

A efectos del documento se permite clasificar a los terrenos en tres grupos. En particular, para el vertedero de residuos sólidos urbanos, la construcción se va a clasificar "De moderada importancia", en un terreno Tipo II, es decir, terrenos granulares o cohesivos de compacidad media o dura, con una velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla VS comprendida entre los 400-750 m/sg y con un valor de aceleración A_c/g menor que 0,04, es decir, $a_c < 0,04 g$.

De acuerdo con la Norma, no es obligatorio el cumplimiento de la misma, al encontrarse ubicada la zona de estudio en un área cuyas características sísmológicas se sitúan por debajo de los parámetros mínimos requeridos para llevar a cabo los estudios sísmicos obligatorios.

V. HIDROGEOLOGÍA

5.1. HIDROLOGÍA

Nuestra zona de estudio se encuentra en la cuenca del Duero. Las principales arterias de agua son los ríos Tuerto y Órbigo, afluente este último del Duero, y son cursos de tendencia rectilínea y meandriforme con dirección preferente N-S.

El río Tuerto, al margen de pequeños arroyos, apenas tiene tributarios, sólo efímeros por la margen izquierda con dirección NE-SO, mientras que el Órbigo recibe por su margen derecha afluentes de cauces efímeros como el Barbadiel y Vellín de Lobos con dirección NNO-SSE.

Las estaciones de aforo de la zona son:

- Aguas arriba.
 - E-76: Río Omañas (afluente del río Órbigo).
 - E-77: Sueros (río Tuerto)
- Aguas abajo.
 - E-60: La Bañeza (río Órbigo después de la incorporación de El Tuerto).

Los datos resumen de estas estaciones (MOPU-ITGE, 1964-1984) son:

ESTACIÓN	NOMBRE	SUPERFICIE DE LA CUENCA, km ²	APORTACIÓN MEDIA, hm ³
E-76	Río Omañas	481	343
E-77	Sueros	53	30,1
E-60	La Bañeza	3192	852

5.2. CLIMATOLOGÍA

Nos encontramos con una serie de variables que nos van a definir el clima.

Los datos obtenidos en las estaciones climáticas del entorno definen un clima Mediterráneo Continental Seco con T^a media anual de 10-11° C, una precipitación media anual de 444-596 mm, y unos vientos (datos recogidos de la estación de León) predominantes OSO, con rachas máximas de 119 km/h, en un periodo de 30 años, con dirección SO-NE.

Las variables climáticas a tomar en cuenta son:

1. La Pluviometría media anual > 500 mm debe ser tomada en cuenta por la producción de lixiviados.
2. Precipitaciones máximas en 24 horas -para un periodo de 30 años- son de 70 mm en Ponferrada y 59 mm en León. En la estación de Astorga midió 98 mm en febrero de 1997, 83 mm en septiembre de 1996 y 103 mm en agosto de 1997.
3. No más de diez granizadas al año.
4. Aproximadamente veinte tormentas al año.
5. Heladas en torno a 80 al año.

Son interesantes los datos aportados por mayores y lugareños que hacen referencia a sucesos relacionados con grandes precipitaciones y avenidas ocurridas en el entorno de Estébanez y Valle de Portugal. Aunque no tienen un valor cuantitativo de los fenómenos, sí que muestran la recurrencia y magnitud de estos eventos que son determinantes para los estudios de meteorología y de avenidas. A continuación transcribimos algunos testimonios recogidos:

- *A Principios de siglo, en el verano, una tormenta fuerte arrasó todo lo que estaba en las "eras" (praderas donde se trillaban los cereales), llevándose por delante mieses y utensilios dedicados a estas labores agrícolas".*
- *El Día de la Trinidad de 1943 hubo Tormentas con grandes inundaciones. Las vigas de madera de las casas en construcción fueron arrasadas más de 2 km. hasta la vía del tren.*
- *En Agosto y Septiembre de 1959, las tormentas que se produjeron en el Valle de la Calzada ocasionaron inundaciones y graves daños, y sin embargo en el pueblo apenas llovió.*

5.3. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS.

