Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

ANEJO 3.
Estudios Geológico-Geotécnicos.

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

ÍNDICE.

- **ESTUDIO DE RIESGOS NATURALES EN LOS TERRENOS DE LA ORLA SUDOESTE DE SUELO URBANIZABLE.**

  1. INTRODUCCIÓN.
  2. GEOLOGÍA Y GEOMORGOLOGÍA.
  3. EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD DE INUNDACIONES.
  4. EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD DE HUNDIMIENTOS KÁRSTICOS.
  5. CONCLUSIONES: EL MAPA FINAL DE PELIGROSIDAD DE INUNDACIONES Y HUNDIMIENTOS KÁRSTICOS.

  PLANOS.

- **ESTUDIO DE RIESGOS DE HUNDIMIENTOS KÁRSTICOS EN EL CORREDOR DE LA CARRETERA DE LOGROÑO.**

  1. INTRODUCCIÓN.
  2. MARCO GEOLÓGICO.
  3. LAS DOLINAS DEL ENTORNO DE ZARAGOZA.
  4. EL MAPA DE HUNDIMIENTOS CONSTATADOS.
  5. ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE RIESGO POTENCIAL.
  6. EL MAPA FINAL DE PELIGROSIDAD DE HUNDIMIENTOS KÁRSTICOS.
  7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES.

  Anexo 1: Fichero de dolinas.

  Anexo 2: Fotos.

  Anexo 3: Planos.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	575 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

En el presente Anejo se reproducen dos estudios realizados por el Departamento de Geología de la Universidad de Zaragoza a través de sendos convenios con el Ayuntamiento de Zaragoza.

En el primero, **Estudio de riesgos naturales en los terrenos de la orla sudoeste de suelo urbanizable** , se estudian especialmente los riesgos de hundimiento de terreno debido a la disolución de los yesos del sustrato mioceno bajo la cubierta aluvial cuaternaria, así como el riesgo de inundaciones por lluvias de fuerte intensidad, fenómeno que afecta de modo principal a la depresión de Valdesparetera.

En el segundo, **Estudio de riesgos de hundimientos kársticos en el corredor de la carretera de Logroño** , se analiza también el riesgo de hundimientos (fundamentalmente las denominadas dolinas), en el entorno de la carretera de Logroño, entre Zaragoza y Casetas.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	576 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

ESTUDIO DE RIESGOS NATURALES EN LOS TERRENOS DE LA ORLA SUDOESTE DE SUELO URBANIZABLE.

Por:

José Luis Simón Gómez

Javier Martínez Gil

María Asunción Soriano Jiménez

Luis Arlegui Crespo

Juán Caballero Burbano

Departamento de Geología

Universidad de Zaragoza

Universidad de Zaragoza
50009 - Zaragoza

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	ID FIRMA	12134773	PÁGINA	577 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

ÍNDICE.

1. INTRODUCCIÓN.
- 1.1. Planteamiento del problema.
- 1.2. Antecedentes.
- 1.3. Objetivos y metodología.

2. GEOLOGÍA Y GEOMORGOLOGÍA.
- 2.1. El entorno geológico: estratigrafía y estructura.
- 2.2. El entorno geomorfológico.
- 2.3. Descripción geológico-geomorfológica del área de estudio.
- 2.4. Unidades diferenciadas en el mapa geológico-geomorfológico.
- 2.5. Génesis, evolución y funcionamiento actual de la depresión de Valdespartera.

3. EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD DE INUNDACIONES.
- 3.1. Hidrografía del área de estudio.
- 3.2. Pluviometría.
- 3.3. Cálculos hidrológicos.
  - 3.3.1. Superficies hidrográficas.
  - 3.3.2. Tiempos de concentración.
  - 3.3.3. Caudales punta (Qp).
  - 3.3.4. Determinación de los volúmenes de escorrentía
  - 3.3.5. Aspectos hidrogeológicos.
  - 3.3.6. Cálculo de la superficie inundable en la depresión de Valdespartera.
  - 3.3.7. Cálculos estimativos de la capacidad de embalse de la zona inundable.

4. EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD DE HUNDIMIENTOS KÁRSTICOS.
- 4.1. Análisis de hundimientos constatados.
  - 4.1.1. Descripción general de las dolinas y depresiones.
  - 4.1.2. Inventario de dolinas.
- 4.2. Evaluación de la peligrosidad potencial.
  - 4.2.1. Fundamentos teóricos y empíricos.
  - 4.2.2. Distribución espacial de los factores de peligrosidad.
  - 4.2.3. El Mapa de peligrosidad potencial.

5. CONCLUSIONES: EL MAPA FINAL DE PELIGROSIDAD DE INUNDACIONES Y HUNDIMIENTOS KÁRSTICOS.
- 5.1. Evaluación de la peligrosidad de inundaciones.
- 5.2. Evaluación de la peligrosidad de hundimientos kársticos.
- 5.3. Conclusiones y recomendaciones finales.

REFERENCIAS CITADAS.

PLANOS.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	578 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA

03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

1. INTRODUCCION.

1.1. Planteamiento del problema.

El Avance del Plan General de Ordenación Urbana de Zaragoza, dado a conocer por el Ayuntamiento de la ciudad el pasado año 1997, contempla como una de las futuras zonas de desarrollo urbano la denominada Orla Sudoeste de Suelo Urbanizable. Esta abarca los terrenos comprendidos entre el Cuarto Cinturón y la autovía de Madrid, desde la carretera de Teruel-Valencia hasta la Feria de Muestras (ver situación en figura 1). Dichos terrenos constituyen el entorno inmediato de las áreas urbanizadas más externas en este sector de la ciudad (urbanización Montecanal y barrio de Valdefierro, fundamentalmente), e incluyen dos unidades fisiográficas bien diferenciadas: (a) la depresión de Valdespartera, y (b) las plataformas o terrazas aluviales que cierran esta depresión por el norte.

Una adecuada planificación de usos del territorio, y la planificación urbanística en particular, exigen contemplar los condicionantes físicos del mismo, entre ellos los factores geológicos, geomorfológicos y geotécnicos. Algunos de estos factores deben ser tenidos especialmente en consideración por cuanto comportan riesgos potenciales (bien naturales, bien inducidos por la propia actividad humana) cuya prevención es difícil y cara. El objetivo final es una planificación del territorio armónica con los procesos naturales, que preserve el valor de los recursos y minimice los riesgos.

De acuerdo con este planteamiento, el Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza, a través del Centro Municipal de Ordenación del Territorio, encargó a este equipo del Departamento de Geología de la Universidad de Zaragoza un estudio de riesgos geológicos que pudieran afectar a la mencionada zona de desarrollo urbano.

El área presenta dos riesgos potenciales que merecen un estudio detenido. El primero es el riesgo de hundimientos del terreno debido a la disolución de los yesos del sustrato mioceno bajo la cubierta aluvial cuaternaria. El fenómeno da lugar a depresiones cerradas o dolinas en las que el suelo experimenta una subsidencia continuada e inevitable a razón de unos centímetros por año, sufriendo asimismo ocasionales eventos de colapso repentino. Es este un problema generalizado en todo el entorno de Zaragoza, responsable de cuantiosas pérdidas económicas en infraestructuras y edificaciones. Las terrazas aluviales en las que se asienta toda el área metropolitana presentan unas condiciones geológicas e hidrológicas que favorecen su desarrollo. La depresión de Valdespartera, con una constitución geológica de yesos parcialmente recubiertos de limos yesíferos, puede resultar propensa también a este tipo de fenómenos, y su topografía deprimida probablemente esté causada en parte por ellos.

El segundo riesgo potencial es el riesgo de inundaciones por lluvias torrenciales. Este se circunscribe a la depresión de Valdespartera. La topografía original cerrada, su amplia cuenca de recepción, agravadas por la modificación antrópica que ha supuesto la construcción de la autovía y de la Feria de Muestras, hacen que una lluvia torrencial sobre los relieves situados al sur y al oeste pudiera acarrear una inundación grave en la zona central más baja. Existe un registro histórico de inundaciones importantes en esta zona debidas a lluvias torrenciales que obliga a considerar el problema con detenimiento. El caso más reciente (agosto de 1996) tuvo efectos de cierto alcance en la Feria de Muestras, aun no encontrándose localizada ésta en la zona más baja. La edificación masiva en toda la depresión incrementaría ostensiblemente el riesgo de catástrofe.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	579 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA

03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

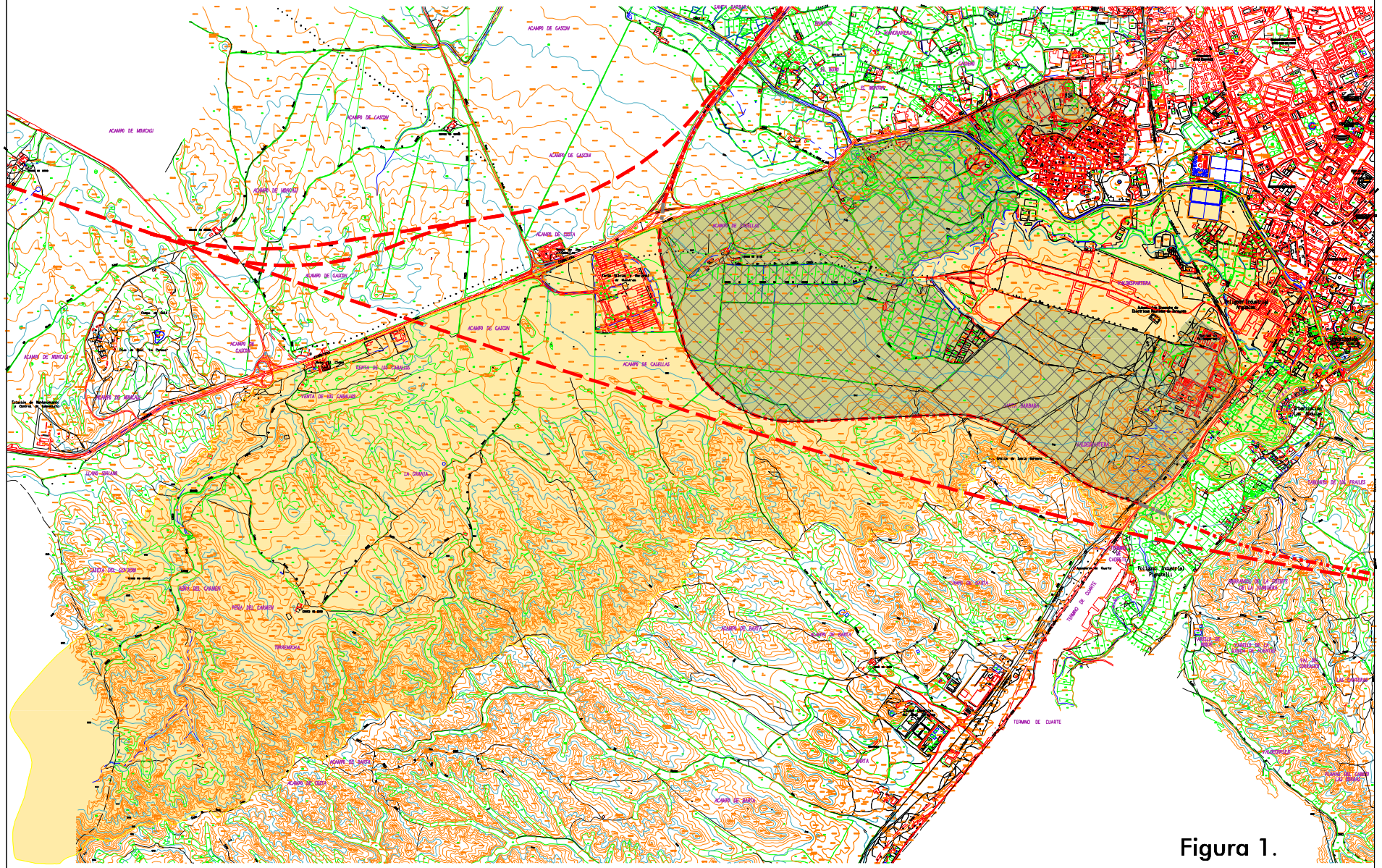


Figura 1.

FIRMADO POR 1 FIRMANTE

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA

03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

1.2. Antecedentes.

El Mapa Geotécnico y de Riesgos Geológicos de la Ciudad de Zaragoza (IGME,1987) constituye un documento de partida para un trabajo de esta naturaleza. En el mismo se contempla la existencia de peligrosidad de hundimientos kársticos especialmente en la depresión de Valdespartera, y en menor medida en las zonas de terraza. Por otro lado, se contemplan como sujetos a riesgo de inundaciones los cauces de las vales y los abanicos situados en la salida de alguna de ellas, aunque tal consideración no se hace explícita para la zona endorreica de Valdespartera.

Durante los últimos años nuestro grupo investigador ha venido estudiando estos fenómenos desde el punto de vista geológico, geomorfológico e hidrogeológico. En cuanto a los hundimientos kársticos, hemos abordado estudios en profundidad sobre las causas y mecanismos de los mismos (SORIANO, 1986, 1990, 1992; SORIANO ***et al***., 1992, 1994), hemos confeccionando mapas de riesgo a nivel regional (SIMON ***et al***., 1991; SORIANO y SIMON, 1995) y hemos realizado para el Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza una evaluación detallada de riesgo en el trazado de la nueva tubería de abastecimiento de agua a Casetas (GRACIA ***et al***., 1991). Junto a estos trabajos de carácter más sintético, existen numerosos estudios orientados a la resolución de casos puntuales, impulsados por la enorme incidencia geotécnica que tales hundimientos tienen sobre construcciones e infraestructuras.

En el ámbito estricto de la orla SW de Zaragoza, son varios los trabajos que han comenzado a abordar estos problemas, la mayoría de ellos muy recientes. A raíz de la amenaza de inundaciones y de los problemas de filtraciones en el subsuelo de la Feria de Muestras, esta institución encargó varios estudios. En ellos se pone de manifiesto que existe un flujo subterráneo de pequeño caudal que se dirige desde el oeste hacia el interior del recinto, a una profundidad de 3-3.5 metros (CADISA, 1992). Se analiza asimismo la inundación acaecida el 19 de agosto de 1996, y se interpreta que la precipitación responsable de la misma hubo de ser de unos 50 mm en 30 minutos, a la que correspondería un periodo de retorno mayor de 50 años (FERNANDEZ ALARCON, 1996). Existía asimismo un estudio geotécnico anterior, encargado para la redacción del proyecto de edificación del recinto ferial , en el que se advierte sobre los problemas de drenaje del área, se destaca el carácter básicamente impermeable del sustrato mioceno y, a partir de varios sondeos mecánicos y catas, se evalúa el espesor de los limos superficiales en un máximo de 2 m (HERRERO CANTALAPIEDRA, 1984).

Aunque situadas ya en los márgenes de nuestra zona de estudio, cabe destacar asimismo las investigaciones llevadas a cabo en algunas dolinas ubicadas en el barrio de Valdefierro. El trabajo más relevante es el de PLUMED y HERNANDEZ (1996), que se centra en el solar de la antigua factoría de Hispano-Carrocera, sobre el que se ha construido el nuevo hipermercado Alcampo. En él se constata la presencia de una importante dolina aluvial, en un terreno de terraza con espesores próximos a 40 m y una profundidad del freático entre 25 y 30 m. Proporciona datos de numerosos sondeos y calicatas que alcanzan una profundidad máxima de 65 m. Otros estudios más puntuales se han centrado en una dolina situada en la calle Rigel, que afectó parcialmente a un bloque de viviendas de la calle Amanecer, y otra contigua a la calle Hércules.

GRACIA y PEREZ (1997) han realizado, por encargo de los propietarios de los terrenos de Montecanal II, un estudio geotécnico y de riesgos naturales muy completo que cubre la parte occidental de nuestra área de trabajo. Incluye 8 sondeos y 40 calicatas, así como perfiles geoeléctricos y perfiles de sísmica de reflexión. Todo ello proporciona abundante información sobre espesores y características litológicas del Cuaternario, sobre la circulación de agua en el contacto con los yesos y dentro de éstos y sobre las propiedades geotécnicas generales del terreno. Las interpretaciones que haremos nosotros deben mucho al conocimiento del subsuelo que este trabajo facilita. Al propio tiempo, son interesantes las estimaciones sobre peligrosidad de hundimientos kársticos en ciertas zonas y sobre la posibilidad de inundaciones.

Por último, el propio Ayuntamiento de Zaragoza ha realizado un trabajo en el que se recopila y analiza toda la información referente a los condicionantes físicos para la ordenación de la *Orla Sudoeste de Suelo Urbanizable* (CENTRO MUNICIPAL DE ORDENACION DEL TERRITORIO, 1998). Este trabajo valora la existencia en la zona de diversos riesgos de hundimientos, inundaciones y arroyadas, y dibuja el marco sobre el que nosotros vamos a desarrollar nuestro estudio, utilizando algunos aspectos de aquél como punto de partida y desarrollándolos de acuerdo con nuestra propia metodología.

1.3. Objetivos y metodología.

La evaluación del riesgo de hundimientos la haremos desde una doble perspectiva. Por un lado, teniendo en cuenta la experiencia histórica y reciente sobre tales fenómenos, detectando las simas o dolinas de hundimiento sobre el propio terreno, en fotografías aéreas de distintas épocas, y recogiendo asimismo el testimonio de personas conocedoras de la zona. Por otro lado, haciendo una valoración de la peligrosidad potencial a partir de los "factores de riesgo" que se sabe favorecen los procesos de hundimiento (presencia de material soluble, espesor y comportamiento geomecánico de la cubierta aluvial, régimen de flujo del agua subterránea...).

De este modo, elaboramos en primer lugar la cartografía de hundimientos constatados del área de estudio a escala 1:5.000, complementándola con un fichero de datos relativos a la evolución de las dolinas más importantes y mejor documentadas. Para ello se utilizan tres fuentes de información principales:

(a) Levantamientos geomorfológicos sobre fotografías aéreas de diversos años y escalas: 1947 (1:43.000), 1957 (1:33.000), 1970 (1:20.000), 1986 (1:18.000), 1987 (1:3.000), 1988 (1:20.000).

(b) Campañas de campo orientadas a comprobar sobre el terreno el estado actual de las dolinas y reconocer algunas que, bien por su pequeño tamaño o por haberse producido más recientemente, pudieran no haber sido identificadas en los fotogramas.

(c) Inventario de casos históricos, basado en la recopilación de información documental (cartografía, informes geológicos y geotécnicos), así como de entrevistas y testimonios directos.

La recopilación de datos relacionados con los factores de riesgo incluye las características de los materiales (yesos miocenos y cubierta cuaternaria), espesor del aluvial y morfología de su contacto con los yesos, características morfológicas y estructurales, funcionamiento hidrogeológico (evolución de los niveles piezométricos, quimismo del agua ...), datos acerca de la acción antrópica sobre el terreno y el agua subterránea, etc. La información procede en general de estudios realizados con anterioridad por otras empresas y organismos, aunque en un lugar de interés singular como es la salida del drenaje de Valdespartera hemos encargado asimismo la realización de un sondeo mecánico con extracción de testigo continuo. A partir de toda esta información se ha elaborado el mapa de riesgo potencial, teniendo en cuenta para ello los modelos teóricos elaborados con anterioridad por nuestro equipo (SIMON ***et al***., 1991; SORIANO y SIMON, 1995), que permiten ponderar los factores de riesgo más significativos.

Para evaluar el *riesgo de inundaciones* se ha partido de series representativas de datos climáticos, contemplando en especial los valores máximos esperables de precipitaciones torrenciales y sus periodos de retorno. A partir de esos datos, y teniendo en cuenta parámetros como la geometría de la cuenca hidrográfica y de las diversas subcuencas, la densidad de su red de drenaje, las pendientes y la permeabilidad del terreno, se ha calculado la infiltración, la escorrentía superficial, el tiempo de concentración de la avenida y el caudal máximo que hay que drenar una vez transcurrido este último.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	581 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.

