

***ANEJO N° 7:  
ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO***

## **1.- GEOLOGÍA**

El territorio de Valladolid es joven desde el punto de vista geológico. La inmensa mayoría de la provincia pertenece al Mioceno Medio y Superior o a recubrimientos cuaternarios. Solo un supuesto y minúsculo afloramiento paleozoico en Castrejón de Trabancos, una pequeña mancha de Paleógeno (Ludiense) junto al río Guareña y un sector, más extenso, de materiales pre-tortonianos, entre el río Trabancos y el límite occidental de la provincia, representan edades anteriores a la formación dominante.

La presencia de estos materiales más antiguos en la provincia podría deberse al movimiento de un bloque del sustrato paleozoico, cuyos límites vendrían dados por fracturas, supuestas, que seguirían los cursos de los ríos Guareña y Trabancos aproximadamente, mientras que por el Sur quedaría limitado por la prolongación de la falla Alba Villoria que llega hasta Castrejón de Trabancos. La existencia de estas fallas se supone por el brusco cambio de materiales que se observa de un lado a otro del Trabancos, especialmente en Castrejón de Trabancos.

La cuenca Terciaria del Duero es una amplia sineclise de carácter tectónico, constituida por bloques desnivelados que han sufrido ajustes durante el final del terciario, moviéndose en función de fracturas de dirección N-S; E-O; NE-SO y NO-SE. Salvo el supuesto bloque mencionado (muy cercano a los afloramientos del zócalo en Salamanca) parece que, dada la situación central de nuestra provincia, el sustrato debe estar a una notable profundidad, especialmente al Este y Norte de la provincia. Por ello, en el estado actual de los conocimientos, no parece razonable inferir otros fenómenos tectónicos a partir del solo hecho de la disposición rectilínea de algunos cauces, como el Sequillo.

Durante el terciario esta compleja sineclise va colmatándose de sedimentos en un régimen que alterna fases lacustres, con aportes torrenciales y fases palustres, con periodos en que domina la evaporación. Lógicamente, los sedimentos aportados varían en función de los caracteres litológicos de las áreas de alimentación, de los procesos que las denudaban y de los sistemas de transporte. En general, puede decirse que al Oeste y al Sur domina el aporte de materiales silíceos: arcillas, arenas y conglomerados; mientras que al Este y Norte domina el aporte de materiales calcáreos: arcillas de descalcificación, margas y calizas. Pero esta es una idea muy general que debe matizarse con la consideración de que el tipo de sedimentos depende también del régimen, de modo que en todas partes pueden aparecer

niveles de arcillas, arenas o conglomerados y que todos los materiales, incluso las calizas, han podido llegar muy lejos de sus fuentes en función del sistema de transporte y el régimen de sedimentación.

El hecho es que la situación de nuestra provincia en el centro de la cuenca le ha permitido participar de los caracteres sedimentarios de las dos grandes zonas apuntadas, de forma que los sedimentos de dominante calcárea están simplemente representados al Este, avanzando la punta hacia el Oeste -posiblemente transportados al Norte, con una componente más arcillosa, y al Sur, con mayor incidencia de arenas y conglomerados. Durante el Plioceno y Cuaternario, en cambio ha tenido mayor protagonismo la zona sur de la provincia. La confluencia de varios cauces importantes al Suroeste de Valladolid Pisuergra, Esgueva, Duero, Cega, Eresma, Adaja (asociada probablemente a problemas de drenaje hacia el Oeste), ha dado lugar a una extensa acumulación de arenas y gravas cementadas en forma de terraza que han quedado en resalte sobre los cauces actuales, la cual se extiende desde el río Hornija hasta las proximidades de Medina del Campo. Más disecada al Sur del Duero, caracteriza el área en torno a Rueda. Más al Sur y al Este, jalonando a ambos lados el curso del Adaja aparece también una alta terraza en los interfluvios, genéricamente distinta de la anterior, a la que se deben los relieves dominantes al sur de Olriledo. En el Norte y Este de la provincia, en cambio, las terrazas sólo están representadas en los valles de los grandes ríos Duero y, sobre todo, Pisuergra.