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas es uno de los impactos más importantes que pueden generar los Centros de Tratamiento de Residuos. Del estudio en detalle de las distintas unidades hidrogeológicas de la zona, se pueden establecer los riesgos asociados al centro (ver mapa hidrogeológico y cortes).

Paleozoico.

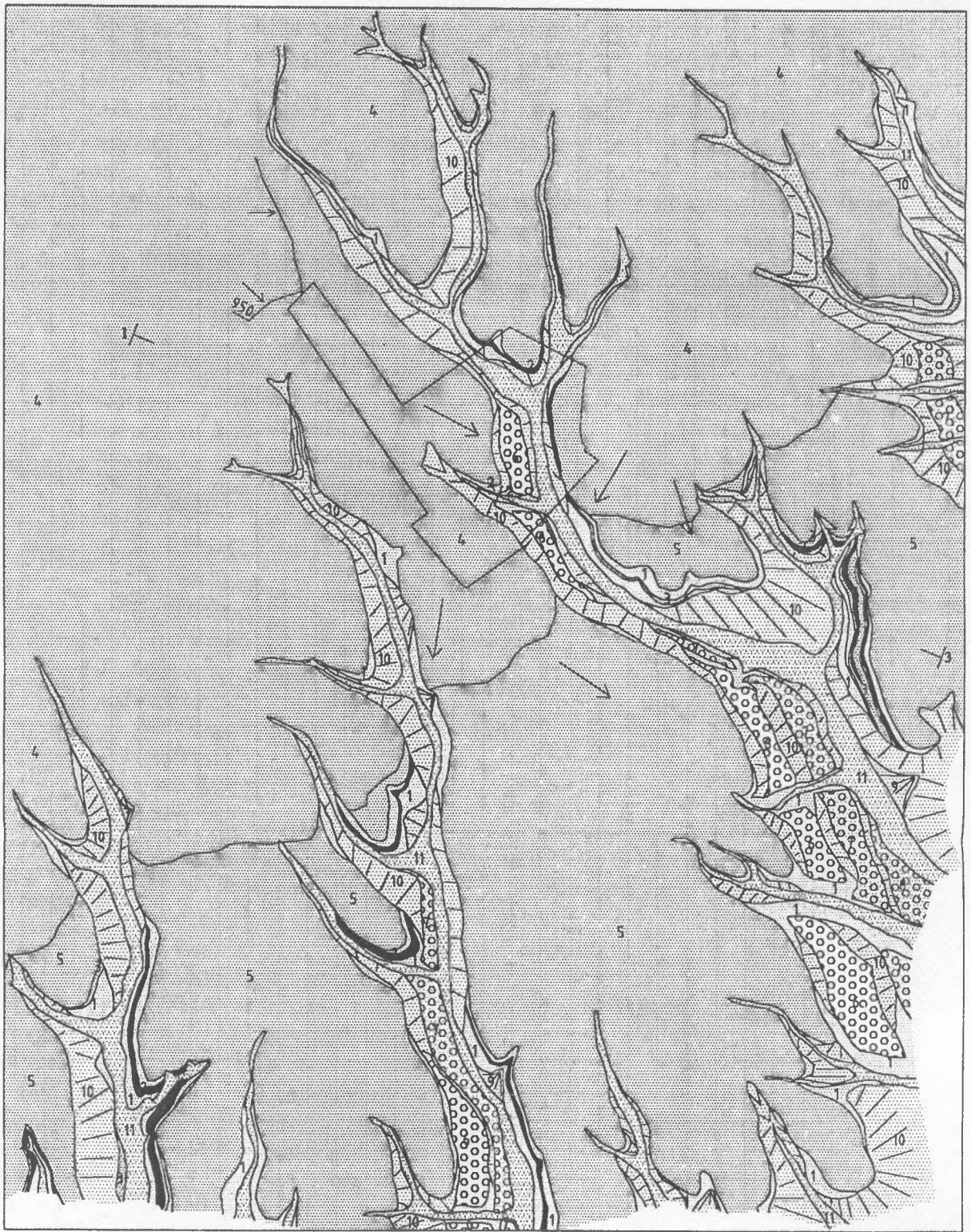
Constituido por cuarcitas y en menor medida por pizarras y areniscas del cámbrico y del ordovícico. La profundidad a la que encontramos estos materiales es menor cuanto más al oeste nos vamos. Llegan a aflorar en los alrededores de Sopeña de Carneros y Nistal ambos en la margen derecha del río Tuerto.

