
Fachada de la Comendadoras de Santa Cruz (“Las Francesas”)



⁸ Informe técnico confidencial del Dr. Prieto Colorado, al la empresa de restauración y conservación “Cabero Edificaciones S.A.” y al Centro de Tecnología Laser del Parque Tecnológico de la J. de C. y L.

⁹ R. Fort, M.C. López de Azcona, F. Mingarro. *Materiales de Construcción*, 50, 258 (2000) 37-50

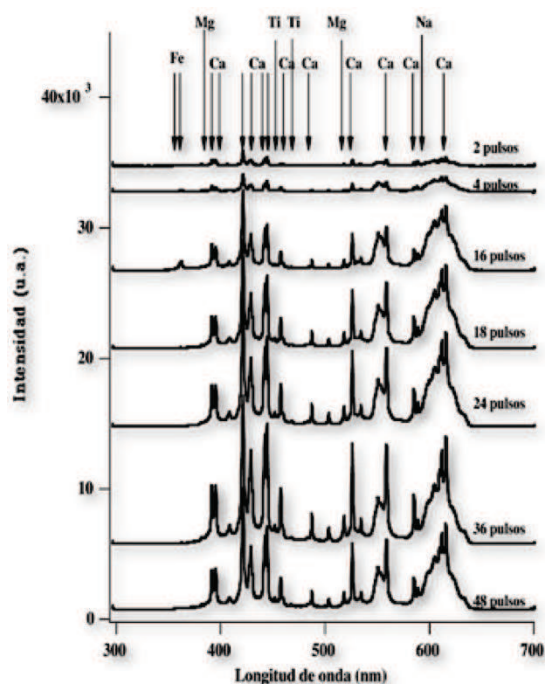
¹⁰ http://enciclopedia.us.es/index.php/Catedral_de_Nuestra_Señora_de_la_Asunción_de_Valladolid



Fachada de la Iglesia de las Comendadoras de Santa Cruz –sala de exposiciones de “Las Francesas”- y detalle de la muestra testigo del tratamiento de limpieza con tecnología láser. Las imágenes inferiores muestran micrografías obtenidas con óptica tipo Nomarski de láminas delgadas, procedentes de la fachada.

Fundado en 1487, según Canesi, como convento de Santa Cruz, de las Comendadoras de Santiago, por D^a. María de Zúñiga y D^a. María de Fonseca, para lo cual donaron sus casas en la entonces llamada calle del Campo. La fachada de la calle Santiago, que era la entrada al convento, es adintelada y construida en piedra, obra del arquitecto Francisco de la Mora. El claustro de tres pisos es lo único que se conserva de la primitiva construcción y fue realizado en 1537 por el arquitecto Fernando de Entrambasaguas. Los tres pisos tienen antepechos de diseño gótico-mudéjar. Es conocido popularmente como "patio de las tabas" debido a la decoración de sus suelos.

La iglesia, renovada en 1734, es de una sola nave, con bóveda de cañón y cubierta con yeserías barrocas. En 1865, el convento pasó a Las Salesas y posteriormente a las monjas dominicas francesas cuando estas se instalaron en Valladolid. Actualmente el claustro se ha rehabilitado y se emplea como zona comercial y la iglesia alberga la Sala de Exposiciones Municipal de “Las Francesas”. Del examen microscópico se desprende que la roca está constituida casi en exclusiva por calcita, CaCO_3 , formando una caliza de tipo sedimentario, cuya procedencia no está determinada. Se trata de una oosparita con un porcentaje de ooides superior al 25%, una buena clasificación textural de tipo bioesparítica, con tamaño de grano homogéneo y porosidad interpartícula. Se han encontrado también restos de bioclastos y material detrítico (restos fósiles) que indican un posible origen de tipo orgánico de los carbonatos. Los análisis mediante difracción de rayos-X, permitió atribuir la presencia de tres tipos de fases minerales: calcita, como material mayoritario, yeso –producto de alteración medioambiental- y cuarzo.



Sistema LIBS para limpieza y control on-line del proceso de desincrustación fotónica de muestras procedentes de la fachada de la iglesia de las Comendadoras de Santa Cruz, de Valladolid.

Fachada de la Estación del Norte “Campo Grande” de Valladolid

La estación Campo Grande o del Norte en Valladolid fue proyectada por Enrique Grasset y Echevarría y Salvador Armagnac siendo una en segunda versión corregida, aprobada en mayo de 1891. La realización del edificio concluyó en octubre de 1895, en un lugar donde antes tan solo había un simple apeadero para dar la oportunidad a los viajeros de subir y bajar del tren. Componía el proyecto un pabellón central, dos cuerpos laterales y dos pabellones extremos, siguiendo el esquema típico de las estaciones de la Compañía del Norte. Tres grandes puertas bajo arcos de medio punto se abren en el pabellón central, divididas por pilastras gemelas sobresalientes del paramento de la fachada y sostenidas dos a dos por un zócalo.

La conjunción piedra-ladrillo domina la fachada. Sillería en el cuerpo central, y cadenetas en los flancos de todos los pabellones, piedra también en las embocaduras de puertas y ventanas; lo demás, ladrillo prensado. Y en el frontispicio y a ambos lados del escudo de la ciudad, jalonan las esculturas de la Agricultura y de la Industria, obra del escultor Ángel Díaz. La piedra de su fachada tiene una composición mayoritaria de dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, con cuarzo, SiO_2 , como elemento minoritario y trazas de feldespato potásico, posiblemente procedente de una antigua cantera de Vegas de Matute (Segovia)¹¹.

