

**LOS RECURSOS DIDÁCTICOS DEL CORREDOR "VÍA DE LA PLATA" EN EXTREMADURA: UNA PROPUESTA DE SU ENSEÑANZA EN RELACIÓN CON LAS CIENCIAS DE LA TIERRA**

**Eduardo Rebollada Casado / Juan Gil Montes /**

**Diego M. Muñoz Hidalgo / José María Corrales Vázquez**

(Asociación Geológica de Extremadura / Subdirector del Comité Científico y Educativo del Geoparque Villuercas-Ibores-Jara / presidente y cofundador de la Asociación Amigos del Camino de Santiago – Vía de la Plata / Universidad de Extremadura)

**Resumen:** Conocer las características físicas del territorio que el Imperio Romano tuvo que atravesar de sur a norte por el centro-occidente de Hispania, puede servir para comprender los patrones de utilización de los recursos naturales geológicos por parte de los ingenieros constructores de la calzada romana y sus infraestructuras asociadas. Se propone la enseñanza de la geología del corredor Vía de la Plata a través de sus elementos patrimoniales histórico-artísticos, así como comprender el diseño de la calzada romana, en función de los condicionantes geológicos.

**Palabras clave:** Vía de la Plata, didáctica, Ciencias de la Tierra.

*Los Santos de Maimona en la historia VIII y otros estudios sobre la Orden de Santiago,*

Los Santos de Maimona, 2017,

Asociación Histórico Cultural Maimona, págs. 181-208

ISBN: 978-84-697-3856-6

# I

## ntroducción

El corredor de la Vía de la Plata está conformado por varios itinerarios más o menos coincidentes espacialmente, no tanto históricamente. Desde los primeros caminos ganaderos trashumantes protohistóricos, de los que apenas quedan vestigios (Gil, 1983), pasando por la majestuosidad de la calzada romana, continuando con el simbólico Camino de Santiago y las no menos importantes vías pecuarias, y acabando con las modernas infraestructuras viarias, entre las que fueron claves el ferrocarril convencional Plasencia-Astorga de las últimas décadas del siglo XIX y la carretera N-630 Gijón-Sevilla, como lo es ahora su continuadora, la autovía A-66 (llamada “de la Plata”), Extremadura dispone de un verdadero eje vertebral físico, identificable geográficamente en el concepto aglutinador de “corredor”.

La sintonía espacial no lo es temporal, sin embargo. El hecho de que desde tiempos milenarios los humanos que poblaban estos territorios identificaran en sus mentes una geometría bidimensional norte-sur, supuso que las sucesivas civilizaciones que habían ido ocupando estas tierras del oeste peninsular sembraran sin saberlo (aún hoy lo hacemos) elementos que por sus características son comunes a cada una de dichas civilizaciones. Esos elementos, caminos de tránsito de recursos humanos y naturales, hoy constituyen parte del patrimonio que define al corredor Vía de la Plata. Y ello es así porque desde hace más de dos milenios esta ruta, que hoy divide idealmente un oriente y un occidente extremeños, forma parte de la misma historia de Hispania.

Así pues, el corredor, más que vía en sí mismo, contiene el tiempo, y a través de espacio y tiempo, alberga la cultura de bastantes siglos. Es preciso, por lo tanto, comenzar con unas pinceladas históricas de ese carácter patrimonial que tenemos legado, antes de explicar las ideas fundamentales sobre las que gira este breve trabajo de investigación, que irremediablemente debe centrarse más en la línea didáctico-científica existente entre el sustrato geológico y las infraestructuras de la propia calzada romana, la vía fundamental del corredor que queremos analizar, utilizando para ello como base los trabajos de Moreno y Gil, ambos publicados el año 2004, y los de Moreno y Muñoz, ambos de 2010.

## **La Vía de la Plata**

La Vía de la Plata, auténtica carretera en época romana (Moreno, 2004, 2010) constituye un elemento indispensable para conocer la historia y la cultura española y europea, por ser uno de sus corredores fundamentales, y cuyas primeras nominaciones tienen origen romano (“*Iter ab Emerita Asturicam*”) (Roldán, 1971). Pero también fue y sigue siendo un corredor natural-cultural, pues fueron los recursos naturales, especialmente los biológicos y los geológicos, los impulsores de las economías en diferentes épocas, pre- (y proto-) históricas especialmente los primeros, y romana especialmente los segundos.

Por Extremadura, la calzada romana (que solemos denominar “de la Plata”) discurre por ambas provincias, Badajoz y Cáceres, a lo largo de unos

300 kilómetros, aproximadamente, pasando por los términos municipales de Monesterio, Fuente de Cantos, Medina de las Torres, Puebla de Sancho Pérez, Zafra, Los Santos de Maimona, Villafranca de los Barros, Almendralejo, Torremejía, Mérida, Mirandilla, El Carrascalejo, Aljucén Montánchez, Alcuéscar, Casas de Don Antonio, Aldea del Cano, Cáceres, Casar de Cáceres, Garrovillas, Cañaveral, Casas de Millán, Grimaldo, Holguera, Riobobos, Plasencia, Galisteo, Aldehuela del Jerte, Carcaboso, Valdeobispo, Ahigal, Oliva de Plasencia, Villar de Plasencia, Jarilla, Guijo de Granadilla, Zarza de Granadilla, Casas del Monte, La Granja, Segura de Toro, Aldeanueva del Camino, Hervás y Baños de Montemayor (Lozano, 2007). El itinerario (figura 1) conectaba ciudades importantes, ubicándose en el mismo o sus cercanías mansios (mansiones o paradas), algunas de las cuales adquirieron notoriedad poblacional y estratégica (Curiga – Monesterio–, Contributa –Medina de las Torres–, Perceiana –Villafranca de los Barros–, Emerita Augusta –Mérida–, Ad Sorores –Casas de Don Antonio–, Castris Caecilis –Cáceres–, Turmulus –Alconétar, Garrovillas–, Rusticiana –Galisteo–, Capara –Oliva de Plasencia y Guijo de Granadilla– y Caelioniccó –Baños de Montemayor–). Algunas poblaciones fueron abandonadas y en la actualidad la mayor parte de sus elementos constructivos se encuentran arruinados o desaparecidos (Gil, 2006). La calzada (Gil, 2004) comenzó a construirse en el siglo I a.C., en época del emperador Octavio Augusto, a raíz de la fundación de dos de las ciudades más importantes: Emerita Augusta (actualmente Mérida) y Asturica Augusta (actualmente Astorga), capitales de las provincias romanas Lusitania y Tarraconense, respectivamente. Unos de los elementos indisolubles de la calzada son los miliarios, construidos en granito, hitos de la calzada y estudiados por numerosos especialistas, entre los que destacamos en Extremadura a González Cordero (1990).