En origen estos materiales son impermeables (muy baja permeabilidad, $<10^{-8}$ m/s) y no son explotados. Cuando estos materiales están fracturados y/o diaclasados se desarrollan niveles acuíferos con cierto interés como parece suceder en el actual sondeo de abastecimiento de Brimeda o los dos sondeos, incluso surgentes, de Celada.

La recarga de estos niveles acuíferos se produce fundamentalmente de la recarga de lluvia en los bordes de la cuenca donde afloran los estos materiales.

Terciario.

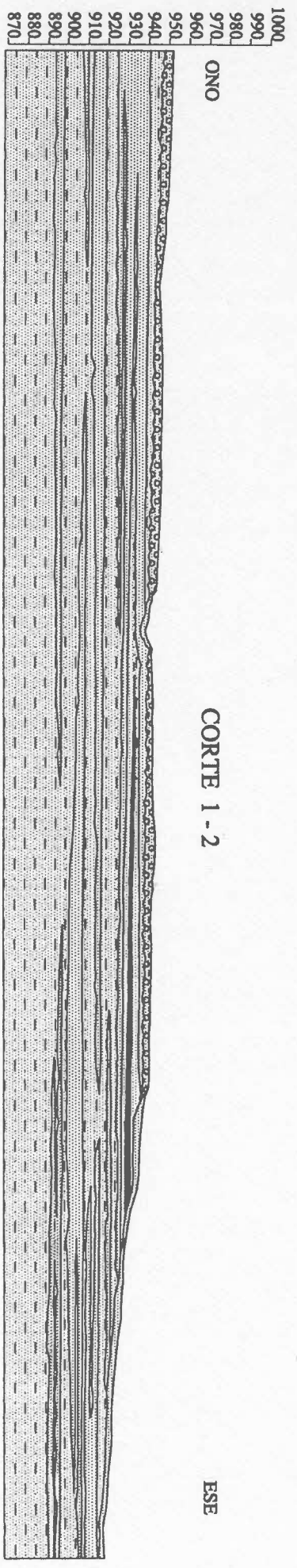
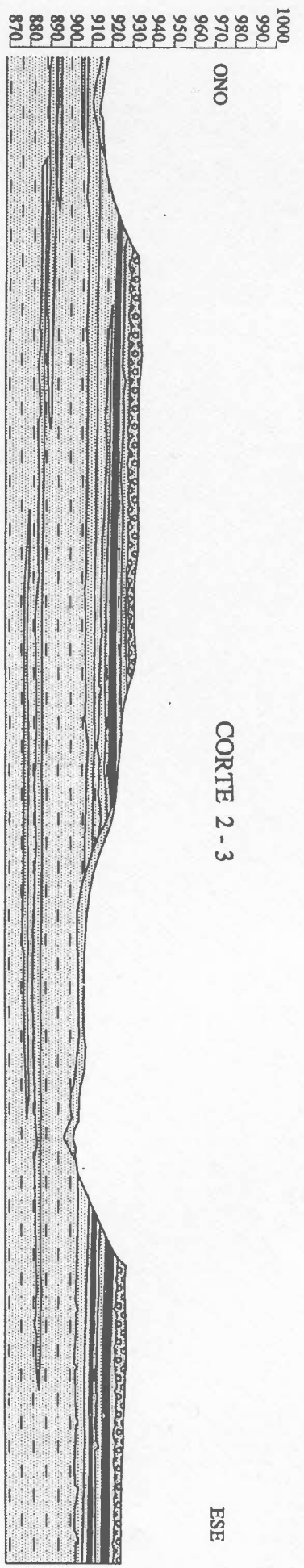
El terciario constituye la unidad hidrogeológica que más se desarrollada en nuestra zona. Pertenece a la denomina Unidad Esla Valderaduey, que tiene una extensión de 16.360 km² y abarca las cuencas de los citados ríos, Pisuerga, y Duero desde San Esteban de Gormaz hasta Zamora.