## **2.- LITOLOGÍA**

Desde el punto de vista litológico, los materiales que constituyen el territorio provincial son arcillas, más o menos arenosas, arenas y gravas de los recubrimientos cuaternarios, en las campiñas; y margas y calizas en los páramos del N y E. Más en detalle, los caracteres litológicos, según la edad de los materiales, son los siguientes:

- El pequeño afloramiento eoceno, de edad Ludense, que aparece en el extremo suroccidental de la provincia está formado por sedimentos detríticos donde alternan areniscas con bancos de conglomerados.
- Los materiales pre-tortonenses que aparecen entre el Trabancos y el límite occidental de la provincia están constituidos por una alternancia de bancos de areniscas con niveles de calizas y margas. Culmina la formación un conglomerado muy compacto, bien cementado, que introduce una superficie plana dominante en altura. La distinta competencia de los materiales frente a la erosión da lugar a un paisaje accidentado donde los bancos más resistentes introducen superficies en resalte.
- Los materiales del Vindoboniense inferior o Tortonense (Astaraciense) son los más ampliamente representados en la provincia, pues no sólo están presentes de forma casi exclusiva en Tierra de Campos, en el Campo de Medina y toda la zona sur, sino que penetran en el área fundamentalmente por arcillas. No obstante puede distinguirse una facies netamente arcillosa en Tierra de Campos y una facies más detrítica al sur del Duero, constituida por arcillas fabulosas entre las que se intercalan delgados bancos de arena y, a veces, conglomerados. Ello ha dado lugar a una topografía más homogénea en Tierra de Campos que en el Campo de Medina. Con todo, aquí, las diferencias en los materiales miocenos son una cuestión de detalle, debiéndose los contrastes topográficos más significativos a las terrazas. En cambio, puede constatarse una diferencia de permeabilidad a favor de la zona sur y menores problemas en los asientos por fenómenos de compactación de las arcillas en el Campo de Medina.
- El Vindoboniense superior o Sarmatiense (Vallesiense) está constituido fundamentalmente por margas claras, blancas o gris blanquecino, frecuentemente

compactas en forma de greda, que orlan las cuestas y afloran en los valles poco profundos abiertos en las calizas de páramo. Entre las margas aparecen niveles de calizas margosas, y ocasionalmente, delgados bancos de arcillas que alcanzan mayor potencia hacia el extremo oriental de la provincia. Igualmente es frecuente la aparición de yesos entre las margas que han sido, y siguen siendo objeto de explotación. Las margas resultan impermeables, de modo que en el contacto entre ellas y las calizas del Potiense aparece un nivel freático que origina fuentes en las cuestas, algunas explotadas industrialmente (aguas de Castromonte) y alimenta pozos excavados sobre el páramo. Dada la situación en cuesta de estas margas y su capacidad para hidratarse, aumentando de peso y tendiendo a deslizarse por gravedad, las zonas de margas en cuesta tienen serios problemas de asiento, que con frecuencia se traducen en grietas en los edificios asentados en ellas. A este problema se une la disolución de los yesos que puede dar lugar a asientos bruscos. y la agresividad de las aguas selenitosas, de disolución de yesos. También como consecuencia de su situación en pendiente y limitada competencia las margas han sido profundamente acarabadas en algunos puntos por los arroyos y torrenteras ocasionales que descienden por la cuesta.

- El Pontense está constituido en la provincia fundamentalmente por un grueso banco de calizas grises, evaporíticas, con un espesor que varía entre 10 y 30 m. Estas calizas que a veces pueden presentar más de un nivel, separados por capas de margas se presentan en disposición sub-horizontal por la lógica subsidencia del centro de la cuenca con respecto a los bordes, de forma que alcanzan mayor altitud al Este de la provincia. Por su horizontalidad constituyen la superficie plana del páramo. La parte superior del banco calcáreo ha sido alterada químicamente de forma que la caliza está oculta en superficie por un manto de arcillas de decalcificación que han servido de base para la formación de los suelos del páramo. Las calizas resultan permeables a través de las fisuras y diaclasas, originando un manto freático en el contacto con las margas infrayacentes. Ocasionalmente aparecen fenómenos de disolución en superficie de tipo lapiaz o dolinas apenas esbozadas, pero no hay evidencias de disolución significativa en profundidad. Lógicamente el banco de caliza constituye un magnífico asiento tanto para la edificación como para la obra pública, por su solidez y horizontabilidad. Las calizas se han explotado tradicionalmente para la cantería, siendo famosas las canteras de

Campaspero que han proporcionado la piedra para los más notables edificios de la provincia.

