
XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica 25, 26 y 27 de Junio de 2014. Alicante.

Análisis del relieve y cartografía de procesos geomorfológicos activos mediante SIG en la zona de confluencia de los ríos Tuerto y Porquera (provincia de León, España)

J. Sánchez Blázquez^a, E. García Meléndez^{ab}, A. Gómez Villar^{b*}

^aC/ Santiago Mirat 5 1ºG 37900, Santa Marta de Tormes (Salamanca)

^{ab} Universidad de León, Área de Geodinámica Externa. Facultad de CC. Ambientales. Campus de Vegazana s/n 24071, León.

^{b*} Universidad de León, Área de Geografía Física. Facultad de Filosofía y Letras. Campus de Vegazana s/n 24071, León

Resumen

La configuración del relieve terrestre y los cambios que tienen lugar en el entorno natural de los asentamientos humanos tienen una gran trascendencia social y económica debido a que marcan las condiciones de habitabilidad y desarrollo futuro de las actividades antrópicas. Partiendo de este hecho, el principal objetivo de este estudio es la realización de una cartografía geomorfológica en la cual aparezcan reflejados los principales procesos activos de tipo geológico, como base para la realización en el futuro de estudios de susceptibilidad de riesgos geológicos y determinar las zonas en las que la ocupación humana pueda verse afectada por daños relacionados con procesos naturales relacionados con el medio físico. Para la elaboración de esta cartografía geomorfológica se han realizado tareas de fotointerpretación en visión estereoscópica y representación en un Sistema de Información Geográfica (ArcGis 10.1), utilizando como base el Modelo Digital del Terreno MDT05/MDT05-LIDAR con una resolución espacial de 5x5 metros, aplicando distintas herramientas, utilizando también la capa de la BCN25 de curvas de nivel, así como trabajo de campo de comprobación y descripción del relieve y procesos activos. En el mapa obtenido se pueden distinguir tres tipos de dominios geomorfológicos, cada uno con sus procesos geológicos activos predominantes: dominio paleozoico con procesos gravitacionales, dominio neógeno con procesos gravitacionales y de erosión y, por último, dominio fluvial con presencia de abanicos aluviales y llanuras de inundación principalmente.

* E-mail: Javier.sb14@gmail.com.

Palabras clave: geomorfología; riesgos; SIG; fotointerpretación; susceptibilidad; relieve.

1. Introducción

La elaboración de una cartografía geomorfológica es el fin principal del trabajo, útil para realizar el análisis de susceptibilidad, es decir, determinar las zonas que tienen tendencia a sufrir daños por un proceso natural.

Aparte de la cartografía, este artículo presentará un análisis del territorio donde se enmarca este estudio, con sus características geográficas y fisiográficas.

Los objetivos generales que se han marcado para la realización de este trabajo son los siguientes:

- Analizar la geomorfología de la zona mediante la técnica de la fotointerpretación.
- Detectar dentro de la zona de estudio procesos geológicos activos.
- Determinar zonas que presenten una susceptibilidad real ante estos procesos geológicos activos.
- Elaborar una cartografía geomorfológica y de procesos activos a una escala 1:25000.

2. Contexto geográfico y fisiográfico.

La zona de estudio se halla enclavada en el centro-oeste de la provincia de León (Fig. 1), abarca una gran parte de la comarca de “La Cepeda”, territorio eminentemente agrícola. La Cepeda sirve de transición entre la Submeseta norte y las montañas cántabras y leonesas, borde Noroeste de la Cuenca del Duero. La zona se corresponde con el cuadrante suroccidental (Cuadrante III, Villamejil 1:25000) de la Hoja 160 del Mapa Topográfico Nacional, en la zona centro-oeste de la Provincia de León.

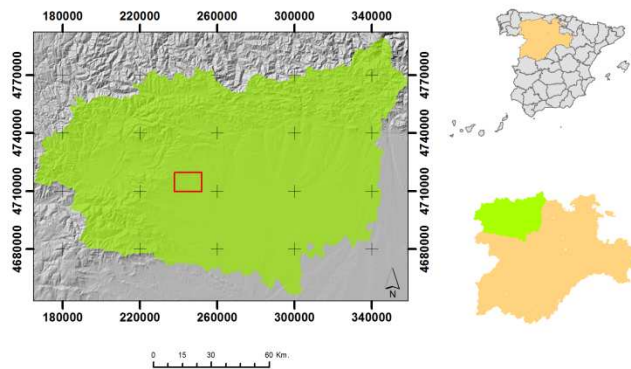


Fig. 1. Localización de la zona de estudio.