		CUATERNARIO		
CUATERNARIO	HOLOCENO		11. Lutitas y arenas con cantos y gravas. Fondos de valle.	PERMEABILIDADES m/s Azules. Porosidad intergranular. Rojos. Formaciones arcillosas. Belges. Recubrimientos y materiales cuaternarios.
	PLEISTOCENO		10. Lutitas con cantos. Coluviones. 9. Lutitas ocreas con cantos, gravas y arenas finas. Conos aluviales. 8. Gravas, arenas y lutitas. Terrazas. 7. Gravas, arenas y lutitas. Terrazas. 6. Gravas, arenas y lutitas. Terrazas. 5. Gravas cuarcíticas y arenas rojas. Sistema aluvial del Órbigo-Tuerto.	
TERCIARIO	VALLESIENSE	ISUP		
	ASTARADENSE	MEDIO		
	ORLEAMENSE	1		
		TERCIARIO		
				3. Arenas ocre-amarillentas. 2. Lutitas rojas y ocreas. 1. Limos y lutitas ocreas con intercalaciones de arenas.

Area ofertada. 950 Isoplezia. Dirección preferencial del flujo subterráneo.	Situación Corte 	ESCALA 	Modificado de INYPSA.	Mapa Hidrogeológico.
---	---------------------	-------------------	-----------------------	----------------------

INFORME DE RIESGOS ASOCIADOS A LA CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS EN EL VALLE DE PORTUGAL, SAN ROMÁN DE LA VEGA. LEÓN.



- TERCIARIO**
-  Limos y lutitas. Permeabilidad baja.
 -  Graveros y arenas. Permeabilidad media.
 -  Lutitas. Permeabilidad muy baja.
- CUATERNARIO**
-  Graveros y arenas. Permeabilidad alta.
 -  Fondos de valle. Permeabilidad muy alta.

Corte en detalle de las unidades hidrogeológicas

Estos materiales están recubriendo el paleozoico. Tienen una disposición casi horizontal, con un suave buzamiento al SE inapreciable en el campo (2-8 m./km). Su espesor es mínimo en la margen del río Tuerto, donde llega a aflorar el paleozoico, y aumenta (hasta varios centenares de metros) a medida que nos dirigimos hacia el este. Presenta una gran variedad litológica con alternancias de arcillas, arenas y conglomerados.

La variabilidad litológica determina la gran heterogeneidad de las características hidrogeológicas de este sistema.

Los acuíferos se desarrollan fundamentalmente en los niveles arenosos dispuestos como lentejones englobados en materiales de naturaleza arcillosa. Estos cuerpos tridimensionales tienen distintas extensiones y potencias métricas, y no suelen estar interconectados. Se comportan como acuíferos confinados en relación con las arcillas que les engloban y como acuíferos libres en la parte superior de los valles y cuando están en contacto con los materiales cuaternarios.

La recarga se origina por infiltración en las zonas de interfluvios de los ríos y en los relieves de los bordes de la cuenca situados en el norte y oeste de la zona - Cordillera Cantábrica - a favor de las cuarcitas fracturadas, calizas paleozoicas y mesozoicas además de los materiales conglomeráticos más recientes.

A continuación describimos las características hidrológicas de las distintas unidades cartográficas del Terciario.

Gravas y arenas.

Estas arenas y gravas presentan una gran permeabilidad (10^{-4} - 10^{-5} m/s). Afloran en los alrededores de La Carrera y Quintana de Fon con potencias superiores a los 50 m. e intercalaciones de 2-4 m.

Lutitas ocre y rojas con intercalaciones de arenas amarillentas.