2.1 El entorno geológico: estratigrafía y estructura.

El área estudiada se localiza en el centro de la Cuenca del Ebro. Esta última presenta una forma aproximadamente triangular, constituyendo un área topográficamente más deprimida que los relieves montañosos que la delimitan (Pirineos, Cordillera Ibérica y Cadenas Costero-Catalanas). Se encuentra rellena por materiales de edad terciaria cuya litología varía de detrítica grosera en los márgenes a carbonatada y evaporítica en el centro (figura 2).

La sedimentación en la cuenca del Ebro fue marina al comienzo del Terciario, pero a finales del Eoceno hubo una regresión con la que se instauró un régimen de carácter continental endorreico. Durante el Mioceno se sedimenta en todo el sector central de la cuenca la Formación Zaragoza, definida por QUIRANTES (1978). Son yesos masivos, concrecionales y nodulosos de tonos blanquecinos y blanco-grisáceos, con pequeñas intercalaciones de lutitas, margas y calizas margosas blancas (MANDADO, 1987). En la memoria de la hoja correspondiente del Mapa Geológico Nacional 1:50.000 (ITGE, 1998) se encuadran todos los materiales miocenos aflorantes en esta zona dentro de un *tramo comprensivo evaporítico* en el que no pueden diferenciarse las unidades genético-sedimentarias establecidas en otras áreas de la cuenca del Ebro (Unidad de Remolinos-Lanaja y Unidad Sierra de Pallaruelo-Montes de la Sora), si bien hay una correlación cartográfica con ellas. Desde un punto de vista sedimentológico este tramo representa depósitos de llanura fangosa que evoluciona lateralmente hacia un lago salino *(playa-lake)*.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	582 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

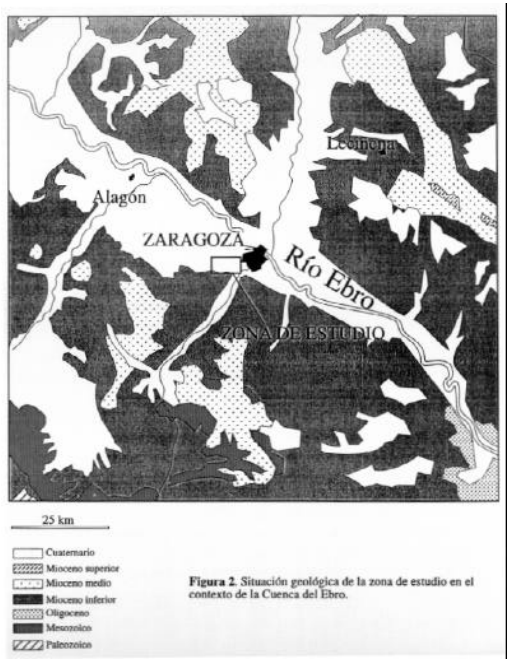


Figura 2. Situación geológica de la zona de estudio en el contexto de la Cuenca del Ebro.

El centro de la cuenca del Ebro, y concretamente el entorno de Zaragoza, muestra una estructura geológica con capas subhorizontales o con buzamientos muy suaves. En alguna zona se aprecian débiles basculamientos y plegamientos de los materiales del techo de la serie carbonatada miocena, y también fracturas y fallas normales (sobre todo en el sector de la Muela) causadas por la tectónica distensiva regional (GUTIÉRREZ *et al*, 1986).

Los materiales cuaternarios presentan deformaciones que tienen diversos orígenes:

(1) Deformaciones diapíricas. Se reconocen dos tipos de deformaciones ligadas a estos procesos: (1.a) tipo ***domático***, en el que tanto la cubierta cuaternaria como el yeso infrayacente sufren un abombamiento conjunto (lo que puede conllevar presencia de fracturas extensionales en los depósitos cuaternarios), y (1.b) tipo ***perforante***, en el cual el papel activo lo ejercen las margas terciarias, que intruyen en la cubierta aluvial produciendo fallas inversas, pliegues-falla y contactos en forma de champiñón (SIMÓN y SORIANO, 1985, 1986).

(2) Tectónica distensiva. En muchos afloramientos en depósitos cuaternarios se reconoce la presencia de fallas normales, en muchos casos conjugadas, cuyo origen parece ser causado por la tectónica distensiva regional que afecta a partir del Neógeno a esta área (SIMÓN y SORIANO, 1985)

(3) Colapsos kársticos. La disolución de los materiales yesíferos trae como consecuencia que la cubierta cuaternaria que los recubre caiga en los vacíos creados produciéndose su deformación. Este hecho se observa ya en niveles antiguos, tanto de terrazas fluviales como de glacis, pero se manifiesta más intensamente en los tres niveles de terraza más recientes del Ebro (SIMÓN y SORIANO, 1985; SORIANO,1986; SORIANO, 1992; SORIANO y SIMON, 1995).

A mayor escala, la observación de imágenes de satélite permite distinguir claramente dos familias de lineamientos que atraviesan sobre todo los materiales neógenos, pero que también afectan al Cuaternario (ARLEGUI y SORIANO, 1996; 1998). En esta región hay un dominio importante de la familia NW-SE. Los valles que arrancan de la Muela y desembocan en el río Huerva son un claro ejemplo del control que ejerce esta directriz estructural, como lo es también la propia dirección principal de alargamiento que presenta la depresión de Valdespartera. Asimismo aparece otra directriz NE-SW, que condiciona muchos de los valles que arrancan de la Muela y se dirigen a la depresión de Valdespartera, así como otros que disecan las terrazas cuaternarias al norte de dicha depresión.

2.2. El entorno geomorfológico.

La erosión de los materiales terciarios a lo largo del Cuaternario genera modelados estructurales, fundamentalmente plataformas de morfología tabular (muelas) que responden a la disposición horizontal o subhorizontal de las capas. Para su mejor desarrollo es necesario que exista un contraste litológico acusado entre las formaciones resistentes que coronan las muelas (calcáreos en nuestro caso) y los materiales inferiores más blandos (margas y yesos). Al sur de la zona estudiada se encuentra la plataforma de la Muela, y al este la Plana de Zaragoza.

El trazado de la red fluvial actual es consecuencia de una evolución progresiva producida desde el comienzo del Cuaternario. La instalación y encajamiento de la red causó la erosión del Terciario, pero también una intensa sedimentación aluvial sobre el mismo, por una parte vinculada a los ríos principales (terrazas fluviales) y, por otra, controlada por los relieves terciarios circundantes (glacis de enlace entre dichos relieves y los cursos fluviales).

El río Ebro dejó sedimentos que, como consecuencia de etapas alternantes de erosión y aluvionamiento, han formado varios niveles de terrazas escalonados. En el tramo comprendido entre los valles de los ríos Jalón y Huerva se encuentran hasta ocho niveles distintos (SORIANO, 1990). Las terrazas del Ebro se presentan desarrolladas preferentemente en su margen derecha, aflorando en la izquierda sedimentos terciarios, lo que supone una clara asimetría en la sección del valle. Este hecho se debe a una divagación continua del curso fluvial hacia el norte y este. De manera general se puede indicar que los tres niveles de terraza más recientes del río (T_1, T_2 y T_3) tienen una gran continuidad desde la desembocadura del río Jalón hasta la ciudad de Zaragoza, mientras que los demás se presentan más erosionados. Procedentes de la base de los relieves terciarios de la Muela se dirigen hacia el Ebro varios niveles de glacis que enlazan o recubren a sus respectivos niveles de terrazas (G_3 y G_4, principalmente).

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	583 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Sobre los sedimentos cuaternarios del entorno de Zaragoza, y como consecuencia de la disolución del yeso infrayacente por el agua subterránea, se desarrollan un elevado número de depresiones kársticas o dolinas. Lo hacen preferentemente en los tres niveles más recientes de terrazas del río Ebro, pero también se observan sobre otros niveles más antiguos y sobre glacis. La morfología de estas depresiones kársticas es muy variable, habiéndose encontrado dolinas en cubeta, en ventana, en embudo y dolinas con fondo plano y bordes escarpados (tipo "sartén"). Todas ellas aparecen descritas en la literatura tradicional sobre este tema (CVIJIC, 1893; PALMQUIST, 1979). Sus dimensiones son muy dispares: entre pocos metros y 1 Km de diámetro y entre 2 y 9 m de profundidad. Su forma en planta es variada, circular o elíptica para las de menor tamaño e irregular para las mayores. Es frecuente que se produzca variación en su número y dimensiones a lo largo del tiempo, debido a las actividades antrópicas en la zona (SORIANO, 1986; 1992, SORIANO y SIMÓN, 1995).

2.3. Descripción geológico-geomorfológica del área de estudio.

El área que nos ocupa se encuentra situada fundamentalmente sobre depósitos cuaternarios, si bien en su margen sur aflora el Terciario. Topográficamente, observamos dos zonas claramente diferenciadas (ver figura 3 y plano 1): (a) una zona elevada al norte, que corresponde con un nivel de terraza y de glacis (T4 y G4, respectivamente, de SORIANO, 1990), y (b) la depresión de Valdespartera, al sur. El límite meridional de esta depresión y del área de trabajo son las estribaciones de la plataforma estructural terciaria de la Muela, disecada por una densa red de valles de fondo plano que se dirigen hacia el norte y noreste. En el margen oriental se encuentran restos de las terrazas del Huerva (niveles T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 y T_6).

El nivel de terraza T_4 es, por tanto, el mejor representado en la zona de estudio, correspondiendo tanto al Ebro como a su confluencia con el Huerva. La altura relativa que presenta es de unos 70 m sobre el Ebro y de unos 30 m sobre el Huerva. Los niveles superiores (T_6 y T_5) únicamente están representados por algunos retazos aislados y degradados en la margen izquierda del Huerva, en los terrenos de la zona militar de Valdespartera. Su altura relativa sobre el cauce es de unos 70 m para T_6 y 55 m para T_5. Los niveles inferiores, T_3, T_2 y T_1 se encuentran a lo largo del mismo río hasta su confluencia con el Ebro, y presentan mayor continuidad que las terrazas superiores. Del mismo modo ofrecen un alto grado de antropización. Hay que indicar que en la zona del cuartel de Valdespartera el nivel T_3 esta desdoblado en dos, habiéndose denominado T_{3b} al superior. La altura relativa sobre el cauce del río Huerva es de 25 m para T_{3b}, 20 m para T_3, 12 m para T_2 y de 4 a 6 m para T_1. El nivel denominado T0 constituye la llanura de inundación del río Huerva y está integrado por barras actuales que se disponen adosadas a la orilla.

Los depósitos de las terrazas cuaternarias están integrados fundamentalmente por gravas con cantos de cuarcita, granito, calizas y areniscas mesozoicas y terciarias, de tamaño variable entre 2 y 25 cm. La matriz suele ser arenosa, y contienen asimismo intercalaciones lentejonares arenosas y limosas. Se han observado estructuras sedimentarias tales como estratificación cruzada planar y en surco e imbricación de cantos. Es frecuente el desarrollo de costras carbonatadas a techo del depósito. La potencia total de estas terrazas es diversa, alcanzándose los 50 m en el nivel T_4, según se desprende de los datos de sondeos, y siendo en general menor en los otros niveles (ver plano 5).

El nivel de glacis G_4 se encuentra ampliamente distribuido en el sector noroccidental de la depresión de Valdespartera, recubriendo parcialmente a su correspondiente nivel de terraza (T_4). Está compuesto por niveles de cantos angulosos de caliza y arenisca que alternan con otros de limos y arenas. La estratificación no es siempre neta pero, en ocasiones, se aprecia estratificación horizontal, estratificación cruzada de bajo ángulo, canales e imbricación de cantos. El espesor del depósito es menor que en las terrazas y no debe de sobrepasar los 10 m. Sobre la superficie del glacis se encuentran incisiones incipientes de pequeños cauces.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	584 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

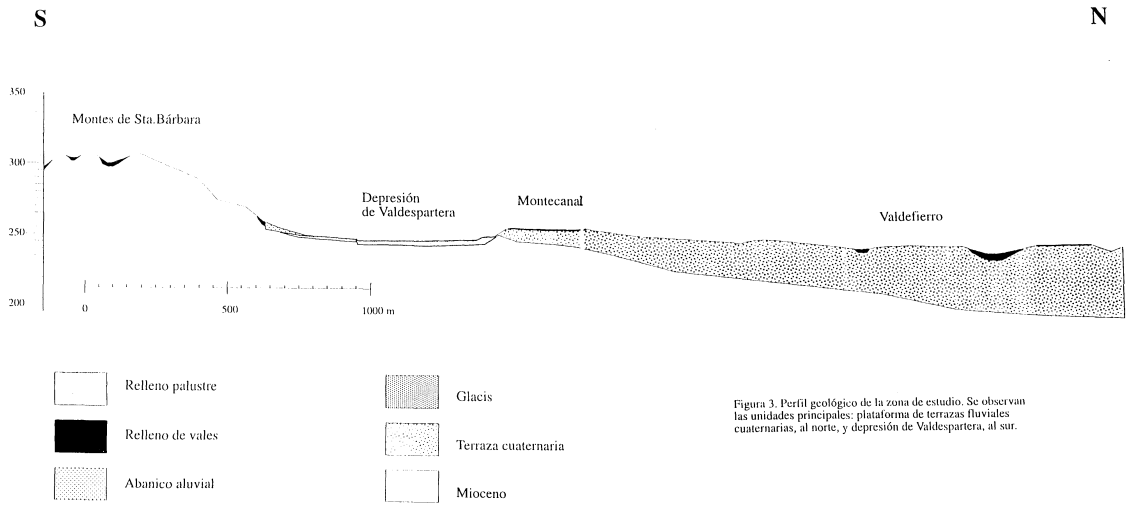


Figura 3. Perfil geológico de la zona de estudio. Se observan las unidades principales: plataforma de terrazas fluviales cuaternarias, al norte, y depresión de Valdespartera, al sur.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	ID FIRMA	12134773	PÁGINA	585 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE
1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA
03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Encajada sobre el nivel de terraza T_4 del río Ebro se desarrolla una val o valle de fondo plano que arranca desde el límite de la depresión de Valdespartera y se dirige hacia el norte hasta el barrio de Valdefierro (Val de la Almotilla). Esta val diseca a la terraza prácticamente por el límite que marca la zona en que ésta deja de estar recubierta por el glacis. A juzgar por su posición, es probable que esta val drenara en el pasado la depresión de Valdespartera y constituyese su salida natural en algún momento de su evolución.

La depresión de Valdespartera se desarrolla paralela al contacto principal entre el Terciario y el Cuaternario. Su forma general es alargada según una dirección WNW-ESE. Sin embargo, presenta dos sectores bien diferenciados. En el sector oriental, que es el mayor, la dirección es la ya mencionada, mientras que en el oeste, el eje mayor se orienta ENE-WSW. Las trazas del margen norte (constituido por las terrazas cuaternarias) y del margen sur (relieves terciarios) son muy rectilíneas en el sector oriental. Sin embargo, en la oeste son algo más irregulares, especialmente el contacto con el Terciario. Su longitud máxima es de 5.5 Km y la anchura oscila entre 200 y 700 m. Su profundidad, tomando como referencia el nivel T_4, es de unos 15 m como promedio, siendo algo menor en el sector oeste (SORIANO, 1993).

Las vertientes que delimitan la depresión tienen una inclinación variable. Los valores de pendiente en el Terciario son algo mayores del 20%, mientras en el Cuaternario se sitúan entre el 5 y 15%. Se observa una clara asimetría en la sección de la depresión (figura 3), motivada por la diferencia que existe entre los materiales que están a ambos lados de la misma. En el margen sur, el enlace con los relieves terciarios se realiza mediante una rampa suave, en la que alternan zonas de yeso aflorante con otras en que éste se ve recubierto por un espesor pequeño (hasta 2-2.5 m) de limos yesíferos con niveles finos de gravas. Morfológicamente representa una superficie de glacis con cubierta parcial, que se hace continua pendiente abajo. En el margen norte, el enlace con la terraza y glacis (T_4, G_4) es una vertiente algo más pronunciada recubierta de depósitos que incluyen cantos de terraza y glacis y limos yesíferos.

En el margen oriental, dentro de los terrenos militares, se encuentra un retazo de superficie ligeramente más elevada (unos 2-3 m) que el fondo general de la depresión, aunque con características similares a ésta, incluida una delgada cubierta (0.5-1 m) de limos yesíferos con algunos cantos. Probablemente representa una superficie de aplanamiento con un origen similar a la superficie del fondo, desarrollada en un episodio de evolución anterior. En lo sucesivo nos referiremos a ésta como ***superficie superior de Valdespartera***, y a la superficie general como ***superficie inferior de Valdespartera***.

La parte más baja de la depresión tiene, a lo largo de más de 1 Km, una pendiente casi nula. Esta zona es la que sufre periódicos encharcamientos con motivo de lluvias torrenciales, lo que le da cierto carácter palustre. Los materiales que la rellenan son limos arcillosos que recubren a limos yesíferos y éstos, a su vez, al sustrato yesífero. La figura 4 muestra la columna de un sondeo realizado por nosotros en dicha zona (sondeo V-1 en el plano 4), en el que se aprecia un espesor de 1.8 m de limos arcillosos sedimentados por decantación en las épocas de inundación.

A Valdespartera llegan vales procedentes de los relieves terciarios adyacentes, cuya red presenta en planta una morfología dendrítica. Se encuentran rellenas por limos yesíferos y cantos con espesores de hasta 5 m (datos del sondeo C-2; ver sitación en plano 4). A la salida de al menos dos de estas vales se han formado sendos conos aluviales de dimensiones reducidas (400x200 m y 300x150 m, respectivamente). Están constituidos por unos 2 m de limos marrones y arenas medias y gruesas (datos de la cata 1 en el plano 4).

Sobre los depósitos de terraza es frecuente la presencia de dolinas y depresiones laxas. De manera especial se localizan en el sector comprendido entre la urbanización de Montecanal, la carretera N-II y el Canal Imperial de Aragón. En ocasiones se trata de dolinas en cubeta con bordes poco netos, pero hay un dominio de aquéllas otras generadas por disolución y colapso que adoptan morfología en ventana o en embudo y muestran bordes netos.

En distintos puntos de la zona central de la depresión de Valdespartera se ha apreciado el desarrollo de pipes o conductos subsuperficiales formados por arrastre de material poco cohesionado por las aguas de infiltración, que se ve favorecido por el hinchamiento y desagregación del suelo debidos a fenómenos de intercambio iónico (Sirvent, et al., 1996). Los conductos observados se sitúan próximos a los canales de riego. Sus dimensiones en superficie son decimétricas, y son recubiertas continuamente por los agricultores de la zona.

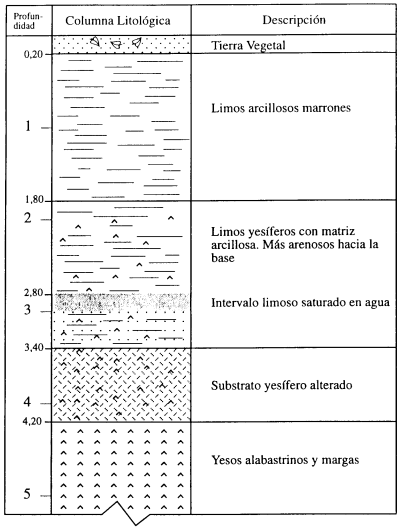


Figura 4. Columna del sondeo V-1 encargado para este trabajo en la zona palustre de la depresión de valdespartera (ver situación en plano 4).

2.4. Unidades diferenciadas en el mapa geológico-geomorfológico.

En este apartado, como complemento a la descripción realizada en el anterior, se pretende caracterizar las diversas unidades definidas en el mapa geológico-geomorfológico (plano 1) y

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 **ID FIRMA** 12134773 **PÁGINA** 586 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

los criterios empleados para su diferenciación. Aun a riesgo de incurrir en algunas reiteraciones, hemos creído conveniente incluirlo de cara a proporcionar una visión más sistemática de estos aspectos.

Mioceno (M). Está constituido por yesos alabastrinos con estructura nodular que intercalan capas y láminas de margas y arcillas verdes. Puede interpretarse que el ambiente de sedimentación de estos materiales fue una zona intermedia e interna del lago salino *(playa-lake)* que ocupaba el sector central de la Cuenca del Ebro. Su edad es Mioceno inferior.