Resulta una obviedad señalar que el pasado geológico y la historia humana están relacionados, pues las características geológicas han condicionado en muchos casos la elección de determinados asentamientos por su situación estratégica y su íntima relación con las formas del relieve (Carrillo y García-Hernán, 2012) y otros recursos naturales abióticos. Estos autores señalan que los elementos antrópicos (por ejemplo, los monumentos) constituyen una fuente de recursos didácticos al integrar aspectos de las ciencias naturales y sociales, permitiendo su utilización, entre otras cosas, para la realización de tareas a partir de problemas o preguntas interesantes enunciadas en torno a ellos.

Pero para llevar a cabo cualquier experiencia en torno a elementos antrópicos como los monumentos, son indispensables las salidas fuera del aula. Las salidas fuera del aula permiten, como objetivo transversal (López Martín, 2007; García-Frank y otros, 2014), una mejor interpretación y valoración, no sólo desde el punto de vista conceptual (ciencias, historia...), del entorno en el que se encuentren los elementos del patrimonio histórico-artístico. Al hilo de esta idea, Bosque Maurel (2011) pone énfasis en la obligada defensa y conservación del patrimonio por parte de los entes públicos, siendo por otro lado una excelente manera de desarrollar esa idea la inclusión de los valores horizontales interdisciplinares en la formación académica de los ciudadanos, consiguiéndose así un mayor respeto o, al menos, una mayor reflexión sobre el significado, no sólo educativo, del patrimonio.

Como dice Troitiño (2003), es imprescindible preguntarse en qué medida se están aprovechando las oportunidades que ofrecen la educación, la cultura, el ocio y el turismo para desencadenar dinámicas de cualificación y vitalización de los centros históricos. Desde luego, en el sentido amplio en el que estamos hablando, incluyendo a las ciencias experimentales en el grupo de disciplinas docentes cuya enseñanza-aprendizaje puede desarrollarse en torno a los elementos patrimoniales antrópicos, no existe experiencia alguna en torno a la Vía de la Plata, si exceptuamos investigaciones puntuales en ámbitos no formales, como el Geolodía (Rebollada *et al.*, 2015) y formal (Rebollada *et al.*, 2017), ambas en Cáceres.

La enseñanza de la Geología a través de las salidas fuera del aula ha ido perdiendo importancia. Gómez-Heras *et al.* (2011) señalan lo evidente:

que ello se debe a los recortes cuando aparecen restricciones presupuestarias. Sin embargo, enseñar geología a través de los monumentos y demás elementos del patrimonio histórico-artístico, supone una revolución en sí misma, al permitir a los docentes utilizar un entorno cercano al aula para la enseñanza, que además es gratuito para el sistema educativo. Es más, experiencias que están desarrollándose actualmente, como se verá a continuación, están demostrando que es posible seguir manteniendo las diez ideas clave que sintetizan los objetivos de alfabetización en ciencias de la Tierra (Pedrinaci, 2012), que son:

- Idea clave 1: La Tierra es un sistema complejo en el que interaccionan las rocas, el agua, el aire y la vida.
- Idea clave 2: El origen de la Tierra va unido al del Sistema Solar y su larga historia está registrada en los materiales que la componen.
- Idea clave 3: Los materiales de la Tierra se originan y modifican de forma continua.
- Idea clave 4: El agua y el aire hacen de la Tierra un planeta especial.
- Idea clave 5: La vida evoluciona e interacciona con la Tierra modificándose mutuamente.
- Idea clave 6: La Tectónica de Placas es una teoría global e integradora de la Tierra.
- Idea clave 7: Los procesos geológicos externos transforman la superficie terrestre.
- Idea clave 8: La humanidad depende del planeta Tierra para la obtención de sus recursos y debe hacerlo de forma sostenible.
- Idea clave 9: Algunos procesos naturales implican riesgos para la Humanidad.
- Idea clave 10: Los científicos interpretan y explican el funcionamiento de la Tierra basándose en observaciones repetibles y en ideas verificables.

Son muchos los factores que convierten en insustituible el papel didáctico de las salidas fuera del aula en Geología, como la mejora de la asimilación de contenidos conceptuales, de procedimientos científicos, así como de actitudes y valores favorables hacia la ciencia, la protección del medio o el trabajo en grupo (Zamalloa *et al.*, 2014).

Podemos afirmar, por lo tanto, que la salida de campo: posibilita el desarrollo de procesos de enseñanza y aprendizaje significativos al potenciar la observación, el planteamiento de dudas y la interpretación de la información que se obtiene directamente; logra que el alumno se acerque a la realidad al haber un contacto directo con el medio físico-social; estimula en el alumno el trabajo investigativo, al tiempo que favorece su disfrute y recreo; permite confrontar la teoría con la práctica, se corroboran conceptos y se construyen otros; rompe con la monotonía de la clase; y permite una mayor socialización del grupo.

No menos importante son, por otro lado, la preparación de la visita y la evaluación posterior, aspectos de gran influencia en el éxito de la salida, pero en los que en ocasiones menos se incide (Brusi *et al.*, 2011), como también habían puesto de manifiesto Orion y Hofstein (1994), quienes, además, inciden en que la buena preparación redunde en la mejora del nivel de satisfacción por parte del alumnado respecto a la salida fuera del aula.

### **Ejemplo de intervención educativa utilizando la Vía de la Plata**

La experiencia más novedosa viene desarrollándose a lo largo del curso académico 2016-17 en centros públicos de educación secundaria de Extremadura. La investigación se realiza con alumnado de 2º ciclo de Educación Secundaria, es decir, 3º y 4º de E.S.O. Consiste en formalizar un protocolo de aprendizaje mediante una salida fuera del aula, de una hora, para enseñar varios conceptos geológicos y geocientíficos, en la línea de las 10 ideas sobre alfabetización señaladas anteriormente (Pedrinaci, 2012). Esta experiencia práctica se lleva a cabo en el entorno de alguno de los elementos patrimoniales vinculados a la Vía de la Plata (en especial, puentes y acueductos).

Como se trata de evaluar la mejora del aprendizaje, se opera del siguiente modo:

1º) El alumnado realiza un cuestionario de 20 preguntas de respuesta múltiple, antes de la salida. El cuestionario incluye preguntas sobre variadas disciplinas geológicas. El cuestionario ha sido previamente



validado mediante índices de facilidad-dificultad y discriminación (Rus y Rebollada, in press).