Esta unidad presenta en su conjunto una baja permeabilidad (10^{-5} - 10^{-8} m/s). Podemos diferenciar niveles de lutitas ocre y rojas muy impermeables entre los que se intercalan niveles arenosos de hasta 6-8 metros de potencia que tienen permeabilidad media-alta. Las arenas son de grano fino y aunque no están cementadas, la abundante matriz arcillosa y limosa disminuye su inicial permeabilidad.

Arcillas y limos rojos y verdes con concreciones carbonatadas e intercalaciones de arenas.

El comportamiento de esta unidad formada por arcillas (aveces paleosuelos) y limos rojos y verdes, a veces con laminación paralela, con concreciones carbonatadas e intercalaciones de arenas de grano fino a medio, es similar a la anteriormente descrita.

Los sondeos realizados en la zona ofertada y aledaños muestran que esta unidad está formada por una alternancia de lutitas verdes y rojas y arenas de grano fino a muy fino.

Las arcillas presentan una permeabilidad muy baja, $< 10^{-9}$ m/s mientras que las arenas dispuestas en bancos de hasta 8 metros de espesor y una continuidad lateral considerable (0,5-1,5 km), presentan una permeabilidad media-alta.

Arenas amarillentas.

Estas arenas amarillentas de grano medio que se incluyen en las unidades anteriores, presentan permeabilidades media-baja (10^{-5} - 10^{-6} m/s). Están poco cementadas y ocasionalmente presentan cantos blandos, restos vegetales y costras ferruginosas. Se disponen en niveles de 2-3 m, pudiendo alcanzar hasta 15 metros de espesor y tienen una continuidad lateral desde centenares de metros hasta de un kilómetro.

Pleistoceno

Representados en nuestra zona por los canturrales pleistocenos de los sistemas y abanicos aluviales - están encajados en la raña (existente fuera de la zona) y previos a la implantación de la red fluvial-, y por las terrazas altas.

La base de la raña pliocuaternaria y de los sistemas y abanicos aluviales tiene 5-10 metros de espesor y está formado por materiales muy permeables.

Presenta numerosas fuentes que se desarrollan cuando entra en contacto con los niveles arenosos del terciario, aunque de pequeño caudal

Los sistemas y abanicos aluviales, que constituyen los páramos (Chana), formados por 4-8 m. de cantos cuarcíticos redondeados y por arenas de grano medio a grueso con una matriz arcillosa presentan una permeabilidad media-baja (10^{-5} - 10^{-6} m/s.).

Pleistoceno y Holoceno

Los aluviales cuaternarios de los fondos de valle, llanuras de inundación y terrazas bajas están constituidos por niveles de gravas, arenas y arcillas que no suelen superar los 10-15 metros de espesor y presentan una permeabilidad alta. Existe conexión entre los aluviales y las terrazas bajas así como con las áreas de descarga de los acuíferos terciarios.

Los fondos de valle y las terrazas más bajas constituyen acuíferos libres que son explotados a través de pozos de poca profundidad (4-10 m.) y caudales variables de hasta 25 l/s pero de poco rendimiento.

La terraza superior del río Órbigo (gravas, arenas y lutitas sin cementar) con potencias de 2-3 m, presentan una permeabilidad media-baja.

Son numerosas las fuentes y manantiales desarrolladas en las restantes terrazas del río Órbigo y del río Tuerto. Están constituidas por gravas y arenas con espesores de 3-4 m y presentan permeabilidades de medias-altas a muy altas.

Sin embargo las gravas, arenas, y lutitas no cementadas de los glaciares, de los conos aluviales y de los coluviones presentan permeabilidad media-alta (10^{-4} - 10^{-5} m/s).

Los cauces activos de los ríos Tuerto y Órbigo tienen permeabilidad muy alta mientras que los depósitos antrópicos tienen baja permeabilidad.

5.4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

La figura 8 muestra el funcionamiento hidrogeológico general de la región Esla-Valderaduey. La recarga del sistema se produce fundamentalmente por el agua de precipitación que se infiltra en las zonas de borde - norte y oeste de la zona de estudio- y en las zonas de interfluvio de los ríos donde existen rañas. La descarga se produce a través de los grandes sistemas fluviales.