Mioceno cubierto (M_c). En los escarpes morfológicos que separan los diferentes niveles de glacis y terrazas cuaternarios, especialmente en la vertiente de tránsito del nivel T_4-G_4 a la depresión de Valdespartera, los estratos miocenos se encuentran recubiertos de limos y cantos procedentes de la erosión de dichos niveles cuaternarios. La composición de las gravas es diferente según que la zona de procedencia sea una terraza o un glacis. El espesor es pequeño, oscilando normalmente entre 1 y 1.5 m (datos de las catas 16, 17 y 18; ver situación en plano 4).

Superficies de terraza fluvial (T_6, T_5, T_4, T_{3b}, T_3, T_2 T_1 y T_0). Se han distinguido hasta seis niveles de terrazas cuaternarias, todas ellas representadas en el sector correspondiente al valle del Huerva, y uno de ellos (T_4) perteneciente también al Ebro. Mediante la denominación T_6, T_5, T_4, T_3, T_2 y T_1 se cartografía la parte superior del depósito, equivalente a la superficie de la terraza y que frecuentemente queda limitada por un escarpe morfológico. Los niveles más antiguos (T_6 y T_5) se encuentran en cerros aislados a una altura relativa sobre el cauce del Huerva de unos 70 y 55 m, respectivamente. Están integrados por niveles de gravas con alguna intercalación arenosa o limosa, con un espesor comprendido normalmente entre 10 y 20 m. El nivel T_4 es el mejor representado en la zona estudiada. Su altura relativa es de unos 70 m sobre el Ebro y de unos 30 m sobre el Huerva. Está constituida por alternancias de gravas, arenas y limos, con una potencia entre 10 y 50 m. Los niveles inferiores del Huerva presentan mayor continuidad que las terrazas superiores. El nivel T_3 esta desdoblado en dos, habiéndose denominado T_{3b} al escalón superior. La altura relativa sobre el cauce del río Huerva es de 25 m para T_{3b}, 20 m para T_3, 12 m para T_2 y de 4 a 6 m para T_1. El nivel denominado T_0 constituye la llanura de inundación del río Huerva.

Depósitos de terraza indiferenciados (T). En esta denominación se engloban los depósitos fluviales asociados a cualquiera de las terrazas mencionadas. Su contacto basal representa el límite con el sustrato mioceno allí donde éste ha podido se observado o interpretado, y la relación cartográfica del mismo con el escarpe morfológico da idea del espesor de sedimentos. Normalmente la cartografía revela inequívocamente la relación de los depósitos con un determinado nivel de terraza. Sin embargo, allí donde el encajamiento entre terrazas es inferior al espesor de los depósitos tal relación puede ser ambigua.

Superficie de glacis (G_4). Se encuentra ampliamente distribuido en el sector noroccidental de la depresión de Valdespartera, recubriendo parcialmente a su correspondiente nivel de terraza (T_4). Está compuesto por niveles de cantos angulosos de caliza y arenisca que alternan con otros de limos y arenas. Su potencia puede estimarse en unos 5-10 m.

Depósito de glacis (G). Igual que en el caso de las terrazas, esta unidad de carácter estratigráfico incluye el paquete de sedimentos asociados a las unidades morfológicas de glacis, en este caso exclusivamente a G_4.

Depósito coluvial (C). Se trata de una unidad cartografiada únicamente junto a la cabecera de la Val de la Almotilla, si bien no debe descartarse que existan depósitos del mismo tipo en otros puntos en los que la falta de afloramiento no ha permitido identificarlos. En la parte alta es una vertiente que se genera a partir de la degradación que sufren los depósitos de T_4 y G_4, con un depósito asociado formado por cantos de terraza y de glacis en una matriz limosa. Hacia el margen de la val actual pasa a enlazar con depósitos antiguos de la misma.

Superficie superior de Valdespartera (S_v). Se identifica en la zona este de la depresión, dentro de los terrenos militares. Presenta una pendiente suave hacia el oeste, y queda colgada unos 2-3 m sobre la superficie inferior. Muestra una cubierta de limos yesíferos y algunos cantos con espesor entre 0.5 y 1 m. Probablemente representa una superficie de aplanamiento con un origen similar al del fondo actual de la depresión, desarrollada en un episodio de evolución anterior.

Superficie inferior de Valdespartera (S_i). En las zonas sur, este y oeste de la depresión constituye un sistema centrípeto de rampas suaves de glacis. En ella alternan zonas de yeso aflorante con otras en que éste se ve recubierto por un espesor pequeño (hasta 3 m; sondeo S-7 en plano 4) de limos yesíferos con niveles finos de gravas. La cubierta se hace continua y gana en espesor pendiente abajo, hasta llegar a una zona de acumulación adyacente al margen norte en el que la topografía se hace horizontal. En esta zona el espesor sobrepasa casi siempre los 2 m.

Relleno palustre (P). Se localiza en el área central de la depresión de Valdespartera, donde se depositan por decantación las lutitas del agua embalsada en épocas de avenida. Los materiales que constituyen el relleno de esta zona son, de techo a muro, y de acuerdo con lo observado en el sondeo V-1 (ver situación en plano 4), limos arcillosos marrones (1.8 m), limos yesíferos de color crema (1.6 m.), yesos alterados (0.8 m) y yesos compactos. La superficie ocupada por estos depósitos se sitúa a menor altura que la zona circundante, encontrándose limitada en casi todo su perímetro por un pequeño escarpe de 0.5-1 m de altura.

Vales en relieves yesíferos (V_y). Estas vales se encuentran encajadas sobre el Mioceno que limita por el sur a la depresión de Valdespartera. Se encuentran rellenas principalmente por limos yesíferos, con un espesor que alcanza los 5 m (datos del sondeo C-2; ver situación en plano 4).

Conos aluviales (A). Se trata de pequeños conos de deyección construidos a la salida de dos de las vales encajadas en los yesos. Sus depósitos se superponen a los del fondo de la depresión, y están constituidos por limos y arenas cuyo espesor alcanza unos 2 m.

Vales sobre cuaternario (Va). Se incluye aquí el sistema de vales encajadas en la terraza T_4 del Ebro, en la mitad norte de la zona de estudio. Su relleno está formado por limos arcillosos de color marrón o rojizo muy homogéneos (aunque contienen algún nivel de cantos dispersos). El espesor alcanza 7-8 m, según algunos sondeos geotécnicos realizados en Valdefierro.

2.5. Génesis, evolución y funcionamiento actual de la depresión de Valdespartera.

A partir de las observaciones que se han llevado a cabo y del conocimento del desarrollo de modelados kársticos en la región, la génesis y evolución de la depresión de Valdespartera está regida por los mecanismos siguientes (SORIANO, 1993):

(a) Tras la sedimentación del Cuaternario, en cuya disposición hay un fuerte control estructural, se produce *disolución* de los materiales miocenos yesíferos. Este proceso se va a desarrollar, fundamentalmente, en el contacto entre los dos tipos de materiales, ya que ahí es donde el espesor de Cuaternario es menor y, por otra parte, el agua que se infiltra en esta zona se encuentra aún poco saturada en sulfatos.

(b) Conforme progresa la disolución se crean conductos y cavidades a los que son arrastrados los materiales cuaternarios. Este proceso continuará y la cubierta cuaternaria disminuirá de espesor como consecuencia de su evacuación hacia los vacíos creados.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	587 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

(c) Paralelamente va produciéndose el retroceso de las vertientes en los materiales terciarios y las terrazas y glacis cuaternarios, como consecuencia de los aportes hídricos procedentes de toda la periferia.

Hay varios argumentos que apoyan la hipótesis de que la disolución es el proceso más activo en el desarrollo de este modelado. Uno de ellos, como se ha indicado, es el gran número de dolinas que se encuentra no sólo en las inmediaciones de Valdespartera, sino en toda la parte central de la Depresión del Ebro. Por otra parte, hay que señalar que algunas áreas dentro de la superficie inferior de Valdespartera, tanto en la zona más baja y horizontal como en las suaves rampas que ascienden hacia los relieves terciarios, muestran prácticamente en superficie yesos miocenos que no han sufrido transporte alguno, y sí una profunda alteración por disolución. Todo ello permite asimilarla a una superficie de aplanamiento por disolución del tipo de las que ocupan los ***poljes***, ello sin perjuicio de que las rampas más pronunciadas hayan tenido un funcionamiento esencialmente por glaciplanación y, a la salida de algunas vales, también por acumulación de conos aluviales.

La posibilidad de que este tipo de grandes depresiones sobre yesos pudiesen corresponder con poljes fue ya planteada por OLIVE (1957). Este autor describe depresiones de hasta 12 Km de longitud sobre materiales yesíferos en Tejas y Nuevo Méjico a las que denomina de disolución-subsidencia, siendo similares en su forma a los poljes descritos por CVIJIC (1893), si bien se diferencian en que su origen primario no es tectónico. Las características mínimas que definen un polje, según GAMS (1978), son las siguientes:

- Suelo plano en rocas, en sedimentos no consolidados o aluviales, o cubierto por fluvisuelos.

- Depresión cerrada con una pendiente marginal fuerte por lo menos en uno de los lados.

- Drenaje kárstico.

- Anchura de al menos 400 m.

Estas condiciones se cumplen en el caso de la depresión de Valdespartera. La existencia de un drenaje kárstico en los yesos conectado con el drenaje superficial, que era el único elemento no evidente a juicio de SORIANO (1993), veremos en próximos apartados cómo es un fenómeno demostrable en este caso.

Así, la depresión de Valdespartera habría sufrido una evolución que puede concretarse en los siguientes estadios:

(1) Tras la formación del nivel de terraza y glacis T_4-G_4 se genera una depresión de contacto en el límite entre dicho nivel de terraza y los relieves yesíferos miocenos. Su evolución desde el inicio es la de un ***polje***, depresión cerrada que sufre un aplanamiento y rebaje progresivo, básicamente por disolución.

(2) El primer estadio evolutivo culmina en una superficie antigua de aplanamiento (***superficie superior***) cuya edad podría ser la misma que la de la siguiente terraza encajada (T_3), aunque este extremo no puede ser confirmado dada la falta de correlación física entre las superficies de este sistema endorreico y las del sistema fluvial. También es probablemente correlacionable esta superficie superior con la vertiente y relleno antiguo de val que se encajan en el nivel T_4-G_4 y enlaza con el relleno antiguo de la Val de la Almotilla. La configuración espacial de todos estos elementos y sus cotas relativas sugieren que en esa época la depresión fue capturada por la red y tuvo ya una salida amplia por dicha val.

(3) La continuación del rebaje por disolución dejó colgado un retazo de la superficie superior en el margen oriental de la depresión y dio lugar al desarrollo de la superficie inferior. Según los momentos, la depresión de Valdespartera pudo quedar completamente cerrada o bien tener salida a lo largo de la Val de la Almotilla, ya que el trazado de ésta conecta con el fondo. Los márgenes del polje son retocados durante todo este tiempo por procesos de glaciplanación y construcción de abanicos aluviales debidos a arroyada. Todo ello permite la acumulación de una cubierta casi continua de limos yesíferos sobre la superficie inferior. Mientras la depresión permanece cerrada, las lluvias torrenciales producen encharcamientos periódicos en la parte más baja que dan lugar a la decantación de limos arcillosos palustres.

(4) En un último episodio, el nuevo rebaje de un área prácticamente coincidente con la de sedimentación palustre produce un leve escarpe en torno a dicha área y configura la morfología actual de la depresión. Este hecho motiva que la depresión quede de nuevo cerrada y desconectada de su salida natural, con un fondo que en su parte más baja (cota en torno a 246) se sitúa 1.5 m por debajo de la que tiene el fondo de la val en su arranque.

El funcionamiento actual de la depresión de Valdespartera no representa sino la continuación de todos los procesos mencionados. El agua de lluvia cae, se infiltra en los limos, discurre preferentemente por el contacto con el sustrato yesífero, disuelve este último, arrastra material de la cubierta a las oquedades y va rebajando poco a poco la superficie topográfica. Cuando se producen lluvias muy fuertes se desencadenan arroyadas en manto que producen encharcamientos temporales en la parte más baja. El agua acumulada va desapareciendo por evaporación y por infiltración en las lutitas que forman el fondo de la zona palustre (infiltración lenta debido a su baja permeabilidad). El drenaje subterráneo, como discutiremos en el próximo capítulo, acaba produciéndose por sumideros que corresponden a conductos del endokarst desarrollado en los yesos. El agua que fluye por estos conductos y sobre el contacto entre Mioceno y Cuaternario continua, hacia el norte, disolviendo y produciendo dolinas aluviales bajo la terraza T_4.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	588 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

3. EVALUACION DE LA PELIGROSIDAD DE INUNDACIONES.

3.1. Hidrografía del área de estudio.

Desde el punto de vista hidrográfico la zona estudiada puede ser descrita en los siguientes términos: (1) la depresión de Valdespartera, un área endorreica central, de forma alargada, que se extiende desde la Feria de Muestras hasta el límite de los terrenos militares del acuartelamiento de Valdespartera, y (2) un conjunto de pequeños barrancos que desembocan en esa depresión a través de la rampa de glacis suavemente inclinada hacia la misma; en esta rampa los cauces pierden su identidad hidrográfica y derraman sus eventuales escorrentías (ver plano 2).

La parte más interna de la depresión de Valdespartera corresponde en su conjunto a un antiguo criptohumedal natural de unas 100 ha, alimentado en su día por flujos capilares procedentes de un pequeño acuífero subyacente ubicado en los materiales cuaternarios que rellenan esa depresión. Antiguamente constituyó una zona de pastos. A principios de los años 60 la mitad occidental de esa depresión fue puesta en regadío, y saneados sus terrenos mediante una zanja de drenaje de más de 1 km de longitud y aproximadamente 1.5 m de profundidad. Con ella se consiguió descender la posición del nivel freático y, en consecuencia, la posición de la franja capilar, que era causa de las eflorescencias salinas que salpicaban el fondo de la depresión. Una buena parte de ese antiguo humedal, del orden de 42 ha constituye una zona potencialmente encharcable, en ocasión de episodios lluviosos excepcionales.

En la depresión confluyen las aguas de escorrentía de una red de barrancos que totalizan una superficie drenante de 24.5 km², de los que 17.9 km² corresponden al que hemos denominado "barranco oeste" o barranco de la Feria de Muestras; el resto, hasta totalizar los 24.5 km², se reparte en el conjunto de barrancos que, antes de desembocar en la depresión de Valdespartera, pierden su identidad hidrográfica. Esto es algo que ocurre incluso con el propio barranco de la Feria de Muestras. Los terrenos de la Feria de Muestras se encuentran ubicados en la vallonada en la que se diluye dicho barranco, y de hecho están expuestos a esas ocasionales inundaciones.

Distribución hidrográfica del área de estudio.

	Area (km²)
Subcuenca W	17.9
Subcuencas S	2.2
Dep.Valdespartera	1.0
Resto cuenca	4.4
Total cuenca	**25.5**

NOTA: La subcuenca W corresponde al que hemos denominado "barranco oeste" o de la Feria de Muestras. La subcuenca S corresponde a la red de pequeños barrancos individualizados. "Resto cuenca" incluye la superficie inclinada en la que pierde su individualidad la red de pequeños barrancos que limitan la zona por su flanco meridional.

3.2. Pluviometría.

El área de estudio se encuentra en una zona de clima mediterráneo; quiere esto decir que desde el punto de vista de las precipitaciones está caracterizada por una pluviometría anual emedia/baja, comprendida en general entre 300 y 500 mm, con presencia de series plurianuales con valores por debajo de la media (las "sequías"), con años extremadamente secos que no llegan a alcanzar los 200 mm, una época estival muy seca (julio y agosto) en la que las precipitaciones pueden estar totalmente ausentes, y la presencia de ocasionales aguaceros de escasa duración pero de fuerte intensidad que llegan a generar temidas crecidas en ramblas y barrancos.

Las estaciones meteorológicas más próximas son la 9434, conocida como "Zaragoza/Aeropuerto", y la 9443E, denominada "Zaragoza/Observatorio". La serie de datos pluviométricos registrados en la 9434 a lo largo del periodo de 30 años de 1961/90 arroja una media de 322 mm/año, siendo los valores extremos de la serie 201 mm para el año más seco, y 418 mm para el más húmedo. El mes más lluvioso corresponde estadísticamente a mayo, que llega a totalizar el 15 % de las precipitaciones anuales. El otoño, estadísticamente es también una estación lluviosa, dentro siempre de la parquedad en la que nos movemos. Julio y agosto son los meses más secos; apenas totalizan entre los dos el 5 % del volumen pluviométrico anual; la estación seca con frecuencia se extiende hasta mediados de noviembre.

El volumen pluviométrico anual se reparte en una media de 74 días de lluvias. Las lluvias en general van asociadas a vientos del WNW, del SE y del E. La humedad relativa del aire se sitúa la mayor parte del año (desde marzo hasta septiembre, ambos inclusive) entre el 50 % y el 60 %; los máximos de mayor humedad relativa oscilan entre el 70 y el 65 %. La frecuente presencia de fuertes vientos racheados, con ráfagas que superan los 120 km/h es otra de las características singulares del clima de esta zona; normalmente tienen procedencia comprendida entre el W y el NNW. La evapotranspiración potencial media (ETP) se aproxima a los 800 mm/año.

En relación con los riesgos de inundación los datos climáticos que más interesan son las precipitaciones, tanto las de intensidad media y larga duración, como las extraordinariamente intensas y de corta duración. Las primeras llegan a generar grandes volúmenes de agua de escorrentía, y las segundas caudales punta de excepcional violencia. La falta de series largas de registros sistemáticos de las lluvias en periodos inferiores a 24 horas hace que cualquier disquisición al respecto esté basada en planteamientos exclusivamente empíricos y/o en métodos estocásticos. Quiere esto decir que los resultados obtenidos en estos casos están siempre sujetos a la fiabilidad que tienen los métodos elegidos. Siendo así, cualquier decisión basada en esos empirismos debe estar regida por la prudencia, poniéndose siempre del lado más desfavorable, en especial cuando existan riesgos de pérdidas de vidas humanas o enseres de excepcional valor.