¹¹ Informe técnico confidencial facilitado por los Drs. Medina García y del Valle González

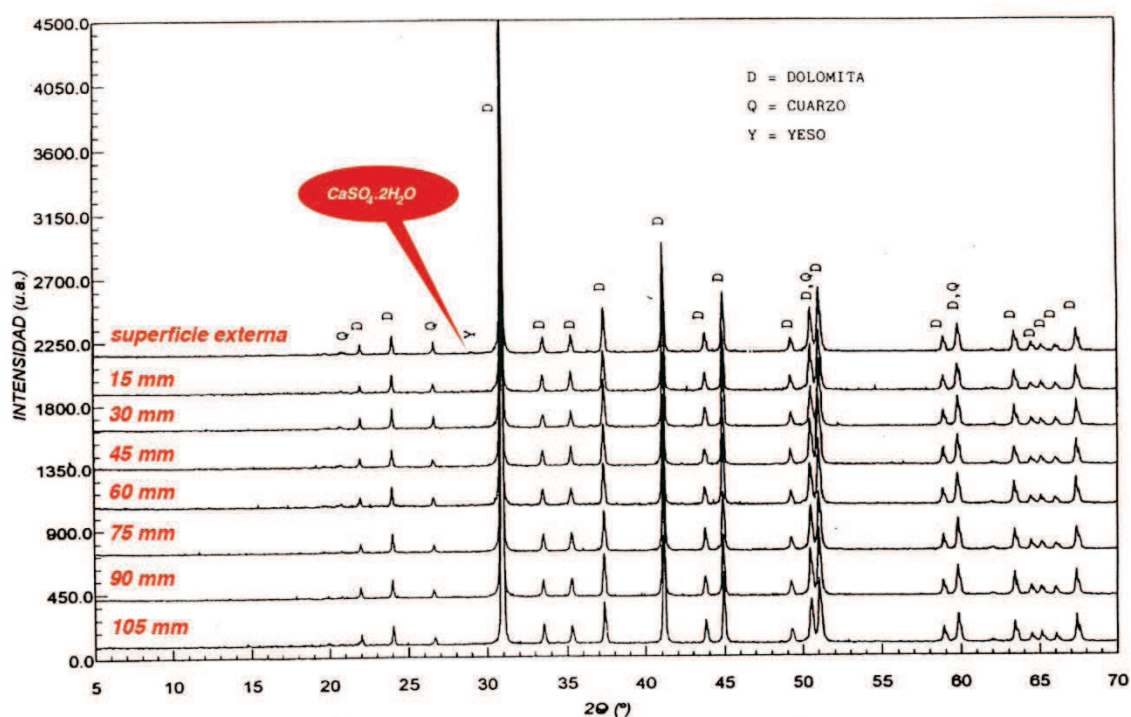
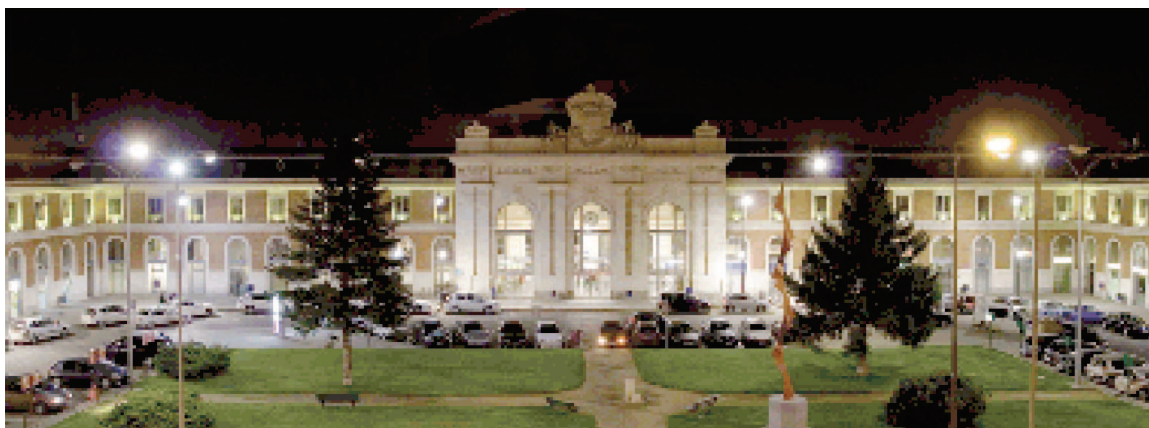


Imagen actual de la Estación "Campo Grande", de Valladolid y perfil de difractogramas Debye-Scherrer de rayos-X, espaciados cada 15 mm a lo largo de una probeta de 115 mm de longitud total, procedente de la fachada de la Estación del Norte "Campo Grande", de Valladolid.

Se efectuó un perfil analítico de DRX en una probeta de 115 mm de espesor extraída de la fachada dolomítica de la Estación del Norte, para ver el alcance de las costras salinas y la potencia real del deterioro por efecto de la lluvia acida. Los difractogramas están espaciados cada 15 mm, observándose que la alteración a yeso $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, solo alcanza a las partes externas y más superficiales de la roca dolomítica.