El relieve de la zona se caracteriza por la presencia de una zona más elevada (sustrato rocoso paleozoico) que se correspondería con la parte oeste del área de estudio, con altitudes superiores a los 1000 m. s. n. m., siendo la máxima altitud los 1336 m. s. n. m., en el extremo noroccidental de la zona. A medida que nos desplazamos hacia el este las altitudes van siendo más moderadas (zona de transición con depósitos de glaciares), estando comprendidas entre los 873 m.s.n.m. en la zona de confluencia de los ríos Tuerto y Porquera (llanura

de inundación y zona más deprimida de la zona de estudio) y sobrepasando los 900 m.s.n.m. en los primeros niveles de terrazas.

La red hidrográfica está formada por dos cauces importantes, los ríos Tuerto y Porquera, en donde desemboca toda la red de pequeños ríos como el Combarros y el Rodrigatos, así como otros arroyos, en su mayoría intermitentes.

El clima está influenciado por la transición entre la meseta y las montañas cercanas que bordean la zona de estudio. Se trataría de una zona con un clima mediterráneo con matiz continental, las temperaturas medias anuales oscilan en torno a los 10.7 °C y la media de las precipitaciones totales anuales se sitúan entre los 412.4 mm en Astorga, hasta los 534.7 mm y 542.1 mm de Carrizo de la Ribera y Villamejil respectivamente.

En relación a los suelos, según el Mapa de los grandes grupos de suelos de la Provincia de León, perteneciente al Mapa Agronómico Nacional, creado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias del Ministerio de Agricultura en el año 1973, los grupos principales de suelos en la zona de estudio son:

- Alfisoles xeralf: al este de la zona de estudio.
- Inceptisoles ócricos: al oeste de la zona de estudio.
- Variación entre Inceptisoles y alfisoles: llanuras de inundación de los ríos Tuerto y Porquera.

Desde el punto de vista geológico, existen dos grandes unidades con distintas edades y características litológicas. El Paleozoico inferior, el primero, y al Terciario-Cuaternario el segundo. Toda esta información ha sido obtenida de la memoria del mapa geológico de la serie MAGNA utilizado en la elaboración de este proyecto, realizada por VARGAS et al. (1984).

Los materiales paleozoicos afloran al oeste del río Tuerto principalmente, los más abundantes son las areniscas y pizarras pertenecientes a la Serie de los Cabos. En el extremo Suroccidental de la zona de estudio aparecen una serie de cuarcitas perteneciente también a la Serie de los Cabos (cuarcitas de cuatro tipos diferentes: arenosas, heterolíticas, lutíticas y limolíticas), y también las Pizarras de Luarca (pizarras negras del Ordovícico inferior-medio). Por último, en esta zona Suroccidental aparece mínimamente una sucesión pelítico-arenosa denominada Formación Agüeira, constituida por pizarras con intercalaciones de limolitas del Ordovícico superior. Al ser materiales duros con un marcada estructura, han hecho que persistan hasta la actualidad los antiguos valles miocenos, hoy convertidos en valles con fondos planos, con anchuras de entre los 2 y los 4 kilómetros. En las zonas donde la pendiente es grande aparecen suelos desnudos y en las bases de los valles aparecen depósitos de ladera enlazándose con una suave concavidad poco desarrollada a las laderas de los valles. Destacan en algunos puntos de la zona de estudio grandes coluviones de cuarcitas y pizarras.

Los materiales Terciarios se distribuyen a lo largo de todo el área de estudio. Se pueden distinguir tres clases de materiales terciarios: los limos, limos arcillosos y/o arenosos con niveles de gravas y arenas; los conglomerados de cuarcitas y cuarzo, pizarras y minerales de hierro; y por último ortoconglomerados de cuarcitas. Los valles actuales formados en el mioceno fueron rellenados en el terciario por depósitos formados por los materiales anteriores, que hoy en día forman un sistema de glaciares escalonados (en torno a 7 niveles) el más antiguo situado al Oeste de la localidad de Combarros y encajándose en la superficie de la raña terciaria-cuaternaria.