Dicho esto, los datos y cálculos referentes a intensidades máximas en cortos periodos de tiempo y a su probabilidad de retorno han sido tomados del *Estudio Previo de los Condicionantes Físicos para la Ordenación de la Orla SW del Suelo Urbanizable del Término Municipal de Zaragoza* (AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA, 1998). Estos, a su vez, proceden de la aplicación de esos métodos estocásticos a las series de lluvias registradas en el pluviógrafo de la estación 9443 E, realizada por ICONA (1979), en el estudio denominado *Precipitaciones Máximas en España*.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 **ID FIRMA** 12134773 **PÁGINA** 589 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* 03 de junio de 2024

DATOS DE PRECIPITACION EN 9433E ZARAGOZA OBSERVATORIO
Tomado de la Monografía nº 21 de ICONA

PRECIPITACIÓN EN mm.								
Período de	Duración							
retorno (años)	10 m.	30 m.	1 h.	6 h.	12 h.	24 h.	48 h.	72 h.
2	7,9	13,5	15,7	28,1	32,0	39,8	46,2	50,0
5	11,2	20,2	23,1	39,9	46,7	57,4	67,4	71,4
10	13,5	24,8	28,0	47,9	56,6	69,3	81,6	85,8
25	16,3	3,5	34,2	57,8	68,9	84,1	99,4	103,8
50	18,4	34,8	38,9	65,3	78,2	95,3	112,9	117,4
100	20,4	39,0	43,4	72,6	87,1	105,9	126,0	130,6

INTENSIDAD EN mm/h.								
Período de	Duración							
retorno (años)	10 m.	30 m.	1 h.	6 h.	12 h.	24 h.	48 h.	72 h.
2	47,4	27,0	15,7	4,7	2,7	1,7	1,0	0,7
5	67,2	40,4	23,1	6,7	3,9	2,4	1,4	1,0
10	81,0	49,6	28,0	8,0	4,7	2,9	1,7	1,2
25	97,8	61,0	34,2	9,6	5,7	3,5	2,1	1,4
50	110,4	69,6	38,9	10,9	6,5	4,0	2,4	1,6
100	122,4	78,0	43,4	12,1	7,3	4,4	2,6	1,8

% DE LA PRECIPITACIÓN EN 24 h.								
Período de	Duración							
retorno (años)	10 m.	30 m.	1 h.	6 h.	12 h.	24 h.	48 h.	72 h.
2	19,8	33,9	39,4	70,6	80,4	100,0	116,1	125,6
5	19,5	35,2	40,2	69,5	81,4	100,0	117,4	124,4
10	19,5	35,8	40,4	69,1	81,7	100,0	117,7	123,8
25	19,4	36,3	40,7	68,7	81,9	100,0	118,2	123,4
50	19,3	36,5	40,9	68,5	82,1	100,0	118,5	123,2
100	19,3	36,9	41,0	68,6	82,2	100,0	119,0	123,3
MEDIA	19,5	35,8	40,4	69,2	81,6	100,0	117,8	124,0

Cuadro A.6.8. : Precipitaciones máximas en.períodos cortos de tiempo. Estación meteorológica de Zaragoza ´Observatorio´ (9433 E)

DATOS DE PRECIPITACION EN 9433 ZARAGOZA AEROPUERTO
Tomado de la Monografía nº 21 de ICONA

PRECIPITACIÓN EN mm.					
Período de	Duración				
retorno (años)	72 h.	48 h.	24 h.	12 h.	6 h.
2	47,3	43,7	37,5	30,2	24,2
5	63,6	60,1	54,3	39,8	33,1
10	73,8	71,0	65,6	46,2	39,0
25	87,2	84,8	79,8	54,2	46,4
50	97,2	95,1	90,3	60,1	52,0
100	107,1	105,1	100,9	65,9	57,5

INTENSIDAD EN mm/h.					
Período de	Duración				
retorno (años)	72 h.	48 h.	24 h.	12 h.	6 h.
2	0,7	0,9	1,6	2,5	4,0
5	0,9	1,3	2,3	3,3	5,5
10	1,0	1,5	2,7	3,9	6,5
25	1,2	1,8	3,3	4,5	7,7
50	1,4	2,0	3,8	5,0	8,7
100	1,5	2,2	4,2	5,5	9,6

% DE LA PRECIPITACIÓN EN 24 h.					
Período de	Duración				
retorno (años)	72 h.	48 h.	24 h.	12 h.	6 h.
2	126,1	116,5	100,0	80,5	64,5
5	117,1	110,7	100,0	73,3	61,0
10	112,5	108,2	100,0	70,4	59,5
25	109,3	106,3	100,0	67,9	58,1
50	107,6	105,3	100,0	66,6	57,6
100	106,1	104,2	100,0	65,3	57,0
MEDIA	113,1	108,5	100,0	70,7	59,6

Cuadro A.6.7. : Precipitaciones máximas en.períodos cortos de tiempo. Estación meteorológica de Zaragoza ´Aeropuerto´ (9433)

Puede observarse que las lluvias de menos de 30 minutos de duración oscilarían entre los 13.5 mm para un periodo de retorno de 2 años y los 39 mm para un periodo de retorno de 100 años, lo que corresponde a intensidades de 27 mm/h en el primer caso y de 78 mm/h en el segundo.

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 **ID FIRMA** 12134773 **PÁGINA** 590 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

En la figura 5 se resume en un conjunto de curvas la información de los cuadros arriba descritos; en abscisas aparece la duración de la lluvia, y en ordenadas la intensidad horaria. Las 6 curvas de la figura corresponden a otras tantas hipótesis de periodo de retorno, desde 2 hasta 100 años. Insistimos que se trata de deducciones teóricas propias de lo que se conoce como "hidrología con datos insuficientes", que no deben ser tomadas al pie de la letra en relación con determinadas decisiones. El único dato verdaderamente real es el correspondiente a las lluvias registradas en periodos de 24 horas, que para el periodo 1961-90 en el Observatorio de Zaragoza (9434E) llegó a alcanzar un máximo de 67.3 mm. El valor medio de las precipitaciones máximas registradas cada año en 24 horas fué de 35.4 mm.

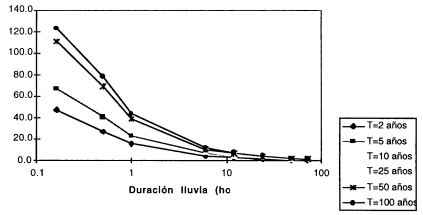


Fig.5.- Curvas de intensidades/duración de lluvia para diferentes periodos de retorno (a partir de datos de la estación meteorológica "Zaragoza-Observatorio").

3.3. Cálculos hidrológicos.

3.3.1. Superficies hidrográficas.

En relación con el problema de la peligrosidad de inundación hemos procedido a discretizar el entorno hidrográfico de 25.5 km² descrito en el apartado anterior en el conjunto de 8 unidades que se muestran en el cuadro adjunto.

SUPERFICIES HIDROGRÁFICAS (km²)	
Subcuenca A	0.307
Subcuenca B	0.564
Subcuenca C	0.450
Subcuenca D	0.406
Subcuenca E	0.120
Subcuenca F	0.373
Subcuenca G	0.073
Subcuenca W	17.9

NOTA: Las subcuencas A a G, ambas inclusive, constituyen lo que antes hemos denominado "subcuenca Sur", es decir, al conjunto de pequeños barrancos drenantes en la depresión de Valdespartera.

A partir de estas superficies se ha procedido, por un lado, a la estimación de los volúmenes máximos de agua de escorrentía aportables en diferentes hipótesis a la parte inundable de la depresión de Valdespartera y, por otro lado, a determinar los máximos caudales instantáneos esperables en el tramo final del barranco de la Feria de Muestras y en cada uno de los pequeños barrancos que limitan la depresión de Valdespartera por su flanco sur.

3.3.2. Tiempos de concentración

El tiempo de concentración (t_c) de una cuenca en una sección determinada de su cauce se refiere al tiempo que tardaría en fluir una gota de agua que cayera en el punto de la cuenca hidrológicamente más alejad. Aunque es un parámetro en cierto modo teórico, refleja una realidad semicuantificable, de gran interés en los cálculos hidrológicos; conjuga la pendiente media del cauce principal con su longitud; es de interés capital en la estimación del caudal máximo posible correspondiente a una lluvia determinada y en la predeterminación de su hidrograma (tiempo de base, tiempo de punta, caudal punta, etc...).

Existen diferentes aproximaciones empíricas para determinar en cada caso el valor del tiempo de concentración; en general, incluyen el desnivel del tramo hidrográfico considerado y su longitud. De entre todos los métodos hemos utilizado el que recoge la Directiva de Carreteras del antiguo M.O.P. en relación a este tipo de problemas, que responde a la siguiente expresión:

$$t_c = 0{,}3\,(L/J^{0.25})^{0.76} \times 60$$

t_c: tiempo de concentración, en minutos

L: longitud del cauce principal, en km

J: pendiente media desde el punto más alto al más bajo, en tanto por uno

Los resultados así obtenidos se ofrecen en el cuadro adjunto:

Determinación de tiempos de concentración (tc) en cada unidad hidrográfica.						
Unidad	**Cota máxima**	**Cota mínima**	**Desnivel (m)**	**Longitud del cauce (m)**	**Pendiente (%)**	**t_c (minutos)**
A	340	275	65	930	7.0	10.27
B	365	280	85	1430	5.9	13.82
C	350	280	70	930	7.5	10.42
D	365	285	80	1010	7.9	11.20
E	300	250	50	530	9.4	7.09
F	320	265	55	900	6.1	9.77
G	330	280	50	350	14.3	5.60
W	590	260	330	9000	3.7	51.02

Vemos cómo los tiempos de concentración en las unidades A a G son del orden de 10 a 15 minutos. Solamente la unidad W (barranco oeste), debido a su mayor entidad hidrográfica, presenta un tiempo de concentración próximo a la hora. En las tablas adjuntas se presentan los valores obtenidos en cada una de las subunidades consideradas.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 **ID FIRMA** 12134773 **PÁGINA** 591 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Sub-unidad	Area (km^2)	Cota máxima	Cota mínima	Desnivel (m)	Longitud de cauce (m)	Pendiente (%)	Tiempo de concentración (minutos)
Subcuenca A							
A1	0.118	340	275	65	930	7.0	10.27
A2	0.028	335	315	20	200	10.0	3.4
A3	0.024	305	280	25	400	6.3	5.3
A5	0.092	335	275	60	580	10.3	7.7
Subcuenca B							
B1	0.294	365	280	85	1430	5.9	13.8
B2	0.092	345	315	30	380	7.9	5.3
B3	0.06	350	305	45	430	10.5	6.2
B4	0.061	335	295	40	320	12.5	5.1
B5	0.057	325	285	40	470	8.5	6.3
Subcuenca C							
C1	0.19	350	280	70	930	7.5	10.4
C2	0.116	350	300	50	550	9.1	7.2
C3	0.144	370	280	90	1130	8.0	12.2
Subcuenca D							
D1	0.219	365	285	80	1010	7.9	11.2
D2	0.07	370	300	70	470	14.9	7.1
D3	0.048	320	300	20	320	6.3	4.5
D4	0.021	320	290	30	330	9.1	4.9
D5	0.048	320	290	30	400	7.5	5.5
Subcuenca E							
E1	0.085	300	250	50	530	9.4	7.1
E2	0.035	295	255	40	380	10.5	5.6
Subcuenca F							
F1	0.147	320	265	55	900	6.1	9.8
F2	0.066	320	285	35	380	9.2	5.5
F3	0.025	330	285	45	230	19.6	4.3
F4	0.04	340	265	75	400	18.8	6.5
F5	0.095	320	275	45	600	7.5	7.5
Subcuenca G							
G1	0.073	330	280	50	350	14.3	5.6
Subcuenca W							
W	17.9	590	260	330	9000	3.7	51.0

3.3.3. Caudales punta (Q_p)

La determinación del caudal punta de una crecida es un dato de singular interés en problemas como el que nos ocupa, es decir, en la toma de decisiones respecto al uso o destino de un determinado espacio urbanizable. Cuando se carece de información documentada suficiente, como es nuestro caso, hay que recurrir a los métodos empíricos y estocásticos. La determinación del caudal punta exigiría el cálculo previo del hidrograma de crecida correspondiente. A falta de datos reales se corre el riesgo de entrar en una dinámica de cálculos hidrológicos aparentemente precisos, con resultados numéricos muy concretos, pero que se pueden alejar de la realidad. En esas situaciones entendemos que entre todas las variables de decisión a considerar, dos de las más importantes son el sentido común y la prudencia.

El sentido común aconseja no forzar innecesariamente las dinámicas de la naturaleza, es decir, no ocupar con enseres o hábitats humanos espacios eventualmente expuestos a inundaciones, encharcamientos o desbordamientos, procurando que a cada porción del territorio se le dé el destino más adecuado sin exponerse a riesgos. La prudencia aplicada a este tipo de cálculos hidrológicos obliga a ponerse del lado de la seguridad. En este sentido, cuando se trata de pequeñas unidades hidrográficas como las que estamos tratando, con tiempos de concentración medibles en minutos, entendemos que la determinación de los caudales punta debe hacerse en relación al máximo caudal de lluvia esperable. En esas circunstancias, el poder de laminación natural es pequeño, lo que obliga en honor a esa prudencia, a trabajar con coeficientes de escorrentia igual a la unidad. En el momento más intenso de un aguacero, una vez que el suelo está mojado, la capacidad de infiltración del terreno es irrelevante en relación con la intensidad de la lluvia y, por otra parte, la morfología del fondo de los pequeños barrancos hace que su poder de laminación natural sea realmente escaso en relación a los caudales de lluvia.

En el caso de que la zona estudiada se desarrollara urbanísticamente en un futuro, es decir, contara con amplias superficies pavimentadas, techadas, etc, la consideración de un coeficiente de escorrentía del 100 % estaría justificada, máxime cuando estamos obligados a trabajar desde el lado de la seguridad.

Una vez que el suelo está mojado y ha comenzado la lluvia neta, los caudales de escorrentía crecen hasta un máximo posible; ese máximo se alcanza cuando la duración de la lluvia neta se iguala con el tiempo de concentración t_c. Si el coeficiente de escorrentía es la unidad, en ese momento el caudal circulante corresponderá al caudal de lluvia. Si la lluvia neta continúa más allá del tiempo de concentración, el caudal de escorrentía se mantiene constante, a condición de que no aumente la intensidad de la lluvia. El caudal de lluvia corresponde al producto de la intensidad pluviométrica por la superficie hidrográfica considerada. Todas estas consideraciones son tanto más correctas cuanto más pequeña es la superficie de cuenca utilizada.

Procediendo así se ha calculado para cada conjunto hidrográfico los correspondientes caudales de lluvia, así como las escorrentías generadas bajo diferentes hipótesis de coeficiente de escorrentía y periodos de retorno.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 **ID FIRMA** 12134773 **PÁGINA** 592 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* 03 de junio de 2024

Caudales punta (m³/s) generados para diferentes coef. de escorrentia.

Cálculos para una lluvia neta de 1 hora de duración y un periodo de retorno de 10 años, a la que corresponde una intensidad de 28mm/h.

	Coeficientes de escorrentía				
SUBCUENCA	**100%**	**75%**	**50%**	**255**	**10%**
A	2.39	1.79	1.20	0.60	0.24
B	4.39	3.29	2.20	1.10	0.44
C	3.50	2.63	1.75	0.88	0.35
D	3.16	2.37	1.58	0.79	0.32
E	0.93	0.70	0.47	0.23	0.09
F	2.90	2.18	1.45	0.73	0.29
G	5.68	4.26	2.84	1.42	0.57

Caudales punta (m³/s) generados para diferentes coef. de escorrentia.

Cálculos para una lluvia neta de 1 hora de duración y un periodo de retorno de 100 años, a la que corresponde una intensidad de 43.4mm/h.

SUBCUENCA	**100%**	**75%**	**50%**	**255**	**10%**
A	3.70	2.78	1.85	0.93	.037
B	6.80	5.10	3.40	1.70	0.68
C	5.43	4.07	2.72	1.36	0.54
D	4.89	3.67	2.45	1.22	0.49
E	1.02	0.77	0.51	0.26	0.10
F	4.50	3.38	2.25	1.13	0.45
G	8.80	6.60	4.40	2.20	0.88

En el caso de aguaceros extraordinariamente violentos, hay episodios de escasa duración (15 a 20 minutos) en los que los caudales punta generados pueden ser escepcionalmente elevados. Al objeto de dar una idea aproximada de los caudales punta que se podrían generar en episodios de lluvia neta desde muy cortos (10 minutos) hasta muy largos (72 horas) hemos confeccionado una serie de cuadros en los que figuran los resultados teóricos en cada una de las pequeñas unidades hidrográficas en las que se puede dividir la zona de estudio, que en nuestro caso van desde espacios de unas pocas hectáreas a unas pocas decenas de hectáreas. Los cálculos han sido hechos para 6 hipótesis diferentes de periodos de retorno, desde 2 a 100 años. En los cuadros adjuntos figura el caudal punta y el volumen de escorrentía generado por el aguacero correspondiente; siempre bajo la hipótesis de un coeficiente de escorrentía igual al 100 %.

SUBCUENCA A

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 2 AÑOS (mm/h)

Área barranco (km²)		Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)
Tiempo de lluvia		10 minutos		30 minutos		1 hora		6 horas		12 horas		24 horas		48 horas		72 horas	
Intensidad		47.4 mm/h		27.0 mm/h		15.7 mm/h		4.7 mm/h		2.7 mm/h		1.7 mm/h		1 mm/h		0.7 mm/h	
A1	0.307	4.04	2425	2.30	4145	1.34	4820	0.40	8657	0.23	9947	0.14	12526	0.09	14736	0.06	15473
A2	0.028	0.52	314	0.21	378	0.12	440	0.04	790	0.02	907	0.01	1142	0.01	1344	0.01	1411
A3	0.024	0.45	269	0.18	324	0.10	377	0.03	677	0.02	778	0.01	979	0.01	1152	0.00	1210
A4	0.045	0.84	504	0.34	608	0.20	707	0.06	1269	0.03	1458	0.02	1836	0.01	2160	0.01	2268
A5	0.092	1.72	1030	0.69	1242	0.40	1444	0.12	2594	0.07	2981	0.04	3754	0.03	4416	0.02	4637

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 5 AÑOS (mm/h)

Intensidad		67.2 mm/h		40.4 mm/h		23.1 mm/h		6.7 mm/h		3.9 mm/h		2.4 mm/h		1.4 mm/h		1 mm/h	
A1	0.307	5.73	3438	3.45	6201	1.97	7092	0.57	12341	0.33	14368	0.20	17683	0.12	20630	0.09	22104
A2	0.028	0.37	221	0.31	566	0.18	647	0.05	1126	0.03	1310	0.02	1613	0.01	1882	0.01	2016
A3	0.024	0.32	190	0.27	485	0.15	554	0.04	965	0.03	1123	0.02	1382	0.01	1613	0.01	1728
A4	0.045	0.59	356	0.51	909	0.29	1040	0.08	1809	0.05	2106	0.03	2592	0.02	3024	0.01	3240
A5	0.092	1.21	727	1.03	1858	0.59	2125	0.17	3698	0.10	4306	0.06	5299	0.04	6182	0.03	6624

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 10 AÑOS (mm/h)

Intensidad		81 mm/h		49.6 mm/h		28 mm/h		8 mm/h		4.7 mm/h		2.9 mm/h		1.7 mm/h		1.2 mm/h	
A1	0.307	6.91	4145	4.23	7614	2.39	8596	0.68	14736	0.40	17315	0.25	21367	0.14	25051	0.10	26525
A2	0.028	0.63	378	0.39	694	0.22	784	0.06	1344	0.04	1579	0.02	1949	0.01	2285	0.01	2419
A3	0.024	0.54	324	0.33	595	0.19	672	0.05	1152	0.03	1354	0.02	1670	0.01	1958	0.01	2074
A4	0.045	1.01	608	0.62	1116	0.35	1260	0.10	2160	0.06	2538	0.04	3132	0.02	3672	0.02	3888
A5	0.092	2.07	1242	1.27	2282	0.72	2576	0.20	4416	0.12	5189	0.07	6403	0.04	7507	0.03	7949

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 25 AÑOS (mm/h)

Intensidad		97.8 mm/h		61.0 mm/h		34.2 mm/h		9.6 mm/h		5.7 mm/h		3.5 mm/h		2.1 mm/h		1.4 mm/h	
A1	0.307	8.34	5004	5.20	9364	2.92	10499	0.82	17683	0.49	20999	0.30	25788	0.18	30946	0.12	30946
A2	0.028	0.76	456	0.47	854	0.27	958	0.07	1613	0.04	1915	0.03	2352	0.02	2822	0.01	2822
A3	0.024	0.65	391	0.41	732	0.23	821	0.06	1382	0.04	1642	0.02	2016	0.01	2419	0.01	2419
A4	0.045	1.22	734	0.76	1373	0.43	1539	0.12	2592	0.07	3078	0.04	3780	0.03	4536	0.02	4536
A5	0.092	2.50	1500	1.56	2806	0.87	3146	0.25	5299	0.15	6293	0.09	7728	0.05	9274	0.04	9274

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 50 AÑOS (mm/h)

Intensidad		110.4 mm/h		69.6 mm/h		38.9 mm/h		10.9 mm/h		6.5 mm/h		4.0 mm/h		2.4 mm/h		1.6 mm/h	
A1	0.307	9.41	5649	5.94	10684	3.32	11942	0.93	20078	0.55	23946	0.34	29472	0.20	35366	0.14	35366
A2	0.028	0.86	515	0.54	974	0.30	1089	0.08	1831	0.05	2184	0.03	2688	0.02	3226	0.01	3226
A3	0.024	0.74	442	0.46	835	0.26	934	0.07	1570	0.04	1872	0.03	2304	0.02	2765	0.01	2765
A4	0.045	1.38	828	0.87	1566	0.49	1751	0.14	2943	0.08	3510	0.05	4320	0.03	5184	0.02	5184
A5	0.092	2.82	1693	1.78	3202	0.99	3579	0.28	6017	0.17	7156	0.10	8832	0.06	10598	0.04	10598