2º) El profesor lleva al grupo de alumnos hasta alguno de los elementos patrimoniales cercanos al centro educativo, donde desarrolla una explicación teórico-práctica de 8 conceptos: origen del Universo y de la Tierra, composición y estructura de la Tierra, Historia Geológica y Evolución, Tectónica de Placas, ciclo de las rocas, recursos geológicos, modelado terrestre y riesgos geológicos.

3º) El alumnado realiza nuevamente el mismo cuestionario de 20 preguntas de respuesta múltiple, además de un test de actitudes sobre su percepción de la salida fuera del aula.

La investigación se está realizando sobre una veintena de centros públicos, con aproximadamente 400 alumnos. Los resultados confirman la mejora en el aprendizaje de conceptos geocientíficos. Además, se ha observado una mejora en la percepción que los alumnos tienen de su entorno, valorando la salida fuera del aula como método de aprendizaje. Una pincelada de esta investigación puede observarse respecto a los Institutos Suárez de Figueroa, en Zafra, y Vía de la Plata, en Casar de Cáceres, donde se ha ensayado la intervención con 33 alumnos, repartidos al 50% respecto al género. En ambas intervenciones educativas fuera del aula se utilizaron elementos constructivos romanos (muralla y calzada, respectivamente).

Los primeros resultados permiten avanzar datos interesantes. En primer lugar, la salida fuera del aula utilizando elementos del patrimonio histórico-artístico consigue una notable mejora en los resultados de los tests cognitivos utilizados: el pretest fue aprobado por casi el 80% de los alumnos, mientras que el postest lo aprobaron todos los alumnos sobre los que se ha realizado este ensayo, cuyos datos detallados se representan en la tabla I y sus gráficos correspondientes. Dado que los datos no son estadísticamente significativos, no se pueden concluir diferencias de género. No obstante, se observan algunas diferencias a este respecto entre chicos y chicas en las puntuaciones más altas y más bajas.

## Los recursos geológicos de la Vía de la Plata

En lo que a recursos naturales geológicos se refiere, en Extremadura en particular, además de los metales que trasegaban los romanos desde los yacimientos auríferos del norte y noroeste de Hispania (extremo atlántico de la provincia Tarraconense), o los no menos importantes en la sociedad romana, como la plata, el plomo, el cobre o el estaño, procedentes de la provincia de Lusitania (donde se encuadraría plenamente nuestra actual comunidad autónoma de Extremadura), camino del Mediterráneo y de Roma, existieron otros aprovechamientos aparentemente más vulgares, que son los usos prácticos de los recursos localizados cerca de los puntos de demanda inmediata, esparcidos a lo largo y ancho de la Vía de la Plata. Nos referimos a las rocas naturales que, convenientemente labradas por canteros, servirían para las construcciones de objetos menudos o como elementos mayores, tanto protohistóricas como romanas y posteriores medievales. Por tanto, rocas y minerales, recursos geológicos por excelencia, sirvieron al propósito de las gentes de diferentes épocas para edificar y consolidar las infraestructuras y economías de sus respectivos civilizaciones. En este sentido, mención aparte merece el agua, recurso natural primordial donde los haya y cuyos aprovechamientos en el área vinculada a la Vía de la Plata ha sido puesto de manifiesto por numerosos trabajos, entre los que destaca el compendio realizado por Haba y Rodrigo en 1991, por la Junta de Extremadura (2003) o el más reciente, de Rebollada *et al.* (2016).

La Vía de la Plata discurre sobre el territorio, es decir, que las trayectorias de los diferentes itinerarios no sólo se apoyan en el terreno, sino que buscan la racionalidad en su ocupación. Parece por lo tanto razonable pensar que desde antiguo cualquier itinerario economizaba recursos, probablemente en este orden: energía, tiempo y materia (recursos materiales). En la actualidad esta idea no nos puede parecer tan primordial, pero sin embargo sí lo era en otras épocas en las que la tecnología era prácticamente inexistente o muy incipiente. Así, recorrer un territorio con garantías de perdurabilidad y, por tanto, de seguridad, era enormemente importante. Si dicho itinerario tenía un carácter economicista, como lo tuvo en especial la calzada romana, lo que pone de manifiesto su utilización durante siglos sin apenas cambios significativos, el sustrato geológico y sus posibles recursos constituyen el factor clave dentro de lo que supondría indefectiblemente atravesar de norte a sur ríos, valles y montañas, hasta llegar a zonas mineras

de gran interés para Roma. De hecho, Gil (2004) señala la importancia del análisis geológico para descubrir algunos tramos de la calzada romana o la ubicación de canteras y graveras, inéditos hasta 2004, en que fueron dados a conocer en el Congreso sobre obras públicas romanas celebrado en esa fecha. Recientemente, Mañas (2014) apunta lo que no por ser obvio ha sido debidamente afirmado: que el proceso de urbanización y monumentalización de la provincia Lusitania a partir del siglo I d.C. fue profundamente dependiente de la explotación de los materiales locales. Y si es así para las áreas urbanas no lo sería menos para las infraestructuras necesarias, tanto interior como exteriormente de tales ciudades. Y hablar de recursos es hacerlo en un sentido amplio del término, debiendo referirnos tanto a los recursos geológico-mineros en sentido estricto como a los procesos que condicionan el uso territorial.

En la parte extremeña la constancia de ello es la ubicación de algunos asentamientos (Emerita Augusta, Norba Caesarina y Caparra son buenos ejemplos), el cruce de algunos ríos (por ejemplo, el vado de Alconétar o el del río Guadiana, en Emerita Augusta) o el paso de algunos puertos de montaña (por ejemplo, los puertos del Viso, las Herrerías, los Castaños o Béjar). En menor medida, fue condicionante la presencia de minerales metálicos (figura 2), pues a pesar de la existencia de importantes yacimientos e indicios minerales en la cercanía de la Vía de la Plata, no parece que ello haya implicado un diseño *ad hoc* de dicho corredor, al menos en la parte correspondiente a la Extremadura actual: a pesar de la existencia probada de minería romana de oro (Alburquerque, Cadalso, Calzadilla, La Codosera, Coria, Moraleja, Valencia de Alcántara, Valverde del Fresno...), plata (Castuera, Plasenzuela, Trujillo...), cobre (La Lapa...), estaño (Cáceres, Casas de Millán, Mérida...), plomo (Azuaga, Berlanga, Berzocana, Cáceres, Capilla, Castuera, Garlitos...) o hierro (Aliseda, Burguillos del Cerro, Cabeza del Buey, Jerez de los Caballeros...) por estas tierras (Fernández, 1987, 1988; IGME, 2010), por entonces bético-lusitanas, la ubicación de tales yacimientos no implicó la adecuación del trazado de la Vía de la Plata para el aprovechamiento de dichos recursos. La razón probablemente estuviera en la importancia de la minería que habría al final del camino, al norte, y cuya extraordinaria importancia no sólo económica, sino también estratégica, restaba indirectamente valor a la conocida en nuestra región. Y lo mismo se puede decir respecto a las aguas minero-medicinales, pues como se observa en los mapas elaborados por Haba y Rodrigo (1991), existen muchas

surgencias repartidas por nuestro territorio, a pesar de lo cual ello no quiere decir que los planificadores de Roma no las obviarán a la hora de elegir el trazado de la calzada (un buen ejemplo: Baños de Montemayor).