El dominio Terciario-Cuaternario se caracteriza por la aparición de grandes superficies elevadas sobre las que se encaja la red fluvial con su sistema de terrazas y una extensa llanura de inundación. Estas superficies

elevadas son la raña situada en el oeste del territorio abarcado en este trabajo y el abanico aluvial de Fuente de la Majada, situado entre los ríos Tuerto y Porquera. Los materiales cuaternarios presentes se pueden clasificar en varios grupos:

- Sistemas de Terrazas del Tuerto y el Porquera: composiciones litológicas similares de arenisca y cuarcita con ausencia de arenisca ferruginosa.
- Llanuras de inundación: aparición de cantos subangulosos y angulosos. Presencia de material detrítico formado por arenas finas y muy finas.
- En los fondos de valle aparecen sedimentos aluvio-coluviales, la composición litológica de estos está condicionada por el sustrato y generalmente se trata de arenas y gravas cuarcíticas arenicosas con cuarzo y alguna pizarra en las proximidades del contacto con el paleozoico.
- Los conos de deyección se sitúan en las salidas de los valles laterales de los ríos Tuerto y Porquera. Están formados por materiales del sustrato con lavado que van desde las arcillas hasta las arenas finas.
- Coluviones: formados por detritus formados por disgregación mecánica proveniente de las sierras de cuarcitas y areniscas de la Serie de los Cabos.
- Glacis: formados por gravas, arenas y limos.

3. Metodología

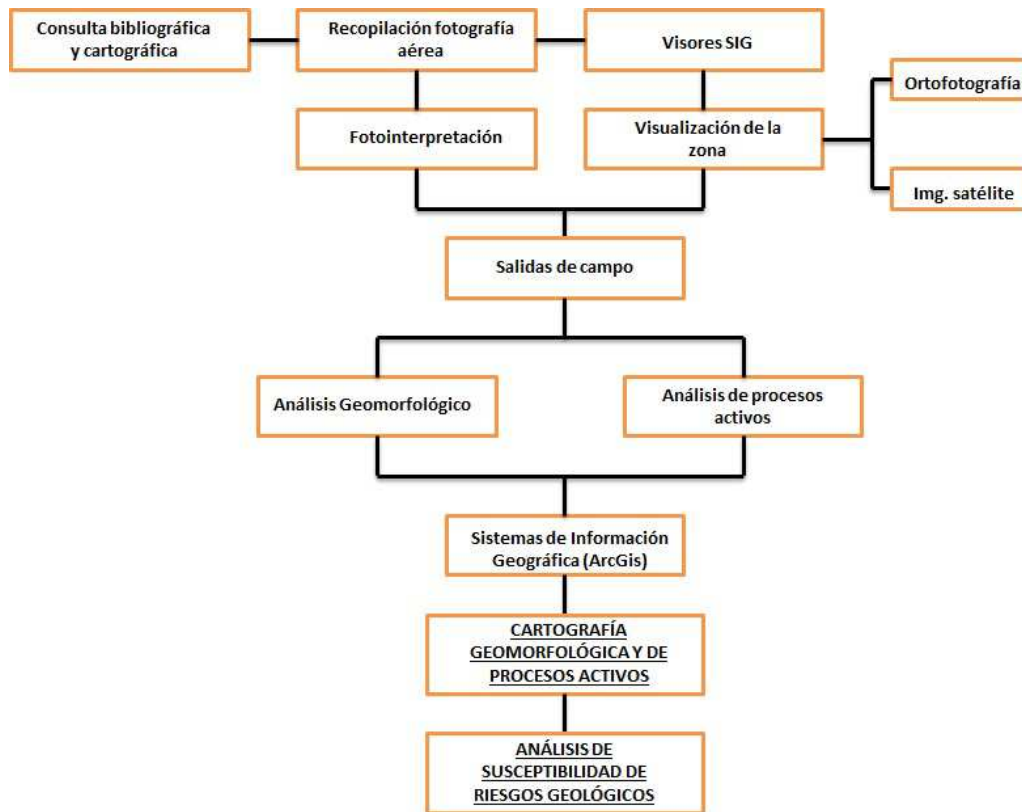


Fig 2: esquema metodológico.