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 100 AÑOS (mm/h)

Intensidad		122.4 mm/h		78.0 mm/h		43.4 mm/h		12.1 mm/h		7.3 mm/h		4.4 mm/h		2.6 mm/h		1.8 mm/h	
A1	0.370	10.44	6263	6.65	11973	3.70	13324	1.03	22288	0.62	26893	0.38	32419	0.22	38314	0.15	39787
A2	0.028	0.95	571	0.61	1092	0.34	1215	0.09	2033	0.06	2453	0.03	2957	0.02	3494	0.01	3629
A3	0.024	0.82	490	0.52	936	0.29	1042	0.08	1742	0.05	2102	0.03	2534	0.02	2995	0.01	3110
A4	0.045	1.53	918	0.98	1755	0.54	1953	0.15	3267	0.09	3942	0.06	4752	0.03	5616	0.02	5832
A5	0.092	3.13	1877	1.99	3588	1.11	3993	0.31	6679	0.19	8059	0.11	9715	0.07	11482	0.05	11923

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 **ID FIRMA** 12134773 **PÁGINA** 593 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* 03 de junio de 2024

SUBCUENCA B

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 2 AÑOS (mm/h)

Área barranco (km²)		Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)
Tiempo de lluvia		10 minutos		30 minutos		1 hora		6 horas		12 horas		24 horas		48 horas		72 horas	
Intensidad		47.4 mm/h		27.0 mm/h		15.7 mm/h		4.7 mm/h		2.7 mm/h		1.7 mm/h		1 mm/h		0.7 mm/h	
B1	0.564	7.43	4456	4.23	7614	2.46	8855	0.74	15905	0.42	18274	0.27	23011	0.16	27072	0.11	28426
B2	0.092	1.21	727	0.69	1242	0.40	1444	0.12	2594	0.07	2981	0.04	3754	0.03	4416	0.02	4637
B3	0.06	0.79	474	0.45	810	0.26	942	0.08	1692	0.05	1944	0.03	2448	0.02	2880	0.01	3024
B4	0.061	0.80	482	0.46	824	0.27	958	0.08	1720	0.05	1976	0.03	2489	0.02	2928	0.01	3074
B5	0.057	0.75	450	0.43	770	0.25	895	0.07	1607	0.04	1847	0.03	2326	0.02	2736	0.01	2873

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 5 AÑOS (mm/h)

Intensidad		67.2 mm/h		40.4 mm/h		23.1 mm/h		6.7 mm/h		3.9 mm/h		2.4 mm/h		1.4 mm/h		1 mm/h	
B1	0.564	10.53	6317	6.33	11393	3.62	13028	1.05	22673	0.61	26395	0.38	32486	0.22	37901	0.16	40608
B2	0.092	1.21	727	1.03	1858	0.59	2125	0.17	3698	0.10	4306	0.06	5299	0.04	6182	0.03	6624
B3	0.06	0.79	474	0.67	1212	0.39	1386	0.11	2412	0.07	2808	0.04	3456	0.02	4032	0.02	4320
B4	0.061	0.80	482	0.68	1232	0.39	1409	0.11	2452	0.07	2855	0.04	3514	0.02	4099	0.02	4392
B5	0.057	0.75	450	0.64	1151	0.37	1317	0.11	2291	0.06	2668	0.04	3283	0.02	3830	0.02	4104

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 10 AÑOS (mm/h)

Intensidad		81 mm/h		49.6 mm/h		28 mm/h		8 mm/h		4.7 mm/h		2.9 mm/h		1.7 mm/h		1.2 mm/h	
B1	0.564	12.69	7614	7.77	13987	4.39	15792	1.25	27072	0.74	31810	0.45	39254	0.27	46022	0.19	48730
B2	0.092	2.07	1242	1.27	2282	0.72	2576	0.20	4416	0.12	5189	0.07	6403	0.04	7507	0.03	7949
B3	0.06	1.35	810	0.83	1488	0.47	1680	0.13	2880	0.08	3384	0.05	4176	0.03	4896	0.02	5184
B4	0.061	1.37	824	0.84	1513	0.47	1708	0.14	2928	0.08	3440	0.05	4246	0.03	1978	0.02	5270
B5	0.057	1.28	770	0.79	1414	0.44	1596	0.13	2736	0.07	3215	0.05	3967	0.03	4651	0.02	4925

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 25 AÑOS (mm/h)

Intensidad		97.8 mm/h		61.0 mm/h		34.2 mm/h		9.6 mm/h		5.7 mm/h		3.5 mm/h		2.1 mm/h		1.4 mm/h	
B1	0.564	15.32	9193	9.56	17202	5.36	19289	1.50	32486	0.89	38578	0.55	47376	0.33	56851	0.22	56851
B2	0.092	2.50	1500	1.56	2806	0.87	3146	0.25	5299	0.15	6293	0.09	7728	0.05	9274	0.04	9274
B3	0.06	1.63	978	1.02	1830	0.57	2052	0.16	3456	0.10	4104	0.06	5040	0.04	6048	0.02	6048
B4	0.061	1.66	994	1.03	1861	0.58	2086	0.16	3514	0.10	4172	0.06	5124	0.04	6149	0.02	6149
B5	0.057	1.55	929	0.97	1739	0.54	1949	0.15	3283	0.09	3899	0.06	4788	0.03	5746	0.02	5746

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 50 AÑOS (mm/h)

Intensidad		110.4 mm/h		69.6 mm/h		38.9 mm/h		10.9 mm/h		6.5 mm/h		4.0 mm/h		2.4 mm/h		1.6 mm/h	
B1	0.294	9.02	5410	5.68	10231	3.18	11437	0.89	19228	0.53	22932	0.33	28224	0.20	33869	0.13	33869
B2	0.092	2.82	1693	1.78	3202	0.99	3579	0.28	6017	0.17	7176	0.10	8832	0.06	10598	0.04	10598
B3	0.06	1.84	1104	1.16	2088	0.65	2334	0.18	3924	0.11	4680	0.07	5760	0.04	6912	0.03	6912
B4	0.061	1.87	1122	1.18	2123	0.66	2373	0.18	3989	0.11	4758	0.07	5856	0.04	7027	0.03	7027
B5	0.057	1.75	1049	1.10	1984	0.62	2217	0.17	3728	0.10	4446	0.06	5472	0.04	6566	0.03	6566

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 100 AÑOS (mm/h)

Intensidad		122.4 mm/h		78.0 mm/h		43.4 mm/h		12.1 mm/h		7.3 mm/h		4.4 mm/h		2.6 mm/h		1.8 mm/h	
B1	0.294	10.00	5988	6.37	11466	3.54	12760	0.99	21344	0.60	25754	0.36	31046	0.21	36691	0.15	38102
B2	0.092	3.13	1877	1.99	3588	1.11	3993	0.31	6679	0.19	8059	0.11	9715	0.07	11482	0.05	11923
B3	0.06	2.04	1224	1.30	2340	0.72	2604	0.20	4356	0.12	5256	0.07	6336	0.04	7488	0.03	7776
B4	0.061	2.07	1244	1.32	2379	0.74	2647	0.21	4429	0.12	5344	0.07	6442	0.04	7613	0.03	7906
B5	0.057	1.94	1163	1.24	2223	0.69	2474	0.19	4138	0.12	4993	0.07	6019	0.04	7114	0.03	7387

SUBCUENCA C

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 2 AÑOS (mm/h)

Área barranco (km²)		Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)
Tiempo de lluvia		10 minutos		30 minutos		1 hora		6 horas		12 horas		24 horas		48 horas		72 horas	
Intensidad		47.4 mm/h		27.0 mm/h		15.7 mm/h		4.7 mm/h		2.7 mm/h		1.7 mm/h		1 mm/h		0.7 mm/h	
C1	0.45	5.93	3555	3.38	6075	1.96	7065	0.59	12690	0.34	14580	0.21	18360	0.13	21600	0.09	22680
C2	0.116	1.53	916	0.87	1566	0.51	1821	0.15	3271	0.09	3758	0.05	4733	0.03	5568	0.02	5846
C3	0.144	1.90	1138	1.08	1944	0.63	2261	0.19	4061	0.11	4666	0.07	5875	0.04	6912	0.03	7258

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 5 AÑOS (mm/h)

Intensidad		67.2 mm/h		40.4 mm/h		23.1 mm/h		6.7 mm/h		3.9 mm/h		2.4 mm/h		1.4 mm/h		1 mm/h	
C1	0.45	8.40	5040	5.05	9090	2.89	10395	0.84	18090	0.49	21060	0.30	25920	0.18	30240	0.13	32400
C2	0.116	1.53	916	1.30	2343	0.74	2680	0.22	4663	0.13	5429	0.08	6682	0.05	7795	0.03	8352
C3	0.144	1.90	1138	1.62	2909	0.92	3326	0.27	5789	0.16	6739	0.10	8294	0.06	9677	0.04	10368

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 10 AÑOS (mm/h)

Intensidad		81 mm/h		49.6 mm/h		28 mm/h		8 mm/h		4.7 mm/h		2.9 mm/h		1.7 mm/h		1.2 mm/h	
C1	0.45	10.13	6075	6.20	11160	3.50	12600	1.00	21600	0.59	25380	0.36	31320	0.21	36720	0.15	38880
C2	0.116	2.61	1566	1.60	2877	0.90	3248	0.26	5568	0.15	6542	0.09	8074	0.05	9466	0.04	10022
C3	0.144	3.24	1944	1.98	3571	1.12	4032	0.32	6912	0.19	8122	0.12	10022	0.07	11750	0.05	12442

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 25 AÑOS (mm/h)

Intensidad		97.8 mm/h		61.0 mm/h		34.2 mm/h		9.6 mm/h		5.7 mm/h		3.5 mm/h		2.1 mm/h		1.4 mm/h	
C1	0.45	12.23	7335	7.63	13725	4.28	15390	1.20	25920	0.71	30780	0.44	37800	0.26	45360	0.18	45360
C2	0.116	3.15	1891	1.97	3538	1.10	3967	0.31	6682	0.18	7934	0.11	9744	0.07	11693	0.05	11693
C3	0.144	3.91	2347	2.44	4392	1.37	4925	0.38	8294	0.23	9850	0.14	12096	0.08	14515	0.06	14515

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 50 AÑOS (mm/h)

Intensidad		110.4 mm/h		69.6 mm/h		38.9 mm/h		10.9 mm/h		6.5 mm/h		4.0 mm/h		2.4 mm/h		1.6 mm/h	
C1	0.45	13.80	8280	8.70	15660	4.86	17505	1.36	29430	0.81	35100	0.50	43200	0.30	51840	0.20	51840
C2	0.116	3.56	2134	2.24	4037	1.25	4512	0.35	7586	0.21	9048	0.13	11136	0.08	13363	0.05	13363
C3	0.144	4.42	2650	2.78	5011	1.56	5602	0.44	9418	0.26	11232	0.16	13824	0.10	16589	0.06	16589

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 100 AÑOS (mm/h)

Intensidad		122.4 mm/h		78.0 mm/h		43.4 mm/h		12.1 mm/h		7.3 mm/h		4.4 mm/h		2.6 mm/h		1.8 mm/h	
C1	0.45	15.30	9180	9.75	17550	5.43	19530	1.51	32670	0.91	39420	0.55	47520	0.33	56160	0.23	58320
C2	0.116	3.94	2366	2.51	4524	1.40	5034	0.39	8422	0.24	10162	0.14	12250	0.08	14477	0.06	15034
C3	0.144	4.90	2938	3.12	5616	1.74	6250	0.48	10454	0.29	12614	0.18	15206	0.10	17971	0.07	18662

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 **ID FIRMA** 12134773 **PÁGINA** 594 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

SUBCUENCA D

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 2 AÑOS (mm/h)

Área barranco (km²)		Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)
Tiempo de lluvia		10 minutos		30 minutos		1 hora		6 horas		12 horas		24 horas		48 horas		72 horas	
Intensidad		47.4 mm/h		27.0 mm/h		15.7 mm/h		4.7 mm/h		2.7 mm/h		1.7 mm/h		1 mm/h		0.7 mm/h	
D1	0.406	5.35	3207	3.05	5481	1.77	6374	0.53	11449	0.30	13154	0.19	16565	0.11	19488	0.08	20462
D2	0.07	0.92	553	0.53	945	0.31	1099	0.09	1974	0.05	2268	0.03	2856	0.02	3360	0.01	3528
D3	0.048	0.63	379	0.36	648	0.21	754	0.06	1354	0.04	1555	0.02	1958	0.01	2304	0.01	2419
D4	0.021	0.28	166	0.16	284	0.09	330	0.03	592	0.02	680	0.01	857	0.01	1008	0.00	1058
D5	0.048	0.63	379	0.36	648	0.21	754	0.06	1354	0.04	1555	0.02	1958	0.01	2304	0.01	2419

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 5 AÑOS (mm/h)

Intensidad		67.2 mm/h		40.4 mm/h		23.1 mm/h		6.7 mm/h		3.9 mm/h		2.4 mm/h		1.4 mm/h		1 mm/h	
D1	0.406	7.58	4547	4.56	8201	2.61	9379	0.76	16321	0.44	19001	0.27	23386	0.16	27283	0.11	29232
D2	0.07	0.92	553	0.79	1414	0.45	1617	0.13	2814	0.08	3276	0.05	4032	0.03	4704	0.02	5040
D3	0.048	0.63	379	0.54	970	0.31	1109	0.09	1930	0.05	2246	0.03	2765	0.02	3226	0.01	3456
D4	0.021	0.28	166	0.24	424	0.13	485	0.04	844	0.02	983	0.01	1210	0.01	1411	0.01	1512
D5	0.048	0.63	379	0.54	970	0.31	1109	0.09	1930	0.05	2246	0.03	2765	0.02	3226	0.01	3456

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 10 AÑOS (mm/h)

Intensidad		81 mm/h		49.6 mm/h		28 mm/h		8 mm/h		4.7 mm/h		2.9 mm/h		1.7 mm/h		1.2 mm/h	
D1	0.406	9.14	5481	5.59	10069	3.16	11368	0.90	19488	0.53	22898	0.33	28258	0.19	33130	0.14	35078
D2	0.07	1.58	945	0.96	1736	0.54	1960	0.16	3360	0.09	3948	0.06	4872	0.03	5712	0.02	6048
D3	0.048	1.08	648	0.66	1190	0.37	1344	0.11	2304	0.06	2707	0.04	3341	0.02	3917	0.02	4147
D4	0.021	0.47	284	0.29	521	0.16	588	0.05	1008	0.03	1184	0.02	1462	0.01	1714	0.01	1814
D5	0.048	1.08	648	0.66	1190	0.37	1344	0.11	2304	0.06	2707	0.04	3341	0.02	3917	0.02	4147

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 25 AÑOS (mm/h)

Intensidad		97.8 mm/h		61.0 mm/h		34.2 mm/h		9.6 mm/h		5.7 mm/h		3.5 mm/h		2.1 mm/h		1.4 mm/h	
D1	0.406	11.03	6618	6.68	12383	3.86	13885	1.08	23386	0.64	27770	0.39	34104	0.24	40925	0.16	40925
D2	0.07	1.90	1141	1.19	2135	0.67	2394	0.19	4032	0.11	4788	0.07	5880	0.04	7056	0.03	7056
D3	0.048	1.30	782	0.81	1464	0.46	1642	0.13	2765	0.08	3283	0.05	4032	0.03	4838	0.02	4838
D4	0.021	0.57	342	0.36	641	0.20	718	0.06	1210	0.03	1436	0.02	1764	0.01	2117	0.01	2117
D5	0.048	1.30	782	0.81	1464	0.46	1642	0.13	2765	0.08	3283	0.05	4032	0.03	4838	0.02	4838

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 50 AÑOS (mm/h)

Intensidad		110.4 mm/h		69.6 mm/h		38.9 mm/h		10.9 mm/h		6.5 mm/h		4.0 mm/h		2.4 mm/h		1.6 mm/h	
D1	0.406	12.45	7470	7.85	14129	4.39	15793	1.23	26552	0.73	31668	0.45	38976	0.27	46771	0.18	46771
D2	0.07	2.15	1288	1.35	2436	0.76	2723	0.21	4578	0.13	5460	0.08	6720	0.05	8064	0.03	8064
D3	0.048	1.47	883	0.93	1670	0.52	1867	0.15	3139	0.09	3744	0.05	4608	0.03	5530	0.02	5530
D4	0.021	0.64	386	0.41	731	0.23	817	0.06	1373	0.04	1638	0.02	2016	0.01	2419	0.01	2419
D5	0.048	1.47	883	0.93	1670	0.52	1867	0.15	3139	0.09	3744	0.05	4608	0.03	5530	0.02	5530

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 100 AÑOS (mm/h)

Intensidad		122.4 mm/h		78.0 mm/h		43.4 mm/h		12.1 mm/h		7.3 mm/h		4.4 mm/h		2.6 mm/h		1.8 mm/h	
D1	0.406	13.80	8282	8.80	15834	4.89	17620	1.36	29476	0.82	35566	0.50	42874	0.29	50669	0.20	52618
D2	0.07	2.38	1428	1.52	2730	0.84	3038	0.24	5082	0.14	6132	0.09	7392	0.05	8736	0.04	9072
D3	0.048	1.63	979	1.04	1872	0.58	2083	0.16	3485	0.10	4205	0.06	5069	0.03	5990	0.02	6221
D4	0.021	0.71	428	0.46	819	0.25	911	0.07	1525	0.04	1840	0.03	2218	0.02	2621	0.01	2722
D5	0.048	1.63	979	1.04	1872	0.58	2083	0.16	3485	0.10	4205	0.06	5069	0.03	5990	0.02	6221

SUBCUENCA E

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 2 AÑOS (mm/h)

Área barranco (km²)		Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)
Tiempo de lluvia		10 minutos		30 minutos		1 hora		6 horas		12 horas		24 horas		48 horas		72 horas	
Intensidad		47.4 mm/h		27.0 mm/h		15.7 mm/h		4.7 mm/h		2.7 mm/h		1.7 mm/h		1 mm/h		0.7 mm/h	
E1	0.12	1.58	948	0.90	1620	0.52	1884	0.16	3384	0.09	3888	0.06	4896	0.03	5760	0.02	6048
E2	0.035	0.46	277	0.26	473	0.15	550	0.05	987	0.03	1134	0.02	1428	0.01	1680	0.01	1764

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 5 AÑOS (mm/h)

Intensidad		67.2 mm/h		40.4 mm/h		23.1 mm/h		6.7 mm/h		3.9 mm/h		2.4 mm/h		1.4 mm/h		1 mm/h	
E1	0.12	2.24	1344	1.35	2424	0.77	2772	0.22	4824	0.13	5616	0.08	6912	0.05	8064	0.03	8640
E2	0.035	0.46	277	0.39	707	0.22	809	0.07	1407	0.04	1638	0.02	2016	0.01	2352	0.01	2520

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN 1407T DE 10 AÑOS (mm/h)

Intensidad		81 mm/h		49.6 mm/h		28 mm/h		8 mm/h		4.7 mm/h		2.9 mm/h		1.7 mm/h		1.2 mm/h	
E1	0.12	2.70	1620	1.65	2976	0.93	3360	0.27	5760	0.16	6768	0.10	8352	0.06	9792	0.04	10368
E2	0.035	0.79	473	0.48	868	0.27	980	0.08	1680	0.05	1974	0.03	2436	0.02	2856	0.01	3024

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 25 AÑOS (mm/h)

Intensidad		97.8 mm/h		61.0 mm/h		34.2 mm/h		9.6 mm/h		5.7 mm/h		3.5 mm/h		2.1 mm/h		1.4 mm/h	
E1	0.12	3.26	1956	2.03	3660	1.14	4104	0.32	6912	0.19	8208	0.12	10080	0.07	12096	0.05	12096
E2	0.035	0.95	571	0.59	1068	0.33	1197	0.09	2016	0.06	2394	0.03	2940	0.02	3528	0.01	3528