En nuestra zona, el funcionamiento hidrogeológico es similar. Los acuíferos asociados a cuarcitas fracturadas y diaclasadas junto a los niveles arenosos del terciario más profundos son confinados, y generalmente tienen un potencial hidráulico mayor que el de los acuíferos libres constituidos por los niveles arenosos terciarios más superficiales que afloran en superficie o están en contacto con materiales cuaternarios que también lo son(ver fig. 9).

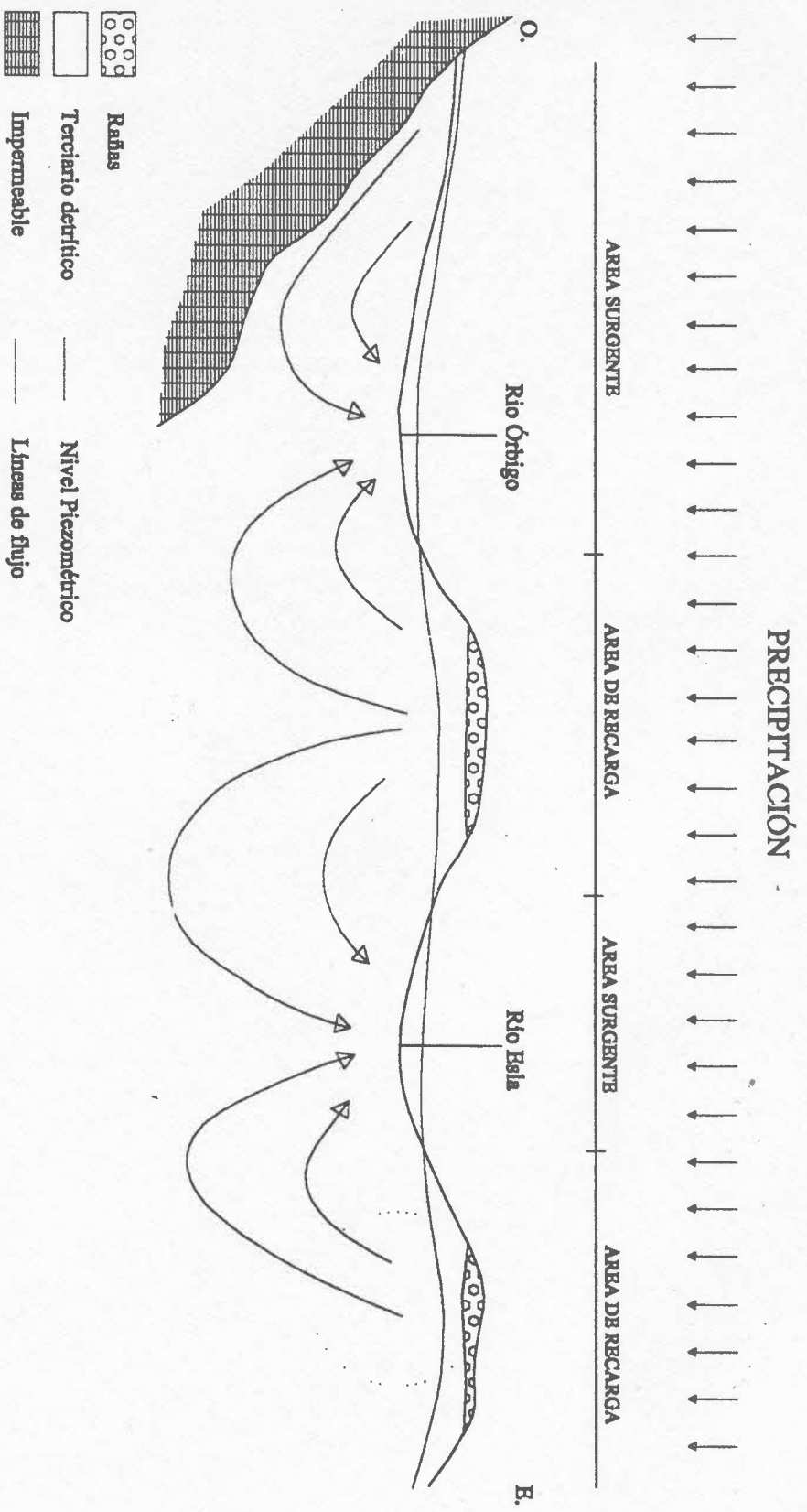


Fig. 8. Esquema de flujo general. Región Esia-Valderaduey.