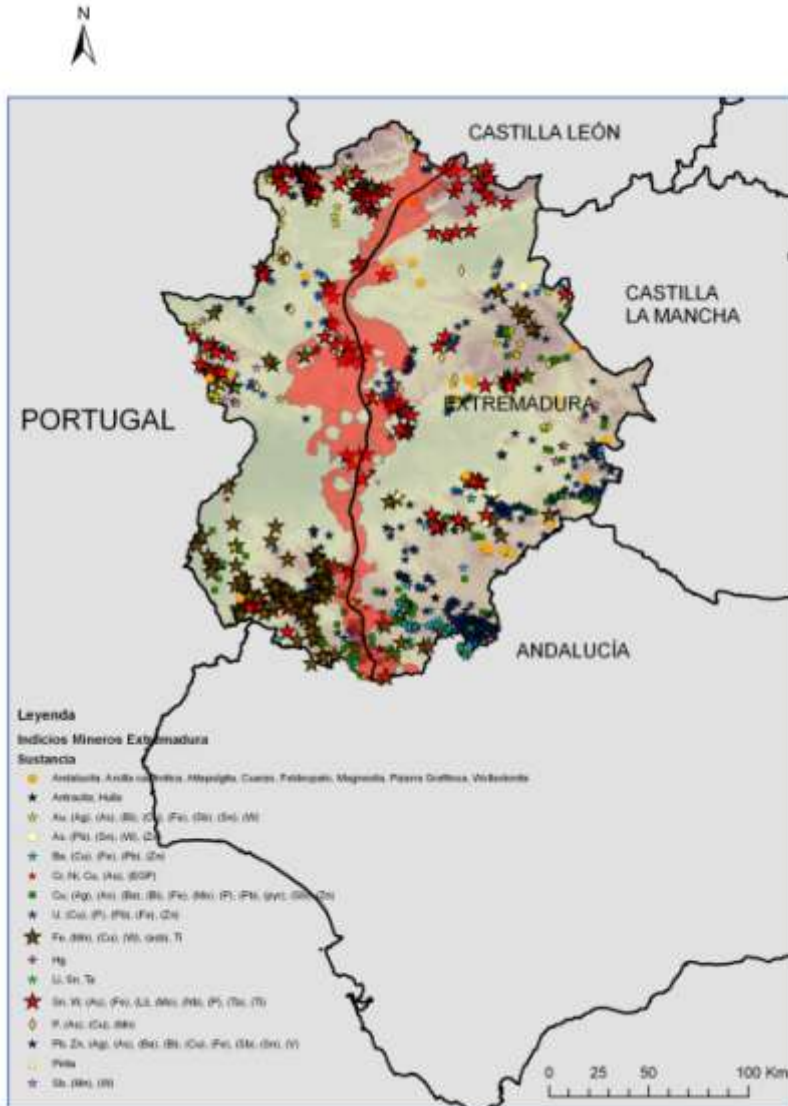


Figura 2.- Indicios minerales conocidos en Extremadura y trazado de la calzada romana.  
Fuente: SIGEO, Junta de Extremadura (actualización de 2007)

El trazado de la calzada romana buscaba economizar costes a largo plazo, de ahí su calidad constructiva. Buscar los pasos fluviales y montanos por lugares más cómodos, díganse vados y puertos, evitar en lo posible la incidencia de las aguas pluviales y de escorrentía, así como diseñar trazados rectilíneos, utilizando para ello los conocimientos y el instrumental topográfico adecuado de la época, como el corobate o la dioptra (Moreno, 2004), supusieron estándares claves de la consumada ingeniería romana (Hamey y Hamey, 1990).

### **El sustrato geológico de Extremadura a lo largo del corredor romano Vía de la Plata**

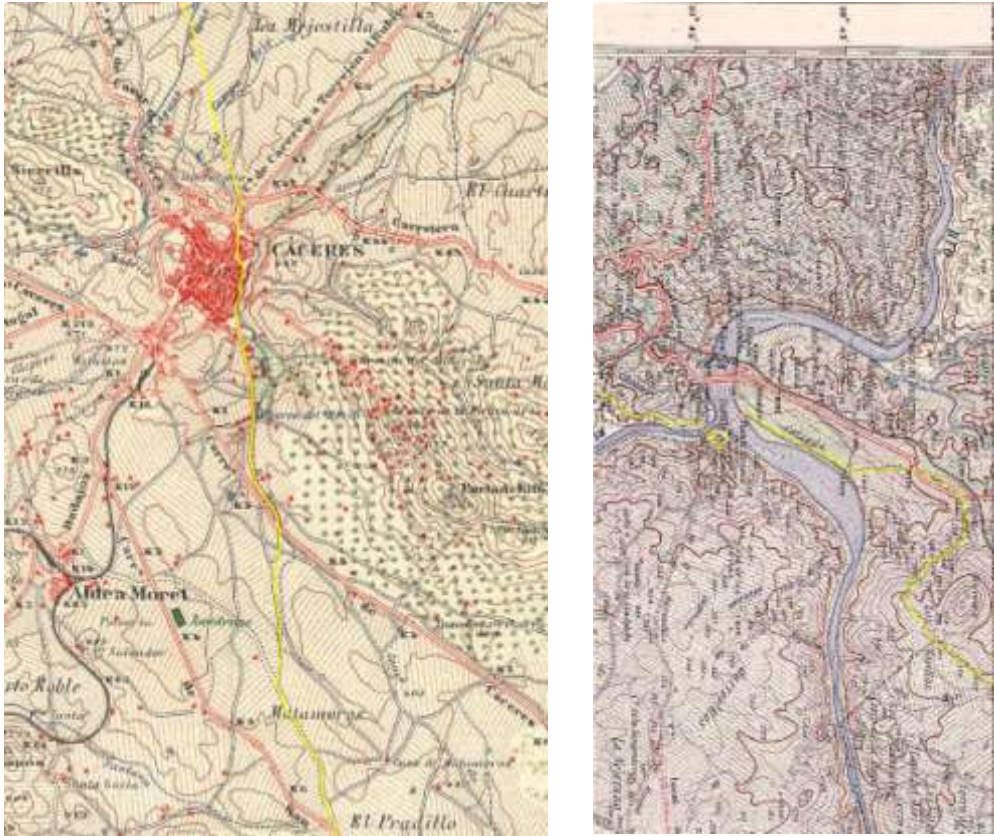
Son escasísimas las referencias geológicas sobre la Vía de la Plata. Destacan las de uno de los coautores de este trabajo, quien expone en algunas publicaciones la perspectiva con la que los ingenieros romanos afrontaron la construcción de la calzada, especialmente en Extremadura, dada su diversidad geológica, que conllevaba inevitablemente importantes dificultades de planificación y constructivas (Gil, 2008a y 2008b; Álvarez y Gil, 1988; Gil, 2004 y 2006). Otros de los trabajos que tratan el asunto geológico es la reciente tesis doctoral de Mota López (2015), centrada en los materiales geológicos que componen el conjunto patrimonial de Emerita Augusta, cuyo mejor precedente es otra tesis, la realizada por Cisneros en 1988, pues, aunque de ámbito nacional, detalla información muy útil sobre la procedencia de los mármoles de numerosos monumentos de la Lusitania desde Alconera y Carija, ambas localidades de la provincia de Badajoz. Las canteras de piedra romanas eran, lógicamente, de pequeñas dimensiones, limitándose a la extracción superficial (Martínez, 2009) (figura 3).