Para la realización de este proyecto se han llevado a cabo las siguientes tareas:

- Consulta bibliográfica y cartográfica. Una vez delimitada la zona de estudio se procedió a la consulta de la bibliografía existente para realizar una descripción del área de estudio. La bibliografía consultada trata sobre aspectos físicos del medio natural y sobre temática que ofrezca información relacionada con la elaboración de la cartografía que se va a realizar en este proyecto. También es indispensable contar con una ayuda cartográfica de base como el mapa topográfico 1:25000 de Villamejil y el mapa geológico 1:50000 del IGME de Benavides de Órbigo, en el que el área de este trabajo viene representada en el tercer cuadrante.
- Fotointerpretación. Uno de los procesos más importantes del proyecto. Se han utilizado doce fotografías aéreas correspondientes al vuelo americano, pertenecientes al ejército del aire, Vuelo Fotogramétrico de 1956-57 a escala aprox. 1:33.000 Roll. 445, 1370 PMG, 54AM78 nº27152-27146 y 14991-14997.
- Salidas de campo. Realizadas durante y después del proceso de fotointerpretación.
- Realización de la cartografía. Una vez finalizada la técnica de fotointerpretación y el trabajo de campo se han realizado las cartografías geomorfológicas y de procesos geológicos activos mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (ArcGis 10.1). A través del Modelo Digital del Terreno MDT05/MDT05-LIDAR con una resolución espacial de 5x5 metros se han aplicado las herramientas de "Hillshade" que crea una capa de relieve sombreado considerándose el ángulo de iluminación y las sombras, y "slope" que identifica la pendiente en grados del terreno. Junto a los resultados de estas dos herramientas se ha utilizado la capa del BCN de Curvas de nivel. Por otro lado, y como apoyo a lo anterior se han utilizado a su vez las cuatro orto fotos del PNOA (Plan Nacional de Orto fotografía Aérea) que abarcan la totalidad de la zona de estudio, así como la cartografía topográfica y geológica digitalizada. Para la simbología del mapa se ha utilizado la guía para la elaboración de mapas geomorfológicos de España a escala 1:50000 del Instituto Geológico y Minero de España. Con todo esto se trasladó toda la información obtenida en la fotointerpretación y las salidas de campo a la interfaz de ArcGis lo que dio como resultado la cartografía final que se puede consultar al final de este artículo.

4. Resultados.

Una vez finalizada la elaboración cartográfica con el mapa geomorfológico y de procesos activos a escala 1:25.000, se pueden elaborar los resultados basándose en los tres dominios geomorfológicos que forman el relieve de esta zona, cada uno de ellos con procesos activos diferentes, a saber:

- Aquellos relieves asociados al Paleozoico: Son 3 los tipos de procesos activos encontrados en estos relieves, los coluviones, las zonas de glaciis y los desprendimientos y vuelco. Son dos las zonas del mapa donde nos encontramos este tipo de formaciones: una al suroeste del mapa, en la ladera sur de la elevación formada por el Alto de Obidos y El Sierro (Fig. 4 anexo fotográfico), la otra al norte. La presencia de glaciis es muy frecuente en el área de estudio, localizándose en la zona central del mapa, así como en la zona sur. Son depósitos con materiales mucho más finos que en los coluviones (Fig. 5 anexo fotográfico). El lugar exacto donde encontramos procesos de desprendimientos y vuelcos es la zona de encajamiento del río Porquera en un pequeño cañón, antes de su desembocadura en el río Tuerto. Con el agravante de que la carretera LE-CV-160-3 discurre por ese mismo punto, lo que supone un lugar en el que se pueden generar situaciones de riesgo (Fig. 6 anexo fotográfico).
- Aquellos relieves asociados al dominio Terciario: son 2 los tipos de procesos activos encontrados en el dominio terciario, los deslizamientos, procesos de erosión hídrica superficial en surcos. Dentro de la zona de estudio se han podido observar procesos de deslizamientos en la localidad de Vega de Magaz,

concretamente en la ladera formada por la erosión del río Porquera (Fig. 8 anexo fotográfico). Se trata de una zona con una alta peligrosidad potencial debido a que a muy pocos metros, en la base de la ladera, discurre una línea de ferrocarril. Los procesos de erosión hídrica aparecen próximos a la localidad de Villaobispo de Otero.