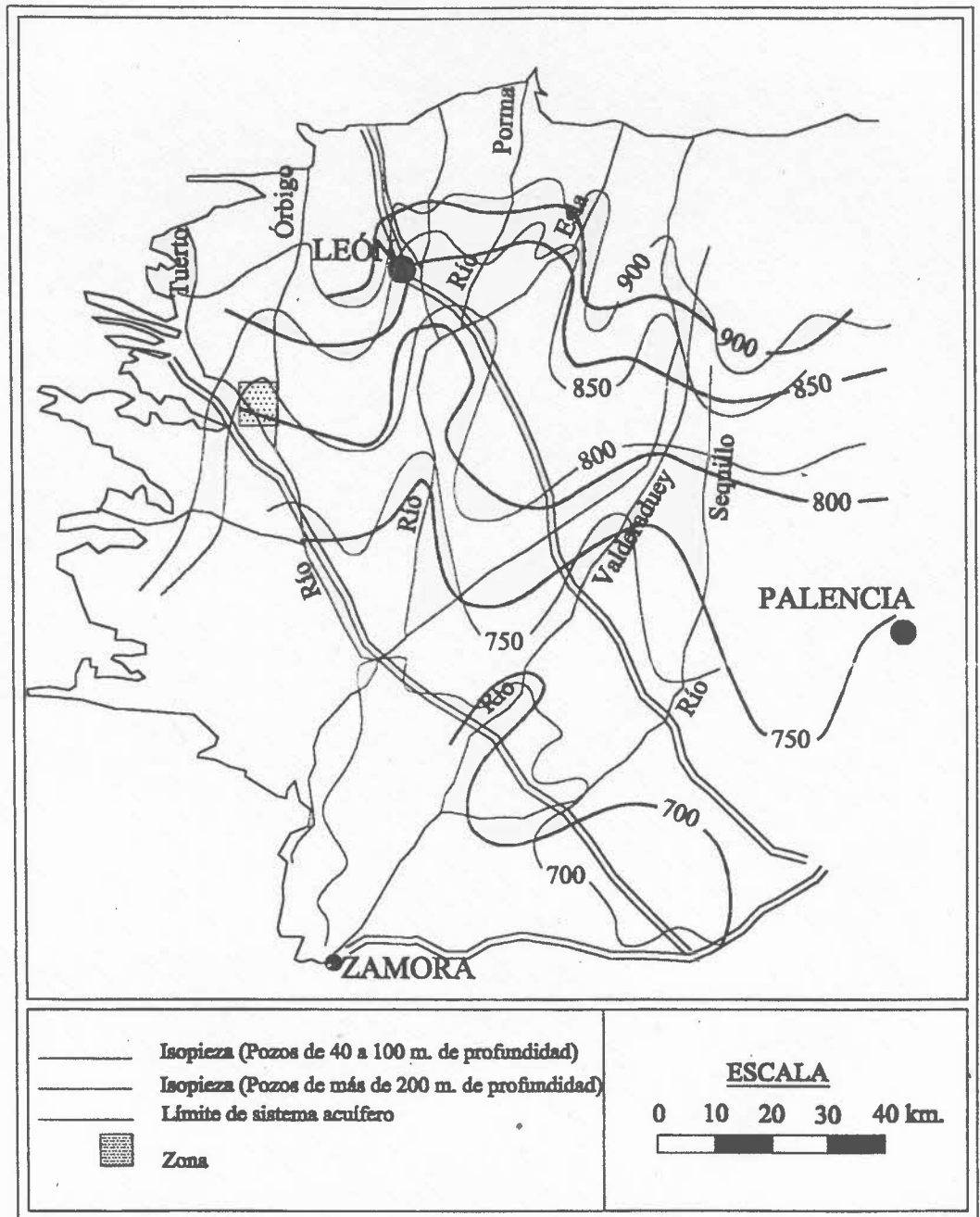


Fig.9. Isopiezas en el detrítico terciario

Los ríos Órbigo y Tuerto son la zona de descarga local de las aguas que aportan los acuíferos confinados a través de los niveles arenosos del terciario que afloran en las laderas de los valles y de la infiltración del agua de lluvia que cae en los abanicos, sistemas aluviales, y terrazas de los propios ríos.

La dirección general del flujo subterráneo en esta zona, tiene una dirección SSE hacia el río Órbigo y a los valles tributarios de este. Localmente hay adaptaciones a las condiciones de la zona y, por ejemplo, al noroeste y oeste de la ubicación del CTR lo hacen con dirección SE, hacia el valle del río Tuerto y sus valles secundarios.

La dirección preferencial del flujo subterráneo en la zona donde se proyecta construir el CTR, es SSE. Las líneas de flujo convergen hacia los aluviales y fondos de valle del Arroyo del Valle de Portugal. Y los niveles piezométricos, tanto de los acuíferos inferiores como de los superiores, están próximos a la superficie.

5.5 HIDROQUÍMICA

Las aguas subterráneas de la zona son, en general, bicarbonatadas cálcico-magnésicas (ITGE, 1995), aunque en ocasiones se corresponden con bicarbonatadas sódicas y de buena calidad. Mientras que la composición química de las aguas de los niveles detríticos terciarios esta en relación con los materiales por los que circula, y las aguas asociadas a los aluviales y terrazas modernas tienen sus composiciones influidas por las aguas superficiales de los cauces fluviales.