*Figura 3.- Calzada romana, entre Norba Caesarina y el vado de Alconétar. Arriba: Canteras de miliarios (con marcas de cuñas). Abajo: Zona de labra y acabado de miliarios*

Fuera de Extremadura, otra tesis doctoral, en este caso aplicable al Camino de Santiago en Galicia, afronta la descripción geológica de los monumentos que los peregrinos van encontrando en su recorrido por la Comunidad Autónoma gallega (Jiménez y Díaz, 2013). Y ya en el ámbito docente merece mencionar el proyecto Vía Verde de la Plata (Vicente, 2016), web en la que existen materiales educativos relacionados con la geología del camino natural entre Alba de Tormes y Carbajosa, provincia de Salamanca. Finalmente, hay numerosos trabajos sobre las canteras de mármol, de los que sólo citamos el de Beltrán *et al.* (2014) y en especial el de Mañas Romero (2014), por centrarse geográficamente, al menos en parte, en las canteras de mármol de Alconera (provincia de Badajoz), además de actualizar sucintamente la bibliografía referida a la cantería del mármol extremeña en época romana.

Desde su entrada meridional por el actual límite con la provincia de Sevilla, cruzando la Rivera de Cala, hasta su salida por el Puerto de Béjar, al norte de Baños de Montemayor, la constitución geológica extremeña presenta unas características muy variadas, existiendo un elenco importante de rocas, especialmente ígneas y metamórficas. Ello influyó no sólo en las soluciones constructivas adoptadas en determinados puntos (figura 4) por los ingenieros romanos en el trazado extremeño de la calzada, sino en los acabados de determinadas edificaciones en las ciudades por las que discurría dicha calzada.



*Figura 4.- Algunos puntos singulares de la calzada, por su singularidad geológica-geomorfológica. Arriba: Paso por Norba Caesarina. Existencia de una surgencia cárstica en El Calerizo de Cáceres, utilizada para abastecimiento de agua (Manantial de El Marco). Abajo: Paso por el meandro del río Tajo, en el vado de Alconétar, definido por la Falla de Plasencia*

De las siete grandes zonas en que se divide el oeste de la Península Ibérica, Extremadura se localiza sobre dos de ellas: Zona de Ossa-Morena y Zona Centro Ibérica (figura 5). En ambas son comunes rocas metamórficas e ígneas antiguas, que si bien tienen buenas condiciones constructivas en general, pueden presentar ocasionalmente malos comportamientos reológicos, como es el caso de las rocas situadas cerca de zonas de fractura. Lo mismo puede ocurrir con los depósitos no consolidados (eluviones, aluviones y coluviones), entre los que destacan los mantos de alteración denominados comúnmente rañas, todos ellos materiales de escaso valor constructivo y, en muchas ocasiones, caso de las rañas, causa de dificultades notables en los cimientos de las estructuras. Las rocas metamórficas más



comunes existentes en ambas zonas son pizarras, esquistos, cuarcitas y grauvacas, mientras que las rocas ígneas más abundantes son las del grupo de los granitos y las de tipo filoniano, como los diques de cuarzo y pórfidos y diabasas (uno de los afloramientos más importantes de diabasa se localiza cerca del Puerto de los Castaños, en Cañaverál). A este conjunto de rocas hay que añadir las que mantienen sus características estratigráficas fundamentales, denominadas rocas sedimentarias, como las areniscas, los conglomerados, las lutitas, las orto-cuarcitas o las calizas, rocas que, a pesar de su relativa escasez en superficie, participan de manera muy importante en el patrón geológico del occidente peninsular, al formar parte, por ejemplo, de las sierras más importantes que atraviesa el corredor Vía de la Plata, como Sierra Morena, San Pedro o Cañaverál-Monfragüe.

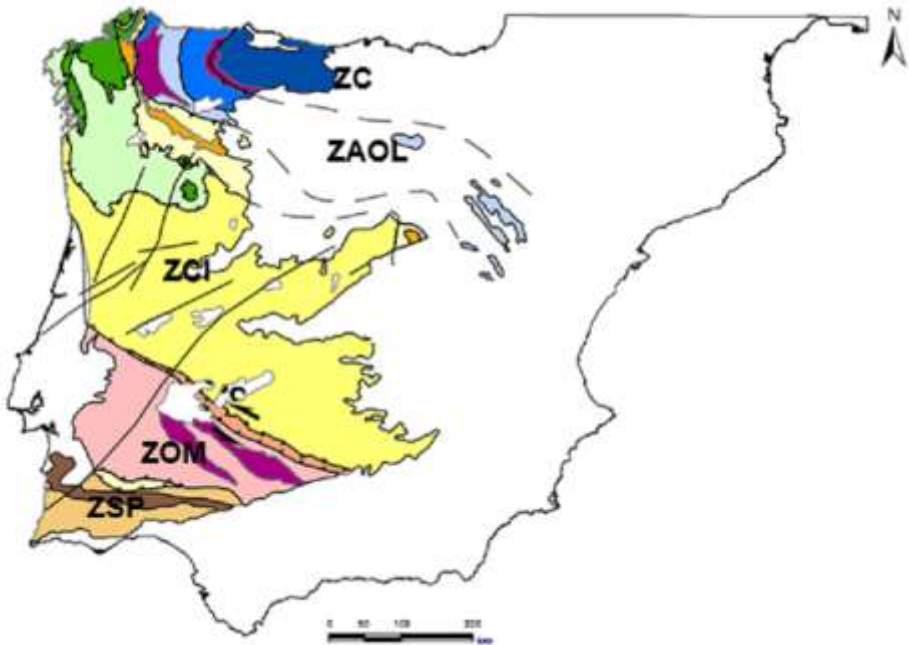


Figura 5.- Mapa zonificado del Macizo Ibérico: ZC (Zona Cantábrica), ZAOL (Zona Astur-Occidental Leonesa), ZCI (Zona Centro-Ibérica), ZOM (Zona de Ossa-Morena) y ZSP (Zona Sud-Portuguesa)