- Aquellos relieves formados por la acción fluvial: destacan las llanuras de inundación, las terrazas fluviales, los fondos de valle y los abanicos aluviales. Según los habitantes de la zona, las inundaciones son unos de los procesos que más veces han sufrido. Las llanuras de inundación están cubiertas por cultivos de regadío y por asentamientos humanos, por lo que el anegamiento de estas zonas por una posible inundación supondría una importante pérdida económica para toda esta comarca rural (Fig. 9 anexo fotográfico). Existen 7 niveles de terrazas en el sistema Tuerto-Porquera, las más visibles son las de la margen derecha del río Tuerto (antes de recibir al Porquera), la margen izquierda solo cuenta con algunas degradadas, pudiendo deberse a una asimetría en el valle por procesos de neotectónica, en los que el río Tuerto se pueda estar desplazando hacia el este. En el río Porquera la situación es similar, las terrazas más desarrolladas están en la margen derecha. Los procesos activos que podemos encontrar en estas terrazas son procesos de degradación y arrastre por escorrentía y la edafización del suelo (Fig. 10 anexo fotográfico). Los abanicos aluviales se sitúan en las salidas de los valles laterales de los ríos Tuerto y Porquera. Las localidades de Zacos, Cogorderos, Quinta de Fon y la Carrera de Otero se encuentran levantadas sobre estos abanicos, por lo que si en algún momento se produce un evento extraordinario de precipitaciones, la susceptibilidad ante un proceso de avenida es alta en todas las localidades. A su vez, alguno de estos abanicos interacciona con una vía de ferrocarril que está construida cercana a estas formaciones (Fig. 11 anexo fotográfico).

A parte de los procesos activos que se dan en los diferentes dominios existen construcciones, infraestructuras y actividades humanas que aumentan el riesgo de sufrir daños por levantarse principalmente sobre zonas expuestas a una alta peligrosidad: vías de comunicación expuestas a desprendimientos y deslizamientos, campos de cultivo y construcción de viviendas cercanas a los cauces de los ríos, expuestas por lo tanto a sufrir inundaciones (Fig. 13 y 14 anexo fotográfico).

Fig. 3: tabla síntesis de los resultados

DOMINIO	PROCESO	DESCRIPCIÓN	PESO	INTERACCIÓN CON ESTRUCTURAS HUMANAS
Dominio Paleozoico	Coluviones	Proceso gravitacional en el que se acumulan materiales procedentes de las zonas más altas en la base de las laderas	Medio	Inexistente
	Glacis	Relieve formado por depósitos de transición que forman una llanura con una suave pendiente.	Alto	Inexistente
	Desprendimientos	Movimiento de materiales que se desprenden de una ladera en zonas escarpadas.	Bajo	Puntual
Dominio Terciario	Deslizamientos	Movimiento en masa de materiales consolidados con velocidad variable y que suelen moverse en conjunto.	Bajo	Puntual
	Procesos de erosión hídrica del suelo	Incisiones lineales en el terreno provocadas por la acción de la escorrentía superficial.	Bajo	Puntual
Dominio de origen fluvial	Llanura de inundación	Zonas planas de un valle aluvial sujetas a inundaciones periódicas.	Alto	Importante
	Terraza	Zonas expuestas a la erosión y arrastre de materiales por parte de la escorrentía superficial.	Medio	Importante
	Fondos de valle	Lugar de acumulación de derrubios que en épocas en las que el agua circula por el cauce, son arrastrados por la corriente.	Alto	Inexistente
	Abanicos aluviales	Lugares en donde disminuye el gradiente topográfico haciendo que la carga sólida que arrastra la corriente sedimente.	Medio	Puntual
Dominio actividad antrópica	Campos de cultivo	Zonas susceptibles de erosión por la escasa vegetación en cultivos abandonados y pérdidas económicas por inundación en aquellos campos en uso.	Medio	Puntual
	Carreteras y caminos	Pueden provocar procesos de erosión hídrica, así como ser susceptibles de sufrir determinados riesgos.	Medio	Importante
	Zonas de minería romana	Suelen presentarse como zonas acarcavadas	Bajo	Inexistente
	Acondicionamiento del cauce del río	Modificación del cauce natural del río a su paso por los municipios que puede causar algunos efectos indirectos.	Bajo	Puntual
	Construcciones con alta peligrosidad	Edificaciones con una susceptibilidad alta ante riesgo geológico.	Medio	Importante