- Sobre las calizas pontienses, aparecen restos de un nivel culminante de edad pliocena constituido por margas y arenas y sobre ellas un banco de calizas grises de 2 a 4 metros de potencia que ocasionalmente puede dar lugar a un desdoblamiento del cantil en los lugares donde se ha conservado. Al Este de la provincia da lugar a cerros sobre la superficie principal del páramo. En algunos puntos, el remate de la serie pliocena está constituido por arenas limosas. que reposan sobre este banco de calizas con dos o tres metros de espesor, y una costra calcárea de 30 cm de espesor y que constituye la cima de la formación.
- Las terrazas están constituidas por depósitos de gravas cuarcíticas y calizas. generalmente bien cementadas en el caso de las más antiguas, e importantes contingentes de arenas en las más bajas. El lecho de inundación del río está formado fundamentalmente por limos arenosos con algunas acumulaciones de gravas. Son materiales muy permeables que dan lugar a un nivel de fuentes en el contacto con las arcillas miocenas y a un freático superficial bajo el manto aluvial del lecho del río, alimentado por éste. Es frecuente la explotación de las terrazas menos cementadas (sobre todo las situadas a 7-10m sobre los cauces) mediante graveras que en algunos puntos especialmente al sur de la ciudad de Valladolid, tienen una incidencia notable. Desde el punto de vista del cultivo se aprovechan fundamentalmente para viñedo.
- Por último el manto de arenas cuaternarias, de origen fluvial y removidas por el viento, tapiza importantes sectores del centro-sur de la provincia y se extienden, llevadas por el viento, incluso sobre los páramos La Parrilla-Portillo llegando a sobrepasar el Duero. Modeladas en dunas por el viento, llegan a alcanzar, en los puntos de acumulación eólica, espesores de 10 a 15 metros, aunque su espesor es muy variable y en algunos lugares no llega al metro. Su permeabilidad da lugar a la rápida filtración del agua hacia un freático muy próximo a la superficie que, en las zonas donde el sustrato miocénico, impermeable. presenta depresiones, da lugar al desarrollo de áreas húmedas con presencia ocasional de charcas cuando el freático asciende hasta la superficie. Las más de estas depresiones del sustrato no llegan a originar charcas permanentes y se aprovechan para cultivos exigentes en humedad

son los "bodones" de tierra de pinares, cuando el área húmeda es más extensa se dedica a pastos en praderas naturales. En los casos en que el agua aflora de modo permanente o semi-permanente se forman pequeñas lagunas o "lavajos" hoy muy reducidos por los drenajes artificiales.

### **3.- GEOTECNIA. UNIDADES MORFO-ESTRUCTURALES**

Descritos en el capítulo anterior los rasgos que presentan las unidades en que se organiza la provincia cuyos caracteres han sido examinados detenidamente, trataremos de evitar premiosas reiteraciones en este capítulo que dedicaremos fundamentalmente a exponer los criterios de delimitación de las unidades morfo-estructurales y los problemas que en detalle ha presentado su aplicación, concluyendo con una valoración de cada una de ellas.

De acuerdo con lo que se ha indicado en la conclusión del capítulo precedente, el examen de los rasgos físicos de la provincia conduce a distinguir las siguientes unidades morfo-estructurales:

**1.- Tierra de Campos.**

**2. - Páramos.**

**3.- Campiñas Meridionales.**

Cierto es que el contraste entre los Páramos y las otras dos unidades es muy superior al que presentan éstas entre sí pero también lo es que existe una clara discontinuidad entre ambas, físicamente separadas por los páramos. Si bien pudiera resultar cómodo, desde el punto de vista provincial, agruparlas en un sólo conjunto, semejante solución planteaba problemas desde el punto de vista regional en relación a los trabajos realizados en otras provincias. Tierra de Campos se individualiza de modo evidente en la región por su homogeneidad, tanto en los rasgos físicos como en los aspectos humanos, mientras que las campiñas meridionales son mucho más heterogéneas tanto desde el punto de vista físico, como en las actividades humanas y caracteres socioeconómicos.

Así pues el contraste entre la homogeneidad de Tierra de Campos y la diversidad de las campiñas meridionales y su situación en el conjunto regional, se ha tomado como criterio base para considerarlas unidades diferenciadas. Criterio que responde también a las establecidas en la metodología para las unidades morfo-estructurales por cuanto las formas de relieve son más variadas y complejas en la campiña meridional que en Tierra de Campos como lo es el detalle de su base geológica y los procesos que las han modelado.



Sobre este punto de partida, la delimitación de las unidades morfo-estructurales de la provincia de Valladolid parece obvia. Separadas ambas campiñas por los páramos, el paso de una a otra se evidencia inmediatamente. No obstante la confluencia de los grandes valles al sur de la capital, al romper la continuidad complica la delimitación obligando a utilizar criterios complementarios.