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 50 AÑOS (mm/h)

Intensidad		110.4 mm/h		69.6 mm/h		38.9 mm/h		10.9 mm/h		6.5 mm/h		4.0 mm/h		2.4 mm/h		1.6 mm/h	
E1	0.085	2.61	1564	1.64	2958	0.92	3307	0.26	5559	0.15	6630	0.09	8160	0.06	9792	0.04	9792
E2	0.035	1.07	644	0.68	1218	0.38	1362	0.11	2289	0.06	2730	0.04	3360	0.02	4032	0.02	4032

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 100 AÑOS (mm/h)

Intensidad		122.4 mm/h		78.0 mm/h		43.4 mm/h		12.1 mm/h		7.3 mm/h		4.4 mm/h		2.6 mm/h		1.8 mm/h	
E1	0.085	2.89	1734	1.84	3315	1.02	3689	0.29	6171	0.17	7446	0.10	8976	0.06	10608	0.04	11016
E2	0.035	1.19	714	0.76	1365	0.42	1519	0.12	2541	0.07	3066	0.04	3696	0.03	4368	0.02	4536

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 **ID FIRMA** 12134773 **PÁGINA** 595 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

SUBCUENCA F

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 2 AÑOS (mm/h)

Área barranco (km²)		Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)
Tiempo de lluvia		10 minutos		30 minutos		1 hora		6 horas		12 horas		24 horas		48 horas		72 horas	
Intensidad		47.4 mm/h		27.0 mm/h		15.7 mm/h		4.7 mm/h		2.7 mm/h		1.7 mm/h		1 mm/h		0.7 mm/h	
F1	0.373	4.91	2947	2.80	5036	1.63	5856	0.49	10519	0.28	12085	0.18	15218	0.10	17904	0.07	18799
F2	0.066	0.87	521	0.50	891	0.29	1036	0.09	1861	0.05	2138	0.03	2693	0.02	3168	0.01	3326
F3	0.025	0.33	198	0.19	338	0.11	393	0.03	705	0.02	810	0.01	1020	0.01	1200	0.00	1260
F4	0.04	0.53	316	0.30	540	0.17	628	0.05	1128	0.03	1296	0.02	1632	0.01	1920	0.01	2016
F5	0.095	1.25	751	0.71	1283	0.41	1492	0.12	2679	0.07	3078	0.04	3876	0.03	4560	0.02	4788

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 5 AÑOS (mm/h)

Intensidad		67.2 mm/h		40.4 mm/h		23.1 mm/h		6.7 mm/h		3.9 mm/h		2.4 mm/h		1.4 mm/h		1 mm/h	
F1	0.373	6.96	4178	4.19	7535	2.39	8616	0.69	14995	0.40	17456	0.25	21485	0.15	25066	0.10	26856
F2	0.066	0.87	521	0.74	1333	0.42	1525	0.12	2653	0.07	3089	0.04	3802	0.03	4435	0.02	4752
F3	0.025	0.33	198	0.28	505	0.16	578	0.05	1005	0.03	1170	0.02	1440	0.01	1680	0.01	1800
F4	0.04	0.53	316	0.45	808	0.26	924	0.07	1608	0.04	1872	0.03	2304	0.02	2688	0.01	2880
F5	0.095	1.25	751	1.07	1919	0.61	2195	0.18	3819	0.10	4446	0.06	5472	0.04	6384	0.03	6840

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 10 AÑOS (mm/h)

Intensidad		81 mm/h		49.6 mm/h		28 mm/h		8 mm/h		4.7 mm/h		2.9 mm/h		1.7 mm/h		1.2 mm/h	
F1	0.373	8.39	5036	5.14	9250	2.90	10444	0.83	17904	0.49	21037	0.30	25961	0.18	30437	0.12	32227
F2	0.066	1.49	891	0.91	1637	0.51	1848	0.15	3168	0.09	3722	0.05	4594	0.03	5386	0.02	5702
F3	0.025	0.56	338	0.34	620	0.19	700	0.06	1200	0.03	1410	0.02	1740	0.01	2040	0.01	2160
F4	0.04	0.90	540	0.55	992	0.31	1120	0.09	1920	0.05	2256	0.03	2784	0.02	3264	0.01	3456
F5	0.095	2.14	1283	1.31	2356	0.74	2660	0.21	4560	0.12	5358	0.08	6612	0.04	7752	0.03	8208

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 25 AÑOS (mm/h)

Intensidad		97.8 mm/h		61.0 mm/h		34.2 mm/h		9.6 mm/h		5.7 mm/h		3.5 mm/h		2.1 mm/h		1.4 mm/h	
F1	0.373	10.13	6080	6.32	11377	3.54	12757	0.99	21485	0.59	25513	0.36	31332	0.22	37598	0.15	37598
F2	0.066	1.79	1076	1.12	2013	0.63	2257	0.18	3802	0.10	4514	0.06	5544	0.04	6653	0.03	6653
F3	0.025	0.68	408	0.42	763	0.24	855	0.07	1440	0.04	1710	0.02	2100	0.01	2520	0.01	2520
F4	0.04	1.09	652	0.68	1220	0.38	1368	0.11	2304	0.06	2736	0.04	3360	0.02	4032	0.02	4032
F5	0.095	2.58	1549	1.61	2898	0.90	3249	0.25	5472	0.15	6498	0.09	7980	0.06	9576	0.04	9576

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 50 AÑOS (mm/h)

Intensidad		110.4 mm/h		69.6 mm/h		38.9 mm/h		10.9 mm/h		6.5 mm/h		4.0 mm/h		2.4 mm/h		1.6 mm/h	
F1	0.373	11.44	6863	7.21	12980	4.03	14510	1.13	24394	0.67	29094	0.41	35808	0.25	42970	0.17	42570
F2	0.066	2.02	1214	1.28	2297	0.71	2567	0.20	4316	0.12	5148	0.07	6336	0.04	7603	0.03	7603
F3	0.025	0.77	460	0.48	870	0.27	973	0.08	1635	0.05	1950	0.03	2400	0.02	2880	0.01	2820
F4	0.04	1.23	736	0.77	1392	0.43	1556	0.12	2616	0.07	3120	0.04	3840	0.03	4608	0.02	4608
F5	0.095	2.91	1748	1.84	3306	1.03	3696	0.29	6213	0.17	7140	0.11	9120	0.06	10944	0.04	10944

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 100 AÑOS (mm/h)

Intensidad		122.4 mm/h		78.0 mm/h		43.4 mm/h		12.1 mm/h		7.3 mm/h		4.4 mm/h		2.6 mm/h		1.8 mm/h	
F1	0.373	12.68	7609	8.08	14547	4.50	16188	1.25	27080	0.76	32675	0.46	39389	0.27	46550	0.19	48341
F2	0.066	2.24	1346	1.43	2574	0.80	2864	0.22	4792	0.13	5782	0.08	6970	0.05	8237	0.03	8554
F3	0.025	0.85	510	0.54	975	0.30	1085	0.08	1815	0.05	2190	0.03	2640	0.02	3120	0.01	3240
F4	0.04	1.36	816	0.87	1560	0.48	1736	0.13	2904	0.08	3504	0.05	4224	0.03	4992	0.02	5184
F5	0.095	3.23	1938	2.06	3705	1.15	4123	0.32	6897	0.19	8322	0.12	1032	0.07	11856	0.05	12312

SUBCUENCA G

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 2 AÑOS (mm/h)

Área barranco (km²)		Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)
Tiempo de lluvia		10 minutos		30 minutos		1 hora		6 horas		12 horas		24 horas		48 horas		72 horas	
Intensidad		47.4 mm/h		27.0 mm/h		15.7 mm/h		4.7 mm/h		2.7 mm/h		1.7 mm/h		1 mm/h		0.7 mm/h	
G1	0.73	9.61	5767	5.48	9855	3.18	11461	0.95	20586	0.55	23652	0.34	29784	0.20	35040	0.14	36792

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 5 AÑOS (mm/h)

Intensidad		67.2 mm/h		40.4 mm/h		23.1 mm/h		6.7 mm/h		3.9 mm/h		2.4 mm/h		1.4 mm/h		1 mm/h	
G1	0.73	1.36	818	0.82	1475	0.47	1686	0.14	2935	0.08	3416	0.05	4205	0.03	4906	0.02	5256

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 10 AÑOS (mm/h)

Intensidad		81 mm/h		49.6 mm/h		28 mm/h		8 mm/h		4.7 mm/h		2.9 mm/h		1.7 mm/h		1.2 mm/h	
G1	0.73	1.64	986	1.01	1810	0.57	2044	0.16	3504	0.10	4117	0.06	5081	0.03	5957	0.02	6307

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 25 AÑOS (mm/h)

Intensidad		97.8 mm/h		61.0 mm/h		34.2 mm/h		9.6 mm/h		5.7 mm/h		3.5 mm/h		2.1 mm/h		1.4 mm/h	
G1	0.73	1.98	1190	1.24	2227	0.69	2497	0.19	4205	0.12	4993	0.07	6132	0.04	7358	0.03	7358

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 50 AÑOS (mm/h)

Intensidad		110.4 mm/h		69.6 mm/h		38.9 mm/h		10.9 mm/h		6.5 mm/h		4.0 mm/h		2.4 mm/h		1.6 mm/h	
G1	0.73	2.24	1343	1.41	2540	0.79	2840	0.22	4774	0.13	5694	0.08	7008	0.05	8410	0.03	8410

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 100 AÑOS (mm/h)

Intensidad		122.4 mm/h		78.0 mm/h		43.4 mm/h		12.1 mm/h		7.3 mm/h		4.4 mm/h		2.6 mm/h		1.8 mm/h	
G1	0.73	2.48	1489	1.58	2847	0.88	3168	0.25	5300	0.15	6395	0.09	7709	0.05	9110	0.04	9461

SUBCUENCA W

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 2 AÑOS (mm/h)

Área barranco (km²)		Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)	Q (m³/s)	Vol. (m³)
Tiempo de lluvia		10 minutos		30 minutos		1 hora		6 horas		12 horas		24 horas		48 horas		72 horas	
Intensidad		47.4 mm/h		27.0 mm/h		15.7 mm/h		4.7 mm/h		2.7 mm/h		1.7 mm/h		1 mm/h		0.7 mm/h	
W	17.9	236	141410	134	241650	78	281030	23	504780	13	579960	8	730320	5	859200	3.48	902160

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 5 AÑOS (mm/h)

Intensidad		67.2 mm/h		40.4 mm/h		23.1 mm/h		6.7 mm/h		3.9 mm/h		2.4 mm/h		1.4 mm/h		1 mm/h	
W	17.9	334	200480	201	361580	115	413490	33	719580	19	837720	12	1031040	7	1202880	5	1288800

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 10 AÑOS (mm/h)

Intensidad		81 mm/h		49.6 mm/h		28 mm/h		8 mm/h		4.7 mm/h		2.9 mm/h		1.7 mm/h		1.2 mm/h	
W	17.9	403	241650	247	443920	139	501200	40	859200	23	1009990	14	1245840	8	1460640	6	1546560

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 25 AÑOS (mm/h)

Intensidad		97.8 mm/h		61.0 mm/h		34.2 mm/h		9.6 mm/h		5.7 mm/h		3.5 mm/h		2.1 mm/h		1.4 mm/h	
W	17.9	486	291770	303	545950	170	612180	48	1031040	28	1224360	17	1503600	10	1804320	7	1804320

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 50 AÑOS (mm/h)

Intensidad		110.4 mm/h		69.6 mm/h		38.9 mm/h		10.9 mm/h		6.5 mm/h		4.0 mm/h		2.4 mm/h		1.6 mm/h	
W	17.9	549	329360	346	622920	193	696310	54	1170660	32	1396200	20	1718400	12	2062080	8	2062080

INTENSIDAD LLUVIA PARA UN T DE 100 AÑOS (mm/h)

Intensidad		122.4 mm/h		78.0 mm/h		43.4 mm/h		12.1 mm/h		7.3 mm/h		4.4 mm/h		2.6 mm/h		1.8 mm/h	
W	17.9	609	365160	388	698100	216	776860	60	1299540	36	1568040	22	1890240	13	2233920	9	2319840

Todas estas estimaciones acerca de los caudales punta posibles deberían tener efectos decisivos a la hora de proceder a la ordenación del dominio público hidráulico, es decir, de los cauces y áreas inundables por los mismos. En nuestro caso el barranco de la Feria de

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 **ID FIRMA** 12134773 **PÁGINA** 596 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Muestras cae fuera de la zona considerada como urbanizable; su consideración en nuestros cálculos tiene importancia en relación con los caudales instantáneos que se pueden llegar a generar en el extremo occidental de la depresión de Valdespartera, con la capacidad de evacuación instantánea de esta depresión y, en consecuencia, con el ritmo de la posible acumulación de volúmenes de agua en la parte inundable de la depresión, es decir, en su extremo oriental.

De los barrancos del límite meridional de la zona de estudio; aunque también caen fuera del área urbanizable, nos interesa conocer sus eventuales caudales punta ya que, a través de sutiles vallonadas, se introducen en ella antes de llegar a la depresión. Son precisamente estas suaves vallonadas las que deben ser sometidas a una ordenación del suelo en relación con sus posibles inundaciones.

3.3.4. Determinación de los volúmenes de escorrentía

La determinación del volúmen de escorrentía correspondiente a cada hipotético aguacero está justificada en relación con el riesgo de inundación del fondo de la depresión. No se trata de un riesgo potencial, imaginable, sino de un riesgo real constatado en diferentes ocasiones. En el plano 9 figura el contorno de la masa de agua acumulada en la ocasión del episodio lluvioso del 19 de agosto de 1996, en el que el fondo de la depresión llegó a estar anegado por una masa de agua que, de acuerdo con las informaciones verbales de testigos presenciales, puede ser estimada entre 0.20 y 0.50 m de altura.

En la determinación de los volúmenes de agua acumulables en el fondo inundable de la depresión podemos optar por la elección del método más desfavorable -entendiendo por tal el que mayor volumen de agua de escorrentía genere- o hacerlo por métodos menos maximalistas. Al primer caso correspondería la hipótesis basada en una consideración de que todo el volumen de lluvia se pudiera transformar en escorrentía. Esta hipótesis puede ser sostenida en el caso de áreas urbanizables. Sin embargo, ya que el entorno hidrográfico de los barrancos que estamos considerando en nuestros cálculos es periférico al área cuyos riesgos de inundación queremos conocer, sería más lógico proceder a una estimación de los volúmenes de lluvia basados en metodologías hidrológicas empíricas concebidas para pequeños barrancos no urbanizados en los que la mayor parte de su superficie se encuentra en estado natural o cubierta por cultivos. Nos estamos refiriendo a la conocida como "ecuación de transferencia lluvia-escorrentía" del Servicio de Conservación de Suelos de los E.E.U.U., que se formula en los siguientes términos:

$$E=(\Sigma P-P_0)^2/(\Sigma P+4P_0)$$

- E: escorrentía generada expresada en mm.
- ΣP: altura de lluvia neta (mm) caído en el tiempo de lluvia considerado.
- P_0: umbral de lluvia, expresado en altura (mm), necesario para la generación de escorrentía.

La altura de escorrentía así determinada se multiplica por la superficie hidrográfica considerada y se obtiene el volumen de escorrentía. El problema que plantea esta metodología es la determinación de P_0, que es un parámetro experimental, característico de cada realidad; depende del tipo y estado de la cubierta vegetal, de la pendiente del terreno, del tipo y espesor de suelos edáficos y, en el caso de superficies cultivadas, depende también de las prácticas de cultivo. Por otra parte, P_0 no es un parámetro constante; varía en el tiempo en función del estado de humedad del suelo y del momento del ciclo vegetativo.

Sería pretencioso acercarnos al problema de los volúmenes de escorrentía procediendo de acuerdo con una metodología como la arriba descrita que implica la determinación previa del valor de P_0 en función de los parámetros arriba referidos. En su defecto hemos procedido a trabajar con diferentes hipótesis posibles del valor de ese P_0.

Dicho esto, en las tablas siguientes se presentan los caudales y volúmenes de lluvia generados para tres supuestos distintos de duración de lluvia neta: 1hora, 6 horas y 24 horas.

CAUDALES DE LLUVIA Y VOLÚMENES DE AGUA
Duración de la lluvia neta: 1 hora

T Periodo de retorno	I_{1hora} Intensidad máx. (mm/h)	Q_{1hora} Caudal de lluvia (m^3/s)	V_{1thora} Volumen de lluvia (hm^3)
2 años	15.7	108.0	0.39
5 años	23.1	158.9	0.57
10 años	28.0	192.6	0.69
25 años	34.2	235.2	0.85
50 años	38.9	267.6	0.96
100 años	43.4	298.5	1.07

CAUDALES DE LLUVIA Y VOLÚMENES DE AGUA
Duración de la lluvia neta: 6 horas

T Periodo de retorno	I_{6horas} Intensidad máx. (mm/h)	$Q_{6thoras}$ Caudal de lluvia (m^3/s)	$V_{6thoras}$ Volumen de lluvia (hm^3)
2 años	4.7	32.3	0.7
5 años	6.7	46.1	1.00
10 años	8.0	55.0	1.19
25 años	9.6	66.0	1.43
50 años	10.9	75.0	1.62
100 años	12.1	83.2	1.80

CAUDALES DE LLUVIA Y VOLÚMENES DE AGUA
Duración de la lluvia neta: 24 horas

T Periodo de retorno	$I_{24\ horas}$ Intensidad máx. (mm/h)	$Q_{24\ horas}$ Caudal de lluvia (m^3/s)	$V_{24\ horas}$ Volumen de lluvia (hm^3)
2 años	1.7	11.7	1.01
5 años	2.4	16.5	1.43
10 años	2.9	19.9	1.72
25 años	3.5	24.1	2.08
50 años	4.0	27.5	2.38
100 años	4.4	30.3	2.61

A partir de los volúmenes de lluvia así generados se han elaborado los gráficos de Umbral de escorrentía (P_0) / Volumen de agua de escorrentía para las tres hipótesis de lluvias consideradas; en cada una de ellas se representa la relación de P0 (abscisa) frente al volumen de escorrentía generado de acuerdo con la ecuación general ya expuesta. Dentro de cada

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 **ID FIRMA** 12134773 **PÁGINA** 597 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* 03 de junio de 2024

figura, las 6 curvas representadas se refieren a los periodos de retorno comprendidos entre 2 y 100 años.

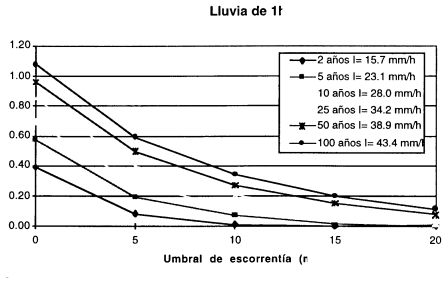


Fig.6.- Curvas de volumen de agua/umbral de escorrentía, en lluvias de 1 hora de duración para intensidades correspondientes a distintos periodos de retorno.

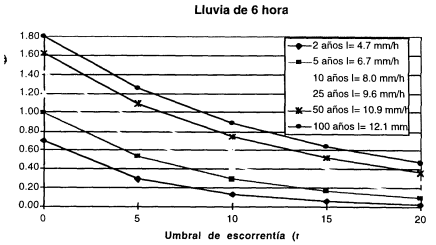


Fig.7.- Curvas de volumen de agua/umbral de escorrentía, en lluvias de 6 horas de duración para intensidades correspondientes a distintos periodos de retorno.

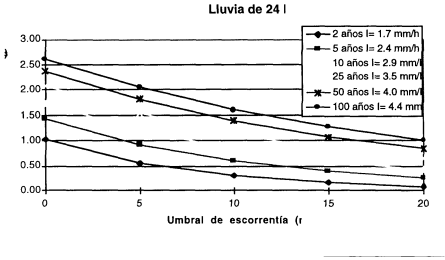


Fig.8.- Curvas de volumen de agua/umbral de escorrentía, en lluvias de 24 horas de duración para intensidades correspondientes a distintos periodos de retorno.