5. Conclusiones.

La elaboración de esta cartografía geomorfológica y de procesos activos mediante SIG constituye la base para una futura realización de estudios de susceptibilidad ante riesgos geológicos para esta zona de la provincia de León. Los datos que constituyen la cartografía presentada en este trabajo han sido obtenidos a través de la técnica de la fotointerpretación, unido a una minuciosa consulta bibliográfica así como a un trabajo de campo complementario. Todo esto permite identificar y analizar cada uno de los dominios geomorfológicos y sus formas del relieve, diferenciando cada uno de los procesos geológicos activos predominantes en cada dominio.

Son tres los dominios geomorfológicos presentes (el paleozoico, el terciario y el cuaternario), cada uno de ellos con diferentes tipos de relieves. En cuanto a los procesos geológicos activos más representativos en la zona de estudio son aquellos causados por la acción fluvial (llanuras de inundación y fondos de valle, abanicos y terrazas), los movimientos gravitacionales (coluviones, deslizamientos y desprendimientos) y la erosión de los suelos. Punto importante a destacar son aquellos procesos geológicos activos en los que la mano del hombre ha sido el desencadenante de su existencia. Actividades como la agricultura, la antigua minería romana o la construcción de infraestructuras provocan un impacto en el medio que inicia un proceso activo, proceso que puede suponer un riesgo futuro para la población.

Referencias

- Laín-Huerta, L. (Ed.) (2002): Los Sistemas de Información Geográfica en los riesgos geológicos y en el medio ambiente. 288 pp. *Instituto Geológico y Minero de España. Serie Medio Ambiente. Riesgos Geológicos 3*. Madrid (España)
- Martín Serrano, Á.; Salazar, Á.; Nozal, F. y Suárez, Á. (2004). Mapa Geomorfológico de España a escala 1:50.000. Guía para su Elaboración. 128 pp. *Instituto Geológico y Minero de España*. Madrid (España)
- Ayala, F.J.; Olcina Cantos, J. (2002). Riesgos Naturales. 1512 pp. *Ariel Ciencia*. Barcelona (España).
- Pedraza, J. (1996): Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones. 414 pp. *Editorial Rueda*. España.
- Vargas, I.; Pol, C.; Corrochano, A.; Carballeira, J.; Corrales, I.; Flor, G; Manjón, M.; Díaz García, F.; Fernández Ruiz, J. y Pérez Estaún, A. (1984): Memoria de la cartografía geológica serie Magna hoja 160 "Benavides". *Instituto Geológico y Minero de España*. Madrid (España).
- Aguado-Jolí Smolinki, I. (1973): Mapas provinciales de suelos (León). *Ministerio de Agricultura, INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias)*. Madrid (España).

6. Anexo fotográfico

Fig. 4. Coluvión en la zona suroeste de la zona de estudio



Fig. 5. Depósitos de Glacis en la zona central de la zona de estudio



Fig. 6. Desprendimientos en el río Porquera y carretera LE-CV-160-3



Fig. 7. Materiales terciarios en el este de la zona de estudio (Villamejil)



Fig. 8. Deslizamiento en Vega de Magaz



Fig. 9. Llanura de inundación en la confluencia del Tuerto y Porquera



Fig. 10. Cambio de rasante entre terrazas (carretera Villamejil-Vega de Magaz)



Fig. 11. Abanico aluviales en el norte de la zona de estudio



Fig. 12. Acondicionamiento del cauce del río Porquera a su paso por Vega de Magaz



Fig. 13. Cauce del río Tuerto a su paso por Villamejil y edificaciones cercanas.



Fig. 14. Talud y edificación en Vega de Magaz.