Tanto las dos grandes zonas geológicas, Osa-Morena y Centro Ibérica, como las rocas en particular que en ellas afloran, suelen disponerse siguiendo un patrón tectónico, orientándose concretamente en dirección NO-SE, disposición determinada durante la Orogenia Varisca, producida hace

unos 300 millones de años, aproximadamente, a lo largo del periodo Carbonífero. Durante la era posterior, denominada Mesozoico (conocida también como Era de los Dinosaurios), las rocas estuvieron emergidas y, por tanto, sometidas a una importante erosión, de ahí que encontremos rocas graníticas en superficie, que en su momento se formaron a varios kilómetros de profundidad (batolitos de Monesterio, Mérida, Extremadura Central – Montánchez–, Cabeza de Araya y Béjar-Plasencia), mientras que hay total ausencia de fósiles de los seres que poblaron la superficie terrestre en aquella era.

Sin embargo, como se ha adelantado más arriba, las litologías más problemáticas desde un punto de vista geotécnico y mecánico son los sedimentos y rocas modernos, entendiéndose por ellos los depositados durante la era Cenozoica (fundamentalmente en el Neógeno), que incluyen en la práctica a todos los sedimentos localizados en los valles fluviales y lacustres atravesados por la Vía de la Plata: Guadiana, Tajo, Cañaveral, Alagón y Ambroz, compuestos en su mayor parte por sedimentos arenarcillosos más o menos consolidados. Las características geológicas de las rocas ubicadas en la Zona de Ossa-Morena permiten que los suelos asociados al río Guadiana tengan una fracción de arcilla alta, lo cual empeora notablemente sus condiciones como soporte de cualquier infraestructura. Buenos ejemplos son las rañas, sedimentos de edad plio-cuaternaria, formados fundamentalmente por arcillas, o los depósitos arcillosos de la comarca de Barros: ambos tipos de materiales geológicos tienen un pésimo comportamiento mecánico (figura 6).

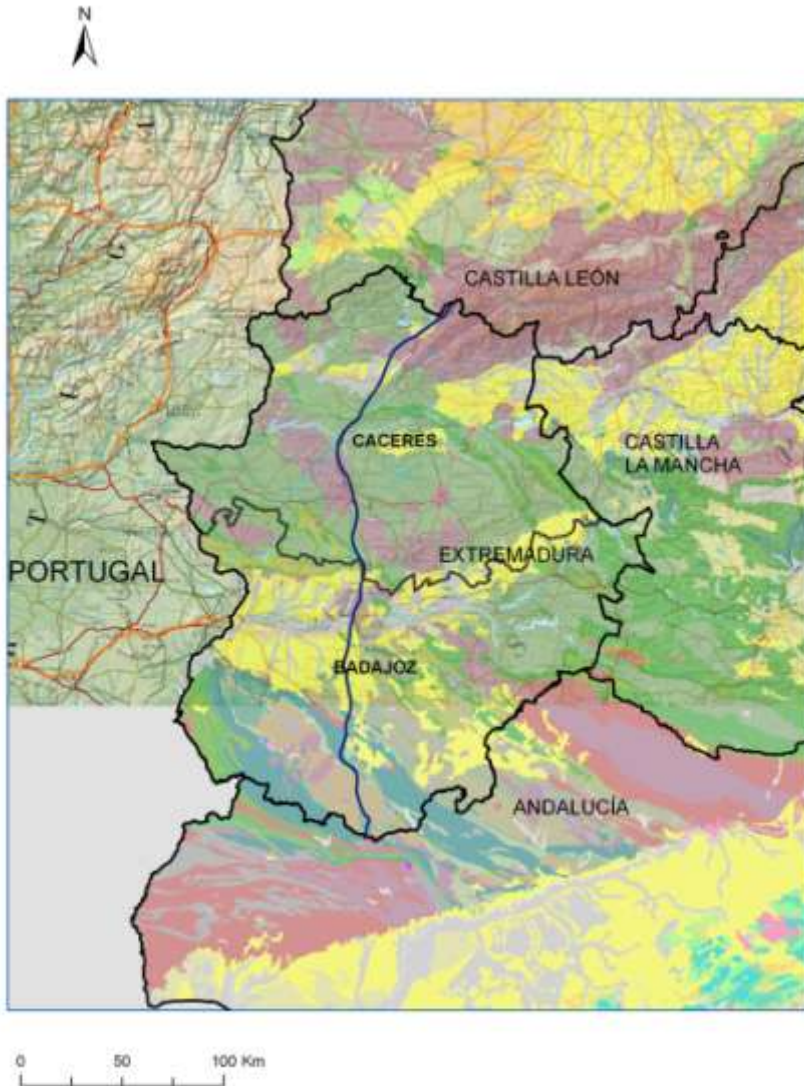


Figura 6.- Trazado de la Vía de la Plata (en azul) y sustrato geológico (base One Geology). Verde oliva claro: rocas metamórficas (pizarras, fundamentalmente) del Precámbrico; verde oscuro: rocas sedimentarias (areniscas y ortocuarcitas) del Paleozoico inferior; malva (rocas graníticas s.l.); azul (rocas metamórficas variadas de la Zona de Ossa-Morena); amarillo y gris claro: sedimentos (incluyendo a las rañas) del Cenozoico

## Conclusiones

La utilización de la Vía de la Plata, corredor articulado en base a numerosos elementos patrimoniales (arquitectónicos e históricos-artísticos), como recurso educativo resulta evidente en el ámbito de las Ciencias Sociales. Pero también las Ciencias Experimentales, entre las que se encuentra la Geología, pueden aprovechar los elementos del patrimonio monumental para la enseñanza y el aprendizaje de materiales y procesos geológicos.