Como criterio básico para la delimitación de la unidad morfo-estructural de los páramos se ha utilizado la cuesta que domina las campiñas y que supone un desnivel topográfico de más de 100 metros. Para definir la cuesta se ha utilizado la cota de 800 metros, que en el centro y Oeste de la provincia viene a corresponderse con el piso de margas que subyace a las calizas sobre las que se asienta la superficie tabular de los páramos. Hacia el Este y Sur, al elevarse la altitud, la curva de 800 m corresponde al contacto entre las margas y las arcillas o incluso estas últimas, de modo que viene a definir el pie de la cuesta. No obstante el criterio sigue siendo válido, siempre, que se combine con la consideración geológica y geomorfológica de los materiales específicos de los páramos.

En ocasiones esta cota penetra en el interior del páramo, siguiendo los valles que lo disecan. Pero tales valles pertenecen al páramo. Ello ha obligado a establecer criterios adicionales para separar la parte del valle que pertenece al páramo de la que puede incluirse en la campiña. El criterio en este caso ha sido cerrar la unidad allí donde el valle pierde sus caracteres de valle en artesa propio del páramo. Este criterio se ha matizado con otros, como los cambios en los materiales del valle o, en los casos en que las formas de relieve no permitían definir un límite preciso, en las discontinuidades en la vegetación.

En la confluencia del Duero-Pisuerga estos criterios mencionados se han convertido en dominantes, puesto que, por sus dimensiones, los valles tienen rasgos propios que lo diferencian del resto de los valles desde bastante antes de su confluencia: el Pisuerga en todo su recorrido y el Duero desde poco después de la confluencia con el arroyo Valcorba. No obstante, los páramos recortados por los ríos llegan hasta las proximidades de la capital. Así pues, aquí, el límite se ha llevado al umbral de las terrazas fluviales situadas a la margen derecha del Duero, que vienen a señalar el borde norte de los pinares.

Por último, al SE de Mojados aparecen dos grandes retazos de páramo, separados de la masa principal de este y recortados por el Cega y varios arroyos que abren valles característicos del área de páramos. Sin duda forman parte de esta unidad morfo-estructural

y es necesario incluirlos en ella. Pero la indefinición del punto donde puede cerrarse, al sur de Portillo, donde el valle se abre considerablemente, ha llevado a adoptar el criterio complementario de la línea donde termina el pinar que caracteriza este sector.

Fuera de la unidad definida por los límites que resultan de la aplicación de estos criterios, queda un pequeño retazo de páramo al Este de Medina de Rioseco separado de la cuesta principal por un ancho valle y muy lacerado por la erosión. Se ha incluido en Tierra de Campos porque otra solución distorsionaría la delimitación al forzarla para incluir unos pequeños relieves individualizados. El mismo criterio se ha seguido con otro resto de páramo que por sus dimensiones es poco más que un cerro testigo, situado en las proximidades de Olmedo.

Contenida dentro de estos límites, la unidad morfo-estructural de los páramos, corta de este a oeste la provincia ocupando gran parte del sector centro y todo el este de la provincia. Con 3.409 km<sup>2</sup> de extensión es la unidad morfo-estructural de mayores dimensiones, de modo que ocupa casi la mitad de la superficie provincial (el 41,56%).

Esta unidad se continúa al oeste en la provincia de Zamora, donde penetra en forma de un estrecho espigón que enseguida se diluye en una hilera de cerros-testigo, enlazados por un lomo labrado en las margas. Al este continúa en las provincias de Palencia y Burgos donde alcanza su mayor extensión. Al sur, continúa también en la provincia de Segovia.

La personalidad de los páramos viene dada por sus formas de relieve, caracterizadas por el predominio de las líneas rectas, por la planitud de la superficie tabular que constituye el páramo propiamente dicho, y la singularidad de sus valles de fondo plano y vertientes escarpadas a las que, por su perfil, se han denominado valles en artesa.

La unidad de páramos está cortada por los dos grandes valles del Duero y el Pisuerga que los dividen en dos conjuntos diferenciados por sus caracteres. El más occidental, Torozos, es un páramo masivo que sólo ha sido recortado en su parte oeste por los ríos Hornija, Bajoz y Hontanija. El central, Cerrato, entre el Pisuerga y Duero, ha sido recortado en largos y estrechos espigones dispuestos de este a oeste. Por último, el meridional, vuelve a ser masivo, solo mordido por el arroyo Valcorba. Presenta la originalidad de haber sido tapizado en su parte occidental por las arenas cuaternarias,

transportadas por el viento y modeladas en dunas, que han servido de asiento a un extenso pinar.