La mineralización de las aguas es baja, normalmente entre 40-400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que va aumentando según nos desplazamos hacia el sur, en la dirección del flujo.

La presencia de nitrato, fosfato, amonio y boro es baja en las muestras, pero en la zona del Valle de Portugal y alrededores aumenta su presencia por las actividades agropecuarias de la zona.

En el siguiente cuadro se resumen los parámetros químicos, físicos y biológicos de las aguas de la zona (INYPESA, 1998):

PARÁMETRO	Unidad	Medida*	Observaciones
Temperatura	° C	13-22	
Conductividad	µS/cm	40-400	Mayor en sondeos de cotas inferiores hasta 2060.
PH	-	5,2-8,2	Valores más básicos en puntos de agua más profundos.
Oxígeno Disuelto	mg/l	1,5-11	Mayor contenido en puntos de agua más profundos.
Bicarbonato. CO ₃	mg/l	0,8; 1,4	Sólo presente en Quintanilla del Monte y fábrica Kraft. Valores respectivos.
Carbonato. HCO ₃	mg/l	60-140	Mayor contenido en puntos de agua más profundos.
Calcio. Ca	mg/l	1-2	Mayor contenido en p.a. Nistal (4,64) y en p.a. Hospital - Santibáñez (7,52)
Magnesio. Mg	mg/l	3-10	Mayor contenido en puntos de agua más profundos.
Sodio. Na	mg/l	2-32	
Potasio. K	mg/l	1-3	
Cloruros. Cl	mg/l	2-30	Menor contenido en puntos de agua más profundos.
Sulfato. SO ₄	mg/l	< 50	Mayor contenido en puntos de agua de cota inferior.
Sílice. S ₂ O ₂	mg/l	5-16	
Fosfato. PO ₄	mg/l	< 0,3	
Amonio. NH ₄	mg/l	< 0,06	
Boro. B	mg/l	< 0,1	
Nitrato. NO ₃	mg/l	< 10	Mayor presencia en zonas con actividad agropecuaria.
Nitrito NO ₂	mg/l	6-22	
Bacterias coliformes	nº/ml	10 ⁵ -5.10 ³	Muestras tomadas en puntos de abastecimiento antes de la cloración.