Para la enseñanza de las Geociencias es imprescindible el contacto con los elementos geológicos. Lo normal es que ello se lleve a cabo mediante la salida fuera del aula hacia un entorno natural. Sin embargo, es posible, como se ha demostrado en numerosas ocasiones, que la visita a los entornos monumentales sea útil para una primera toma de contacto con las rocas y toda la paleta de significados que permiten enseñar y divulgar.

El Corredor Vía de la Plata es un eje idóneo para promover la enseñanza de las Geociencias a través de los innumerables monumentos que atesora, entre otras razones por la variedad de rocas con la que están contruidos, lo que entra plenamente en el campo de la petrología. Pero a ello es posible añadir algo más: la planificación ingenieril realizada por el Imperio Romano en Hispania a la hora de diseñar y construir la calzada romana pone de manifiesto un importante conocimiento del territorio desde un punto de vista geológico. Y gracias a ello podemos enseñar, además de petrología, otras disciplinas como mineralogía, hidrogeología, geomorfología, tectónica y geología económica.

Así pues, la tenencia en Extremadura de un elemento patrimonial y cultural del calado y condiciones de la Vía de la Plata, permitirá a los docentes su utilización como herramienta de enseñanza geocientífica, aprovechando el legado que dejaron los ingenieros durante las primeras etapas de romanización del centro-occidente de Hispania, hoy Extremadura.

## Referencias bibliográficas

Álvarez Rojas, A. y Gil Montes, J. (1988). Aproximación al estudio de las vías de comunicación en el primer milenio antes de Cristo en Extremadura. *Trabajos de Prehistoria*, 45: 305-316.

Anguita, F.; San Miguel, M. y Sánchez Moro, J.R. (1981). *Un itinerario geológico urbano en las inmediaciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid)*. 1<sup>er</sup> Simposio Nacional sobre Enseñanza de la Geología. Universidad Complutense. 1980. Págs.165-175.

Beltrán Fortes, J; Rodríguez Gutiérrez, O.; López Aldana, P.; Ontiveros Ortega, E. y Taylor, R. (2014). *Las canteras romanas de mármol de Almadén de la Plata (Sevilla)*. En: El marmol en Hispania: explotación, uso y difusión en época romana. Virginia García-Entero (Ed. Científica), págs.253-275. UNED.

Bosque Maurel, J. (2011). El patrimonio natural e histórico-monumental español. Algunos problemas actuales. *Cuadernos Geográficos*, 48, págs. 9-45.

Brusi D., Zamorano M., Casellas R. y Bosch J. (2011a). Reflexiones sobre el diseño por competencias en el trabajo de campo en Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19.1, págs. 4-14.

Carrillo Vigil, L. y García-Hernán Gómez, O. (2012). Una ventana al pasado geológico a través de a historia humana. Implicaciones didácticas. *Comunicaciones del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología*. Huelva, 9-14 de julio de 2012.

Cisneros Cunchillos, M. (1988). *Mármoles hispanos: su empleo en la España romana*. Tesis doctoral. Departamento de Ciencias de la Antigüedad. Universidad de Zaragoza.

Fernández Corrales, J.M. (1987). Las explotaciones mineras de la romanización en Extremadura. *Alcántara*, 10: 99-110.

Fernández Corrales, J.M. (1988). Minería y asentamientos romanos en Extremadura: su problemática. *Alcántara*, 15: 107-116.

García-Frank, A., Pérez Barroso, R., Espín Forjan, B., Benito Manjón, P., De Pablo Gutiérrez, L., Gómez-Heras, M., Sarmiento, G.N., Canales Fernández, M<sup>a</sup> L., González Acebrón, L., Muñoz García, M<sup>a</sup> B., García Hernández, R., Hontecillas, D., Ureta Gil, M<sup>a</sup> S. y Del Moral, B. (2014). *Divulgación de la Geología: nuevas estrategias educativas para alumnos con necesidades educativas especiales por discapacidad intelectual*.

En: El CSIC en la Escuela: Investigación sobre la Enseñanza de la Ciencia en el Aula: 63-74.

Gil Montes, J. (1983). La ruta natural más antigua de Extremadura, *Cuadernos de Grado Medio*, I, 1983, págs. 33-25.

Gil Montes, J. (1988a). Norba y la Vía de la Plata. *El Miliario Extravagante*, 16: 15.

Gil Montes, J. (1988b). La red viaria extremeña. *El Miliario Extravagante*, 17: 17

Gil Montes, J. (2004). *Via Delapidata. Identificación de una carretera romana a través de la procedencia de los materiales. Elementos de Ingeniería Romana*. Actas del II Congreso de las Obras Públicas Romanas, págs.87-102. Tarragona, 3-6 de noviembre de 2004.

Gil Montes, J. (2006). *El legado cultural de la geología*. En: Muñoz Barco y Martínez Flores (Eds.): Libro de Patrimonio Geológico de Extremadura. Junta de Extremadura.

Gómez-Heras, M.; Martínez Garrido, M<sup>a</sup> I.; Castiñeiras García, P.; Muñoz García, M<sup>a</sup> B.; Pérez-Soba Aguilar, C.; Rossi Nieto, C.; Sanz Montero, E. y Varas Muriel, M<sup>a</sup> J. (2011). Guías interactivas creadas con Google Earth™ para la preparación y seguimiento del trabajo de campo en Ciencias de la Tierra. *Relada*, 6 (2), págs. 189-196.

González Cordero, A. (1990): “Algunas notas sobre los miliarios de la Vía de la Plata en el tramo comprendido entre *Ad Sorores* y *Castra Caecilia*”. *El Miliario Extravagante*, 27, págs.17-19.

Haba Quirós, S. y Rodrigo López, V. (1991): *Aguas minerales y tradición popular en Extremadura*. Cuadernos Populares, números 37 y 39. Editora Regional de Extremadura.

Hamey, L.A y Hamey, J.A. (1990). *Los ingenieros romanos*. Ediciones Akal, S.A. Colección Historia del Mundo. 48 pp.

Instituto Geológico y Minero de España (2010). Patrimonio Minero de Extremadura. CD-ROM.

Jiménez Martínez y Díaz Martínez, E. (2013). “*Las piedras del Camino de Santiago en Galicia*”. Instituto Geológico y Minero de España. 268 pp.

Junta de Extremadura (2003). Los recursos minerales de Extremadura: las aguas minerales.

Junta de Extremadura (2007). Mapa Metalogenético de Extremadura. E=1:250.000. Mérida. Memoria (359 pp.) y mapa desplegable.

López Martín, J.A. (2007). Las salidas de campo: mucho más que una excursión. *Educación en el 2000: revista de formación del profesorado*, n. 11, noviembre; p. 100-103.