Se puede comprobar que los mayores volúmenes de agua no los generan los aguaceros cortos de fuerte intensidad, sino los de intensidad moderada y larga duración.

Escorrentías generadas para una lluvia neta de 1 hora

Sup. hidrográfica: 25.5 km²

Periodo de retorno T	Intensidad (mm/h)	Volumen de escorrentía (hm³)				
		P_0=0 mm	P_0=5 mm	P_0=10 mm	P_0=15 mm	P_0=20 mm
2 años	15.7	0.39	0.08	0.01	0.00	0.00
5 años	23.1	0.57	0.19	0.07	0.02	0.00
10 años	28	0.69	0.28	0.12	0.05	0.02
25 años	34.2	0.85	0.40	0.20	0.10	0.04
50 años	38.9	0.96	0.50	0.27	0.15	0.08
100 años	43.4	1.07	0.59	0.34	0.20	0.11

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 **ID FIRMA** 12134773 **PÁGINA** 598 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Escorrentías generadas para una lluvia neta de 6 horas

Sup. hidrográfica: 25.5 km²

Periodo de retorno T	Intensidad (mm/h)	Volumen de escorrentía (hm³)				
		P_0=0 mm	P_0=5 mm	P_0=10 mm	P_0=15 mm	P_0=20 mm
2 años	4.7	0.70	0.28	0.12	0.05	0.02
5 años	6.7	1.00	0.52	0.29	0.16	0.09
10 años	8	1.19	0.69	0.42	0.26	0.16
25 años	9.6	1.43	0.91	0.59	0.39	0.26
50 años	10.9	1.62	1.09	0.74	0.52	0.36
100 años	12.1	1.80	1.26	0.89	0.64	0.46

Escorrentías generadas para una lluvia neta de 24 horas

Sup. hidrográfica: 25.5 km²

Periodo de retorno T	Intensidad (mm/h)	Volumen de escorrentía (hm³)				
		P_0=0 mm	P_0=5 mm	P_0=10 mm	P_0=15 mm	P_0=20 mm
2 años	1.7	1.01	0.54	0.30	0.17	0.09
5 años	2.4	1.43	0.91	0.59	0.39	0.26
10 años	2.9	1.72	1.19	0.83	0.59	0.42
25 años	3.5	2.08	1.53	1.13	0.84	0.64
50 años	4.0	2.38	1.82	1.39	1.07	0.84
100 años	4.4	2.61	2.05	1.60	1.26	1.01

Para un periodo de retorno de 10 años ("crecidas ordinarias"), los volúmenes de lluvia aportados oscilarían entre 0.69 hm³ en 1 hora y 1.7 hm³ en 24 horas. Por comparación, los volúmenes de escorrentía deducidos con la ecuación referida oscilarían para ese mismo período de retorno entre los 0.12 hm³ en 1 hora y los 0.83 hm³, en una hipótesis de 24 horas, para una P_0 de 10 mm en ambos casos. Entendemos que un valor de P_0 de 10 mm nos acerca más a las realidades posibles que la hipótesis deducida a partir de la estimación del volumen de lluvia que asigna al coeficiente de escorrentía un valor del 100 %, que se corresponde a la hipótesis de un P_0 igual a cero.

3.3.5. Aspectos hidrogeológicos

Es escasa la información existente en la zona acerca de las aguas subterráneas. Las aguas utilizadas en regadío proceden de acequias y ramales derivados por gravedad del Canal Imperial de Aragón y de la acequia de la Almotilla, que toma sus aguas del Huerva. Una parte relevante de los regadíos situados propiamente dentro de la zona urbanizable, corresponde a cinco *pivots* que se alimentan con aguas derivadas del Canal; totalizan una superficie próxima a 100 ha.

La disponibilidad de aguas superficiales ha hecho que apenas haya pozos ni sondeos de captación que podieran darnos información acerca de las características hidrológicas del subsuelo de esta zona. Pese a todo, hemos inventariado 4 pozos ordinario y 13 sondeos. Las profundidades de los pozos oscilan entre los 4 y 7 metros; se trata de pozos ordinarios, excavados sobre débiles rellenos cuaternarios situados sobre el sustrato terciario de margas y yesos. A los pocos minutos de bombeo suelen quedarse secos, y tardan varias horas, incluso un día entero, en recuperar su nivel inicial. El nivel piezométrico registrado en esos pozos presenta oscilaciones estacionales relacionadas con la distribución de las épocas de riego, de forma que durante el verano tienden a ascender y a partir del otoño descienden. En cualquier caso se trata de niveles generalmente situados entre 2 y 3 m por debajo del suelo.

Existen una serie de sondeos (S_1 a S_8) realizados en su día por la empresa ARCOTECNOS (GRACIA y PEREZ, 1997), cuyas características figuran en el cuadro adjunto; figuran también los sondeos realizados por ENTECSA para las obras del A.V.E. (SPK5, 6 y 7). Carecemos de datos precisos de todos estos sondeos en relación con los potenciales hidráulicos que representan las medidas que nos han sido facilitadas. Cabe destacar las profundidades del nivel piezométrico registrado en los sondeos de ENTECSA, que oscila entre 2.5 y 8.3 m, y que aparentemente reflejaría la posición de la superficie freática del sustrato margo-yesífero terciario.

Tabla sintética de las características más importantes de los sondeos y pozos de que se ha tenido información.

Ref.	Prof. perforación (m)	Prof. sustrato inalterado (m)	Prof. sustrato alterado (m)	Prof. N.P. (m)	Fecha medicion N.P.
S1	9.4	2.5	1.8	2	17-4-98
S2	10.0	7.2	6.0	N.R.	17-4-98
S3	9.0	N.A.	N.A.	N.R.	17-4-98
S4	8.0	N.A.	N.A.	N.R.	17-4-98
S5	9.0	N.A.	N.A.	N.R.	17-4-98
S6	6.0	3.8	2.0	1.15	17-4-98
S7	6.0	3.0	1.8	1.80	17-4-98
S8	5.2	1.8	0.6	2.0	17-4-98
V1	5	3.5		N.R	21-5-98
P1	7			2	8-4-98
P2		3.5		0.4*	8-4-98
P3	5	3.5		2	21-4-98
P4	4	3		2	21-4-98
SEPK5+15		0.3	4.87	6-3-98	
SEPK5+400		5.0	5.4	27-3-98	
SEPK5+850		4.75	2.58	6-3-98	
SEPK6+00		3.5	8.1	6-3-98	
SEPK7+225		0.0	8.3	30-3-98	

* en el momento de realizar la medición se estaba regando el huerto de la parcela

N.P: nivel piezométrico.
N.A.: nivel del sustrato no alcanzado.
N.R.: punto sin registro piezométrico o inexistente.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 **ID FIRMA** 12134773 **PÁGINA** 599 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

En el plano 2 figura la relación de puntos inventariados (pozos y sondeos) incluido un pequeño sondeo de 5 m de profundidad específicamente realizado para el presente estudio con la intención de reconocer el subsuelo del fondo de la zona inundable de la depresión de Valdespartera.

A pesar de no contar con una información suficientemente completa, se pueden distinguir cinco dominios hidrogeológicos diferentes: 1) la zona aluvial, 2) los glacis en los que derraman sus flujos los pequeños barrancos que limitan el flanco sur de la zona de estudio, 3) el tramo final del barranco de la Feria de Muestras, 4) el fondo plano de la depresión de Valdespartera ,y 5) el acuitardo terciario.

1) **Dominio hidrogeológico del aluvial.** No hay información hidrogeológica del subsuelo en el área ocupada por las formaciones aluviales, donde sin duda debe existir una acuífero, con su nivel freático bastante profundo. De acuerdo con Bielza *et al.* (1992), y teniendo en cuenta que nos encontramos en el nivel de terraza T_4, esa profundidad será probablemente superior a los 20 m. Respecto a la zona de glacis del borde surcabe decir que los rellenos de material coluvial constituyen allí un pequeño nivel acuífero, muy pobre y efímero, de escasa potencia y baja transmisividad, que tiene como sustrato impermeable las formaciones terciarias margo-yesíferas, con frecuencia subaflorantes.

2) **Dominio de los glacis del borde meridional de la depresión de Valdespartera.** El débil manto de materiales cuaternarios formado por la combinación de los derrames de los barrancos constituye una pequeña unidad hidrogeológica, de muy poco espesor y niveles freáticos efímeros, que se alimenta de los flujos subterráneos que proceden de los barrancos y de sus derrames ocasionales. El sustrato terciario, con frecuencia subaflorante, actúa de nivel impermeable. La descarga subterránea tiene lugar en la propia depresión de Valdespartera. No hay ningún pozo en esta unidad; nuestra descripción está basada en la lógica hidrogeológica.

3) **Tramo final del barranco de la Feria de Muestras.** Este se resuelve antes de llegar a la depresión de Valdespartera en un extenso glacis sin cauces superficiales definidos, en el que los materiales cuaternarios constituyen un acuífero de escaso espesor, que se alimenta de los derrames ocasionales de agua que descienden por el barranco en momentos de fuertes aguaceros. Los flujos subterráneos de este acuífero descargan en la depresión de Valdespartera.

4) **Dominio de la depresión de Valdespartera.** Desde el punto de vista hidrogeológico ha actuado siempre como el área de descarga de todos los flujos de agua subterránea del entorno. Morfológicamente responde a una superficie totalmente plana, con una ligera caída de oeste a este en el sector hidrológicamete más activo (el occidental), en la que se observan pequeñas concavidades que hacen pensar en subsidencias incipientes del terreno.

En los años 50 la depresión de Valdespartera todavía constituía un extenso criptohumedal, es decir, una zona permanentemente húmeda en la que la descarga de agua subterránea no tiene entidad suficiente como para traducirse en una acumulación de agua en superficie. En cambio, el flujo ascendente -en su mayor parte del año de origen capilar- permite el mantenimiento de una vegetación hidrófita permanente, en este caso halófita, que indica la elevada humedad del suelo y la salinidad del agua. Posteriormente, el criptohumedal que tradicionalmente sirvió de lugar de pastoreo fue conquistado para los cultivos. Los problemas de formación de eflorescencias salinas debido al bombeo capilar fueron la tónica de los primeros años, hasta que la mitad occidental de la depresión fué saneada mediante la zanja de drenaje a la que ya nos hemos referido en el apartado de Hidrografía.

Hoy en día todo la superficie del viejo humedal ha sido ganada para el regadío; quiere esto decir que desde entonces está permanentemente sometida a un flujo de lavado. La mitad occidental se abastece a través de una elevación de 26 m desde el Canal Imperial, que alimenta un pivot de 40 ha además de una superficie menor que se riega con aguas rodadas procedentes de esa misma elevación. En estos momentos el monocultivo es la cebada, que es un cereal muy tolerante a la sal. La zona topográficamente más baja (la que hemos denominado "zona palustre" en el capítulo anterior) es un lugar en el que se acumulan las aguas procedentes de las escorrentías; tiene un aspecto permanentemente más húmedo que el sector occidental; los cultivos dominantes son la alfalfa y el maíz.

Las aguas de drenaje de la zona oeste de la depresión son evacuadas a través de una sima ubicada al final de la zanja, unos 150 m al oeste de la salida de la Val de la Almotilla. Dicha sima no se ubica en el fondo de la depresión, sino en la base de la vertiente de enlace con el glacis G_4, a una altura de 0.5 m sobre el fondo más inmediato de la zona encharcable. Su ubicación precisa se muestra en el plano 2. No obstante, la formación de conductos (*pipes*) en los limos de las parcelas encharcadas por el riego es un fenómeno frecuente en esta zona más baja, lo cual constituye un mecanismo eficaz de drenaje del agua superficial. Es probable que estas redes de conductos estén conectadas en parte con un karst interno de los yesos, constituyendo por tanto vías preferentes de flujo vertical capaces de acelerar el ritmo de drenaje.

5) **El acuitardo terciario.** El conjunto terciario subyacente en toda la zona de estudio actúa como un gran acuitardo, con presencia de pequeños flujos que se canalizan a través de las redes de discontinuidades (diaclasas en general) que en determinadas circunstancias hidrológicas pueden llegar a generar importantes aparatos kársticos subterráneos. Carecemos de información concreta de la posición del nivel freático en este acuitardo. Sabemos que fuera de la zona de estudio, en general, los niveles freáticos de los pequeños acuíferos cuaternarios se encuentran por debajo del nivel freático de este acuitardo salvo en zonas próximas al cauce del Ebro, donde los potenciales se invierten, permitiendo el desarrollo de importantes flujos ascendentes que contribuyen a incrementar la salinidad del río. Fuera de esas zonas -este sería nuestro caso- los flujos serían descendentes.

Precisiones más concretas a todo este contexto hidrogeológico requerirían un periodo de investigación específica, con instalación de piezómetros adecuados, y el correspondiente seguimiento de las evoluciones en el tiempo de los niveles freáticos, que certificasen en efecto la veracidad de nuestros esquemas.

3.3.6. Cálculo de la superficie inundable en la depresión de Valdespartera.

Una de las preocupaciones de esta parte del estudio es la determinación de la superficie inundable en el sector oriental de la depresión de Valdespartera, consecuencia de eventuales episodios lluviosos de excepcional intensidad y/o duración. El volumen de agua acumulable viene determinado por la simple formulación de la ecuación de la continuidad que, aplicada a un espacio de tiempo concreto, establece:

$$\text{Entradas} = \text{Salidas} \pm \Delta\ \text{Almacenamiento}$$

Las “entradas” vienen determinadas por las aportaciones volumétricas ya calculadas en el apartado 3.3.4. En una fase inicial de la inundación de la depresión, las “salidas” tienen lugar exclusivamente por vía subterránea, mediante infiltración bajo los límos del agua acumulada; la capacidad de evacuación por esta vía es, en cualquier caso, pequeña en relación con el flujo de las entradas, circunstancia que determina la acumulación progresiva del agua en la depresión.

La información referente a episodios de inundaciones o encharcamientos históricos nos ha llegado de dos fuentes: por una parte, diversos informes facilitados por la Feria de Muestras, en los que se detallan las fechas y características más sobresalientes de los eventos ocurridos en los diez últimos años; por otra parte, de las numerosas entrevistas de campo en las que se han obtenido testimonios de personas que presenciaron directamente las inundaciones o conocían bien algunos detalles de las mismas.

Así, es sabido que en agosto de 1996 se produjo una fuerte inundación consecuente a una avenida súbita, provocada por un episodio de lluvia torrencial cuyo núcleo debió de estar

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	600 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

localizado en el área de La Muela. También se ha tenido conocimiento a partir de esas entrevistas de que alrededor de 1950 hubo una gran inundación en la que la lámina de agua acumulada llegó a alcanzar 2 m de altura. Otras fechas históricas han ido apareciendo a lo largo de las entrevistas de campo en relación con eventos pluviométricos de gran magnitud, sin haber llegado a precisar datos concretos que nos hayan permitido cartografiar la superficie inundada en cada caso. Se tienen noticias de tormentas anormalmente fuertes acompañadas de inundaciones en agosto de 1986, y en mayo y julio de 1990.

El carácter local de esos fuertes aguaceros hace que los datos procedentes de las estaciones meteorológicas más próximas no resulten representativos, siendo difícil realizar un análisis cuantitativo de los procesos acaecidos en relación con los registros de las estaciones meteorológicas de Zaragoza. Así, la inundación del 19 de agosto de 1996, que produjo daños en las instalaciones de la Feria de Muestras, se produjo como consecuencia de una precipitación local cuya duración, según los datos recogidos en los informes proporcionados por esa institución, fué de unos 45 minutos. Los pluviógrafos del Observatorio de Zaragoza registraron ese día una intensidad de lluvia de 28 litros en 30 minutos, lo que corresponde a una intensidad de 56 mm/h, que estaría por encima de la lluvia "ordinaria" (periodo de retorno de 10 años) para esa duración. Las apreciaciones de los técnicos de la Feria indican que la intensidad del aguacero observado en el área de las instalaciones fué bastante mayor que la registrada en el Observatorio de Zaragoza.

Pocos días antes del evento arriba descrito, se produjeron en la zona de estudio importantes precipitaciones, que sin duda debieron reducir la capacidad de infiltración del suelo y, en consecuencia, el valor del umbral de escorrentía (P_0). En el fondo de la depresión de Valdespartera se acumuló una lámina de agua que llegó a alcanzar los 0.5 m de altura, tardando de 10 a 15 días en desaparecer. Hemos llegado a perimetrar con aceptable precisión la zona encharcada en aquella ocasión; corresponde con el borde del escarpe que limita el fondo de la depresión hasta la zona de chalets allí ubicados que limitan con los dominios del complejo militar de Valdespartera (ver plano 2).

No disponemos de datos concretos de la inundación de alrededor de 1950; todo son vagas referencias (incluso la fecha) y descripciones personales que conviene reflejar con cierta prudencia. En cualquier caso, según esas informaciones, la lámina de agua pudo haber alcanzado los 2 m de altura, según marcas registradas en unas casetas allí ubicadas. El encharcamiento debió de permanecer entre 20 días y un mes.

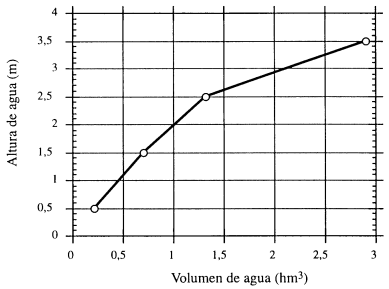
La zona inundable tiene, en cualquier caso, un límite que es el que le impone hoy en día el desagüe de la cota 250 -es decir a 3.5 m por encima del fondo de la depresión- que es donde la lámina de agua podría rebosar por encima del pequeño terraplén de la carretera que entra en la urbanización de Montecanal.

3.3.7. Cálculos estimativos de la capacidad de embalse de la zona inundable

Con el fin de estimar el agua potencialmente embalsable en la depresión natural de Valdespartera, hemos cubicado los volúmenes de embalse correspondientes a las cotas 247, 248, 249 y 250. En la figura adjunta se representa la relación entre capacidad de embalse (abscisas) y altura de la lámina de agua (ordenadas).

El gráfico nos permite hacer una estimación de los volúmenes agua de lluvia embalsada correspondientes a cada espesor de lámina. Así, para la inundación de 1950, en la que la lámina de agua habría alcanzado los 2 m de altura, el volumen de agua embalsada habría sido del orden de 1 hm³, cubriendo toda la superficie situada por debajo de la cota 248.5. En lo que respecta a la inundación de agosto de 1996, el volumen embalsado habría sido del orden de 0.17 hm³.

A partir de estos datos podríamos entrar en un intento de relacionar el evento pluviométrico excepcional de1950 con las diferentes combinaciones posibles de intensidad, duración de la lluvia, umbral de escorrentía y periodo de retorno; pero es tal la cantidad de conjeturas posibles que a efectos prácticos no nos habría de llevar a ninguna conclusión relevante. En cualquier caso, podríamos atribuir a la inundación de agosto de 1996 el carácter de "ordinaria", correspondiente a un periodo de retorno de 10 años y un valor de P_0 de 10 mm.



Altura de lámina de agua en función del volumen de agua embalsada,

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 | ID FIRMA 12134773 | PÁGINA 601 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE
1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA
03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

4. EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD DE HUNDIMIENTOS KARSTICOS.

4.1. Análisis de hundimientos constatados.

4.1.1. Descripción general de las dolinas y depresiones.

Ya hemos indicado que el reconocimiento de zonas que están afectadas por disolución de yeso y subsidencia se realiza mediante la detección de depresiones cerradas, bien sobre fotografías aéreas, bien directamente sobre el terreno o bien por testimonios de personas que las han conocido. Esta labor se ha recogido en el plano 3, donde se encuentran cartografiadas todas las dolinas y depresiones que hemos podido identificar en el área de estudio.