La Unidad Morfo-estructural de las Campiñas Meridionales, con 3.017 km<sup>2</sup>, que representan más de un tercio de la superficie provincial (el 36.8%) es la segunda en dimensiones. Limitada al norte de los páramos, se continúa en las provincias de Segovia, Ávila, Salamanca y Zamora.

Hemos dicho anteriormente que esta unidad se caracteriza por la diversidad que presenta. En el este queda recubierta por el tapiz de arenas cuaternarias que introducen particularidades no solo en el modelado si no también en los suelos, en el drenaje, en la abundancia de charcas y zonas húmedas y en los recursos freáticos. Hacia el sur, entre el Adaja y el Trabancos, los materiales miocenos, han sido modelados en una campiña típica, donde destacan pequeños cerros como la "mota" que sirve de asiento al Castillo de Medina del Campo. Aquí y allá aparecen todavía algunas manchas de arenas cuaternarias que alojan "lavajos" y sostienen pequeños pinares. Al norte de Medina del Campo, un escalón de acceso a las terrazas del sur del Duero, en torno a las localidades de Rueda y La Seca, recortadas por los afluentes del Duero para dar lugar a relieves aluviales invertidos, más movidos y contrastados que la Campiña de Medina o la zona de arenas cuaternarias.

Más al norte, la vega del Duero, entre Simancas y Castronuño, da paso a la Campiña de Villalar modelada en arcillas, localmente recubiertas de arenas, y caracterizada por la presencia de cerros testigos que avanzan desde los espigones de los páramos. Finalmente al suroeste, entre el Trabancos y el límite occidental de la provincia, el relieve se accidenta considerablemente con respecto al resto de la unidad porque los afluentes del Trabancos y del Duero disecan los materiales del Mioceno inferior y del Eoceno que allí afloran.

Se trata pues de una unidad compleja, con formas de relieve que, si bien pueden agruparse genéricamente en la llanura, presentan modelados diferentes que se traducen también en paisajes distintos tanto en el aspecto físico, como en la vegetación, caracterizada por el dominio del pinar, y en las formas de aprovechamiento del suelo.

Es también original por sus recursos hídricos, representados no sólo por el tramo final del Duero en la provincia, que recoge la mayoría de las aportaciones fluviales, sino también por otros cursos relativamente importantes, como el Cega, el Eresma y el Adaja.

Pero además cuenta con importantes recursos subterráneos, tanto superficiales como profundos, que han sido ampliamente explotados para el establecimiento de regadíos y que vienen a compensar la originalidad climática de ser la unidad que menos precipitaciones recibe. Si bien, para el mantenimiento de estos debe controlarse la perforación indiscriminada de pozos de riego, cuya concentración está motivando en algunos sectores un descenso considerable en los niveles piezométricos de los acuíferos subterráneos.

La unidad morfo-estructural de Tierra de Campos, con una extensión de 1.776 km<sup>2</sup>, que representan el 21,55% del total provincial, es la unidad más reducida de esta provincia. No obstante se continúa ampliamente en las provincias vecinas.

Hacia el oeste, en la provincia de Zamora, siguiendo el límite de la cuesta, aunque, al irse haciendo discontinuo el espigón de páramo que la determina, este límite pierde vigor en relación al carácter que presenta en Valladolid. Hacia el noroeste y norte, continúa en la provincia de León, la topografía haciéndola más accidentada, Hacia el este se prolonga extensamente en la provincia de Palencia para atravesarla hasta la de Burgos, con caracteres muy similares a los que aquí ofrece.

El rasgo más característico de esta unidad es su homogeneidad que se expresa en las monotonías de las formas de relieve, muy tendidas y apenas contrastadas. Topográficamente asciende desde 720 m al pie de la cuesta de Torozos hasta 780-800 m en el noreste. Es aquí donde la disección del interfluvio Valderaduey-Sequillo proporciona un poco de movimiento a la topografía. Algo similar ocurre en el extremo norte, más allá del Cea, con la disección de las terrazas, que asegura los mayores contrastes topográficos de la unidad. Excepción hecha de este fenómeno muy marginal, la unidad presenta un solo paisaje caracterizado por la llanura y por la ausencia de vegetación, incluso la de ribera.

A estos caracteres une la particularidad de ser la unidad morfo-estructural más pobre en recursos hidráulicos, tanto por la modesta aportación de sus ríos, de caudal muy reducido, como por la pobreza de los mantos freáticos, de muy lenta recarga por las dificultades que las arcillas oponen a la filtración de agua.