Lozano Belloso, M. (2007). El Proyecto Alba Plata (1998-2004): Ruta patrimonial de Extremadura. *Revista de Estudios Extremeños*, 63(2): 585-597.

Mañas Romero, I. (2014). *Marmora de las canteras de Estremoz, Alconera y Sintra: su uso y difusión*. En: El marmol en Hispania: explotación, uso y difusión en época romana. Virginia García-Entero (Ed. Científica), págs.331-346. UNED.

Martínez, L.M. (2009). The typology of ancient quarries within the Paleocene Limestone of Álava in Northern Spain. *Geoarchaeology*, 24(1): 42-58.

Moreno Gallo, I. (2004). *Vías romanas. Ingeniería y técnica constructiva*. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento. CEDEX-CEHOPU. 233 pp.

Moreno Gallo, I. (2010). *Vías Romanas. Las huellas de la Ingeniería perdida*. V Congreso de las Obras Públicas Romanas. Córdoba; 2010.

Mota López, M.I. (2015). *Caracterización y procedencia de los materiales geológicos utilizados en el teatro y anfiteatro de la ciudad de Mérida en época romana*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

Muñoz Hidalgo, D.M. (2010). Sobre el topónimo Camino de la Plata y el Eje S-N/N-S del occidente hispano. Nuevas consideraciones, aportaciones y reflexiones. *El Nuevo Miliario*, 11 (Diciembre 2010): 5-36.

Pedrinaci, E. (2012). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20(2), págs. 133-140.

Rebollada, E., Fernández de la Llave, F., Tejado Ramos, J.J., Martín Sánchez, S., Gil Montes, J., Martínez Corrales, L.F. (2015). La difusión de la geología a través del Geolodía por la ciudad monumental de Cáceres. Actas I Congreso sobre Patrimonio Geológico y Minero de La Serena. Quintana de la Serena y Valle de la Serena, 8 y 9 de mayo de 2015.

Rebollada, E.; Campos, M.A. y Cabezas, M<sup>a</sup> T. (2016). *Estado del arte del termalismo en Extremadura: recursos minero-medicinales, condicionantes ambientales, tramitación administrativa y aprovechamiento turístico y terapéutico*. En: Derecho Ambiental en Tiempo de Crisis.

Comunicaciones presentadas al Congreso de la Red ECOVER (A Coruña, 19 y 20 de noviembre de 2015). Ed. Tirant lo Blanch. págs.257-287.

Rebollada, E.; Corrales, J.M<sup>a</sup> y Rus, E. (2017). *Enseñanza de las geociencias en la ciudad medieval de Cáceres (España). Investigación aplicada al nivel de Educación Secundaria en alumnos de la Facultad de Formación del Profesorado de la Universidad de Extremadura*. Publicia. 156 pp.

Roldán Hervás, J.M. (1971). *Iter ab Emerita Asturicam. El camino de la Plata*. Tesis Doctoral. Memorias del Seminario de Prehistoria y Arqueología. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Salamanca.

Rus, E. y Rebollada, E. (in press). Índice de dificultad y discriminación en la estimación de la confiabilidad en un cuestionario de geociencias.

San Miguel, M. (1981). *Geología urbana*. 1<sup>er</sup> Simposio Nacional sobre Enseñanza de la Geología. Universidad Complutense. 1980. Págs.156-164.

Vicente, J. A. (2016). Geología de la Vía verde de la Plata. <https://viaverdedelaplata.wordpress.com/2016/02/05/recurso-geologico-de-la-via-verde-de-la-plata/>. Recuperado el 20 de octubre de 2016.



## ANEXO GRÁFICO

Tabla I

Nota	Pretest		Postest	
	Valor	%	Valor	%
Aprobado	26	78,79%	33	100,00%
Suspenseo	7	21,21%	0	0,00%
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100,00%</b>	<b>33</b>	<b>100,00%</b>

Nivel de calificación	Pretest		Postest	
	Valor	%	Valor	%
Suspenseo bajo	2	6,06%	0	0,00%
Suspenseo alto	5	15,15%	0	0,00%
Aprobado	0	0,00%	2	6,06%
Bien	2	6,06%	3	9,09%
Notable bajo	7	21,21%	9	27,27%
Notable alto	8	24,24%	3	9,09%
Sobresaliente	9	27,27%	16	48,48%
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100,00%</b>	<b>33</b>	<b>100,00%</b>

	Pretest		Postest	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
Suspenseo	31,25%	11,76%	0,00%	0,00%
Aprobado	68,75%	88,24%	100,00%	100,00%
	16	17	16	17

	Pretest		Postest	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
Suspenseo bajo	6,25%	5,88%	0,00%	0,00%
Suspenseo alto	25,00%	5,88%	0,00%	0,00%
Aprobado	0,00%	0,00%	12,50%	0,00%
Bien	0,00%	11,76%	6,25%	11,76%
Notable bajo	12,50%	29,41%	18,75%	35,29%
Notable alto	18,75%	29,41%	12,50%	5,88%

<b>Sobresaliente</b>	37,50%	17,65%	50,00%	47,06%
	16	17	16	17

<b>Nota</b>	<b>Pretest</b>		<b>Posttest</b>	
	<b>IES Suarez de Figueroa Zafra</b>	<b>IES Vía de la Plata Casar de Cáceres</b>	<b>IES Suarez de Figueroa Zafra</b>	<b>IES Vía de la Plata Casar de Cáceres</b>
<b>Aprobado</b>	100,00%	30,00%	100,00%	100,00%
<b>Suspenseo</b>	0,00%	70,00%	0,00%	0,00%
	23	10	23	10

<b>Nivel calificación</b>	<b>Pretest</b>		<b>Posttest</b>	
	<b>IES Suarez de Figueroa Zafra</b>	<b>IES Vía de la Plata Casar de Cáceres</b>	<b>IES Suarez de Figueroa Zafra</b>	<b>IES Vía de la Plata Casar de Cáceres</b>
<b>Suspenseo bajo</b>	4,35%	10,00%	0,00%	0,00%
<b>Suspenseo alto</b>	17,39%	10,00%	0,00%	0,00%
<b>Aprobado</b>	0,00%	0,00%	8,70%	0,00%
<b>Bien</b>	0,00%	20,00%	4,35%	20,00%
<b>Notable bajo</b>	8,70%	50,00%	13,04%	60,00%
<b>Notable alto</b>	13,04%	50,00%	8,70%	10,00%
<b>Sobresaliente</b>	26,09%	30,00%	34,78%	80,00%
	23	10	23	10

### Gráficos referidos a la Tabla I