Las dolinas se encuentran desarrolladas casi exclusivamente sobre los materiales del nivel de terraza T_4 del Ebro. Muchas de ellas se sitúan en el fondo de los valles de fondo plano que disecan a la misma o bien próximas a sus escarpes. La morfología que presentan en planta es en su mayoría circular o elíptica, si bien en ocasiones esta forma es un poco más compleja debido a la coalescencia de dos o más dolinas (uvalas). Hay varias que presentan forma semicircular debido a que se han desarrollado en el contacto con algún accidente natural o antrópico (escarpes morfológicos, acequias).

Hay dos grandes grupos de dolinas:

(1) Dolinas de morfología suave y contornos en ocasiones difusos, generadas por la disolución del yeso y el arrastre de sedimentos detríticos y consecuente hundimiento paulatino de la cubierta cuaternaria.

(2) Dolinas con bordes netos que limitan una depresión con morfología en ventana o en embudo, consecuencia de la disolución del neógeno y el colapso repentino de la cubierta aluvial cuaternaria.

Las primeras se encuentran distribuidas por toda la zona, si bien donde son más frecuentes es al sur de la urbanización de Montecanal, en terrenos del actual campo de maniobras de Valdespartera. Las dolinas con morfología más abrupta se encuentran concentradas en una zona comprendida entre la N-II, la urbanización de Montecanal y la carretera de acceso a la misma desde la N-II.

Además se han señalado dos depresiones que engloban varias dolinas en la zona próxima a la N-II en su intersección con el Canal Imperial. Aunque pudieran tratarse originariamente de segmentos de un valle de fondo plano, en la actualidad se encuentran claramente rehundidas con respecto a los relieves circundantes (su altura en este lado de la carretera N-II es incluso inferior al que presentan en el opuesto). Otra zona incluible en este mismo apartado sería la propia área central de la depresión de Valdespartera. Se encuentra entre 0,5-1 m. por debajo de la topografía circundante, bordeada por un pequeño escarpe. Su contorno presenta una morfología elíptica y sus dimensiones son de unos 1300 m de largo por 600 de ancho.

En el interior de la depresión de Valdespartera, se han señalado varias áreas donde se detectan procesos de ***piping*** (arrastre de material poco cohesionado en pequeños conductos subterráneos). Su desarrollo se encuentra restringido a las proximidades de los canales de riego de la zona, y claramente incentivado por las características litológicas del relleno (fundamentalmente limos).

4.1.2. Inventario de dolinas.

A continuación se expone la relación completa de las dolinas que se han encontrado en la zona de estudio. Los números que se les asignan son los mismos que sirven para identificarlas en el plano 3. Para cada una se da una ficha en la que se describen sus características más importantes y algunos rasgos de su evolución.

Dolina 1.

Situación: En el límite norte de la zona, junto al hipermercado Alcampo-Valdefierro.

Dimensiones: 70 x 50 m.

Morfología: En planta es redondeada aunque ligeramente irregular, probablemente debido la coalescencia de dos dolinas. En perfil es una dolina en ventana.

Evolución: Se aprecia claramente en las cartografías realizadas a partir de los fotogramas aéreos de 1947 y 1957. Después fue cubierta y sobre ella se instaló la factoría Hispano-Carrocera. Ya poco después de su construcción, a principios de los años 60, comenzó un hundimiento paulatino que afectó a parte de una nave de la factoría. Esta fue demolida parcialmente y no volvió a edificarse. En las imágenes de 1987 (a escala 1:3.000) se manifiesta claramente el contorno de dicha depresión por un leve escalón en el pavimento. Actualmente se encuentra construido en parte sobre ella el hipermercado Alcampo, para el que se diseñó una cimentación especial a fin de minimizar los riesgos.

Dolina 2.

Situación: En la intersección entre la N-II y el Canal Imperial de Aragón.

Dimensiones: 75 x 60 m.

Morfología: Circular en planta. En perfil, morfología en embudo, con varios escalones interiores que indican sucesivos rehundimientos.

Evolución: En todos los fotogramas disponibles y en el reconocimiento actual sobre el terreno no se han observado apenas variaciones. Es probablemente la única que se encuentra en su estado natural.

Dolina 3.

Situación: Próxima al Canal Imperial y a unos 550 m hacia el este de la nº 2.

Dimensiones: En torno a 35 x 35 m.

Morfología: Circular en planta. Perfil en ventana.

Evolución: Se observa en los fotogramas de 1947, 1957 y 1970. Despues fué cubierta.

Dolina 4.

Sirtuación: Al lado del Canal Imperial, a unos 250 m al este de la anterior y casi 200 m al noroeste de la antigua finca de los Escoriaza.

Dimensiones: 20 x 20 m.

Morfología: Circular en planta. Perfil en embudo.

Evolución: Se detecta en los fotogramas aéreos de 1957 y 1970. Está cubierta en la actualidad.

Dolina 5.

Situación: Inmediaciones del Canal Imperial en el límite norte de la antigua finca de los Escoriaza.

Dimensiones: 80 x 30 m.

Morfología: Planta de media luna a causa de su límite con el Canal.

Evolución: Se ha observado desde 1957 hasta la actualidad; su fondo se encuentra cultivado.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	602 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Dolina 6.

Situación: Fondo de una val que limita al barrio de Valdefierro por el oeste, cerca de la calle Hércules.

Dimensiones: 60 x 45 m.

Morfología: Elíptica en planta, presenta dos centros de hundimiento. En perfil es una dolina en embudo.

Evolución: Se reconoce en todos los fotogramas a partir de 1970. En la actualidad está casi totalmente enterrada por escombros procedentes de la explanación junto al nuevo hipermercado Alcampo.

Dolina 7.

Situación: Fondo de una val que limita al barrio de Valdefierro por el oeste, al sur de la anterior.

Dimensiones: 50 x 40 m.

Morfología: En planta es alargada (según las observaciones más recientes) y en perfil tiene morfología en cubeta.

Evolución: Se reconoce en todos los fotogramas a partir de los de 1970.

Dolina 8.

Situación: A unos 200 m al sur de la nº 2.

Dimensiones: 70 x 70 m. Presenta un centro algo más activo de unos 15 x15 m.

Morfología: Circular en planta. Perfil en cubeta.

Evolución: Se reconoce claramente en 1957, 1987; en la actualidad se distingue bien la zona de menores dimensiones. Ha sido recubierta por los agricultores en diversas ocasiones y rehundida sucesivamente.

Dolina 9.

Situación: A unos 300 m al este de la anterior.

Dimensiones: 80 x60 m.

Morfología: Elíptica algo irregular en planta. Perfil en cubeta.

Evolución: Se reconoce en los fotogramas de 1988.

Dolina 10.

Situación: Proximidades del Canal Imperial y junto al margen este de la antigua finca de los Escoriaza (zona del frontón).

Dimensiones: 45 x 35 m, aunque se observan indicios de que la zona de influencia alcance un diámetro de 75 m.

Morfología: Casi circular en planta. Perfil en embudo .

Evolución: Se reconoce en los fotogramas aéreos de 1947, 1957 y 1970. Posteriormente fue rellenada, y en 1987 se observa un rehundimiento que también se constata en la actualidad. El camino asfaltado próximo que sigue el trazado del canal presenta fracturas semicirculares que parecen asociadas a dicha dolina.

Dolina 11.

Situación: A unos 50 m de la anterior.

Dimensiones: 30 x 30 m.

Morfología: Casi circular en planta. Perfil en ventana, con escalones interiores que indican sucesivos rehundimientos.

Evolución: Se detecta en las fotografías de 1987. Posteriormente fué rellenada, y en la actualidad se han desarrollado grietas que señalan parcialmente el margen de la dolina. Desde el verano de 1997 hasta abril de 1998 se ha producido un aumento importante en las dimensiones de las grietas, que alcanzan 4 m de profundidad y unos 20 m de perímetro en cada uno de los lados donde se observan.

Dolina 12.

Situación: A unos 200 m al sureste de la nº 8.

Dimensiones: 110 x 70 m.

Morfología: Elíptica en planta. Perfil en cubeta.

Evolución: Se observa a partir de los fotogramas de 1947 y 1988. Ha sido rellenada en diversas ocasiones. En la actualidad, aunque se aprecia la existencia de la depresión, sus dimensiones están algo reducidas respecto a las medidas señaladas debido a los rellenos sucesivos.

Dolina 13.

Situación: A 50 m al este de la anterior.

Dimensiones: 200 x 100 m

Morfología: Triangular en planta. En perfil se trata de una depresión en cubeta muy laxa.

Evolución: Se ha identificado a partir de los fotogramas aéreos de 1947, 1987, 1988 y también en el reconocimiento de campo. Sin duda está muy retocada por las labores agrícolas que se llevan a cabo, aunque se reconoce perfectamente su morfología cerrada.

Dolina 14.

Situación: A 300 m al este de la nº 13, en el margen de un ramal de la val que sale hacia Valdefierro.

Dimensiones: 75 x 50 m.

Morfología: Semicircular en planta. Perfil en cubeta.

Evolución: Se aprecia en los fotogramas aéreos de todos los años y se ha reconocido en campo. La forma inicial que tenía en 1947 y 1957 era más redondeada y de menor tamaño que el señalado, siendo claramente semicircular en la actualidad. Está limitada por una acequia en cuyas paredes se aprecian deformaciones.

Dolina 15.

Situación: A unos 170 m al este de la anterior y al sur de la antigua finca de Escoriaza.

Dimensiones: 50 x 50 m.

Morfología: Cuadrada en planta y muy retocada antrópicamente.

Evolución: Se identifica a partir de 1986 y sigue observándose en la actualidad. Es indudable que se trata de una depresión en que la acción antrópica ha intervenido en su morfología actual.

Dolina 16.

Situación: A pocos metros al sur de la nº 12.

Dimensiones: 40 x 25 m.

Morfología: Elíptica en planta. Es difícil determinar la forma en perfil.

Evolución: Se reconoce solamente en los fotogramas de 1987. Se encuentra rellenada desde poco después y no se observan síntomas de rehundimientos posteriores.

Dolina 17.

Situación: A 150 m al oeste de la anterior.

Dimensiones: 50 x 50 m.

Morfología: Circular en planta. Perfil en cubeta.

Evolución: Se ha detectado en los fotogramas de 1988.

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 **ID FIRMA** 12134773 **PÁGINA** 603 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Dolina18.

Situación: A 100 m. al sureste de la anterior.

Dimensiones: 15 x 15 m.

Morfología: Circular en planta. Perfil en ventana.

Evolución: Se ha detectado en los fotogramas de 1970 y 1988.

Dolina 19.

Situación: Próxima a las dos anteriores, junto al camino que se dirige a la cabecera de la val que pasa junto a Valdefierro.

Dimensiones: 60 x 60 m.

Morfología: Dependiendo de los años, su planta se ve bastante circular o bien tendiendo a triangular. En perfil tiene morfología en cubeta.

Evolución: Se ha observado todos los años de los que se tienen fotogramas y también en la actualidad, si bien los agricultores de la zona no la consideran como "sima" sino como una balsa natural. Su forma y situación dentro del contexto general indica que se trata de una dolina.

Dolina 20.

Situación: Contigua a la anterior.

Dimensiones: 150 x 90 m.

Morfología: Irregular en planta. Se trata de una depresión con bordes muy tendidos.

Evolución: Se ha visto en todos los fotogramas y sigue observándose en la actualidad a pesar de que es rellenada con frecuencia. Se aprecia muy bien un centro de rehundimiento muy próximo al camino. Su último relleno ha tenido lugar durante el periodo de realización de este trabajo (mayo de 1998).

Dolina 21.

Situación: A 350 m. al este de la nº 20.

Dimensiones: 60 x 60 m.

Morfología: Redonda en planta. Perfil en embudo.

Evolución: Se aprecia muy bien en los fotogramas de 1947, 1957 y 1970. Posteriormente fue tapada, y en 1987 (fotogramas de escala 1:3.000) se aprecia un ligero rehundimiento homogéneo sin que se observen grietas en el suelo, que se mantiene hasta la actualidad.

Dolina 22.

Situación: Contigua a la anterior.

Dimensiones: 20 x 30 m.

Morfología: Casi circular en planta, si bien en una de las observaciones se aprecia una forma más triangular y de mayores dimensiones (25 x 50 m). En perfil tiene morfología en embudo.

Evolución: Sólo se observa en los fotogramas de 1957 y 1970. Posteriormente fue cubierta junto con la anterior.

Dolina 23.

Situación: A unos 70 m al sur de la nº 20.

Dimensiones: 60 x 60 m.

Morfología: Circular en planta. Perfil en cubeta.

Evolución: Se identifica en 1970, 1986 y 1988.

Dolina 24.

Situación: A unos 40 m. al sur de la anterior.

Dimensiones: 75 x 40 m.

Morfología: Elíptica un poco irregular. En cubeta.

Evolución: Se ha observado a partir de los fotogramas de 1987 y 1988.

Dolina 25.

Situación: Contigua la anterior.

Dimensiones: 120 x 100 m en sus extremos mayores.

Morfología: Aproximadamente triangular aunque algo irregular en planta. Es una depresión con bordes muy tendidos.

Evolución: Se ha reconocido en los fotogramas de 1987.

Dolinas 26.

Situación: A unos 20 m. al este de la anterior.

Dimensiones: 10 x 10 m.

Morfología: Circulares en planta. Perfil en ventana.

Evolución: Son tres dolinas de pequeño tamaño que se han identificado en las fotografías de 1970. Una de ellas (la más próxima a la carretera que enlaza Montecanal con la N-II) se reconoce en la actualidad a pesar de haber sido rellenada.

Dolina 27.

Situación: Queda fuera de la zona pero muy próxima a su límite, en el margen oeste de la urbanización de Montecanal con la val que sale hacia Valdefierro.

Dimensiones: 50 x 20 m.

Morfología: Elíptica algo irregular. Perfil en cubeta.

Evolución: Se reconoce en 1970 y 1987.

Dolina 28.

Situación: Queda fuera de la zona pero muy próxima a su límite; se ubica a continuación de la anterior, en el margen de Montecanal.

Dimensiones: 40 x 20 m.

Morfología: Semicircular en planta. Perfil en cubeta.

Evolución: Se identifica en 1987.

Dolinas 29.

Situación: Contiguas a las anteriores.

Dimensiones: 15 x 10 m.

Morfología: Son dos dolinas, una de ellas circular y la otra elíptica. No se puede determinar su morfología en perfil.

Evolución: Se identifican en 1987.

Dolina 30.

Situación: Queda fuera de la zona pero contigua a su límite y muy próxima a la dolina anterior.

Dimensiones: 50 x 30 m.

Morfología: Elíptica en planta. Perfil en cubeta.

Evolución: Identificada a partir de los fotogramas de 1987.

Dolina 31.

Situación: Queda fuera de la zona pero muy próxima a su límite. Junto a la salida de la val de la depresión de Valdespartera, en el margen de Montecanal.

Dimensiones: 30 x 30 m.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	604 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Morfología: Forma circular. Perfil en cubeta.
Evolución: Se observa en 1988 y en la actualidad.

Dolina 32.
Situación: Queda fuera de la zona pero muy próxima a su límite. Al este de la anterior y próxima al fondo de la val, en el margen de Montecanal.
Dimensiones: 50 x 30 m.
Morfología: Semicircular en planta.
Evolución: Se identifica en 1987 y 88.

Dolina 33.
Situación: Queda fuera de la zona pero muy próxima a su límite. Al este de la anterior y próxima al fondo de la val, en el margen de Montecanal.
Dimensiones: Son varias dolinas de pequeño tamaño, con diámetros en torno a 15 m.
Morfología: Circular en planta.
Evolución: Se identifican sólo en los fotogramas de 1987.

Dolinas 34.
Situación: Quedan fuera de la zona pero muy próxima a su límite, en el ángulo que forma la parte oeste del campo militar de Valdespartera con la urbanización de Montecanal.
Dimensiones: 40 x 30 y 70 x 50 m, respectivamente.
Morfología: La de menor tamaño tiene forma triangular, la otra es más elíptica. Perfil en cubeta.
Evolución: La menor se reconoce en 1987 y en la actualidad; la mayor en 1957.

Dolinas 35.
Situación: En el límite oeste y norte de la zona dentro del campo de tiro de Valdespartera con Montecanal.
Dimensiones: 75 x 60 y otra de 100 x 25 m.
Morfología: La primera es algo triangular y la otra claramente alargada, sus contornos son poco definidos. Perfil en cubeta.
Evolución: Se han observado en los fotogramas de 1986.

Dolina 36.
Situación: Junto al límite entre el campo militar de Valdespartera y Montecanal, en las proximidades del depósito de esta urbanización.
Dimensiones: 100 x 75 m en el caso en que se ha observado su tamaño máximo.
Morfología: Es circular, aunque en ocasiones se ve algo irregular. Su perfil es de morfología en cubeta.
Evolución: Se identifica claramente en 1957, 1970, 1986 y 1988. También en la actualidad.

Dolina 37.
Situación: A unos 100 m al sur de la anterior.
Dimensiones: 45 x 40 m.
Morfología: Circular en planta. Perfil en cubeta
Evolución: Se reconoce en 1970.

Dolina 38.
Situación: A unos 20 m al sur de la anterior .
Dimensiones: 35 x 20 m.
Morfología: Elíptica en planta. Perfil en cubeta.
Evolución: Se reconoce sólo en 1970.

Dolina 39.
Situación: A unos 70 m. al sureste de la nº 38.
Dimensiones: 25 x 10 m
Morfología: Elíptica en planta. En cubeta.
Evolución: Se reconoce en 1987.

Dolina 40.
Situación: A unos 250 m. al este de la nº 22.
Dimensiones: 40 x 35 m
Morfología: Triangular en planta. En cubeta.
Evolución: Se reconoce en 1987.

Dolina 41.
Situación: A unos 300 m al sur de las nº 26, en el fondo de la depresión de Valdespartera.
Dimensiones: Difíciles de asignar.
Morfología: Posiblemente circular en planta. Perfil en cubeta.
Evolución: No se ha visto el contorno de la dolina, pero se interpreta su existencia a partir de las fracturas y del basculamiento evidente que presenta el muro de la edificación que hay en esa ubicación. Se ha reconocido en las campañas de campo de 1998.

4.2. Evaluación de la peligrosidad potencial.

4.2.1. Fundamentos teóricos y empíricos.

Los factores que parecen condicionar los procesos de hundimiento y el consiguiente desarrollo de dolinas aluviales son muy variados (BECK, 1986; LAMOREAUX y NEWTON, 1986; WHITE et al. 1986; BENITO, 1987; NEWTON y TANNER, 1987; TOULEMONT, 1987; UPCHURCH y LITTLEFIELD, 1988; YUAN, 1988; SORIANO, 1992). Desde el punto de vista de su origen pueden dividirse en tres grupos: factores físicos (solubilidad del sustrato, espesor, litología y características estructurales y geotécnicas de la cubierta), hidrológicos (infiltración de agua al subsuelo, gradiente hidraúlico, profundidad del nivel freático, variaciones estacionales del mismo, quimismo del agua subterránea) y antrópicos (extracciones de agua, regadío intensivo, construcciones). Desde el punto de vista de sus efectos, hay algunos factores que inciden sobre las posibilidades de evacuación de material en el subsuelo (solubilidad, presencia de detríticos finos sueltos susceptibles de arrastre, infiltración, caudal y quimismo del agua) mientras otros lo hacen sobre la facilidad de colapso o subsidencia de la cobertera (litología, comportamiento geomecánico de la cubierta, profundidad y variaciones del nivel freático).

En trabajos anteriores (GRACIA *et al.*, 1991; SIMÓN *et al.*, 1991) realizamos un análisis regional de todos estos factores, a partir de la recopilación exhaustiva de información procedente de sondeos mecánicos, perfiles geoeléctricos y pozos para la captación de agua subterránea, así como de información geológica de carácter general. Dicha información se plasmó en una serie de mapas temáticos realizados a escala 1:50.000, sobre los que se realizó una selección de cinco variables para las que se encontraba una correlación más estrecha con la distribución de dolinas:

(a) Espesor de los depósitos cuaternarios.

(b) Topografía del contacto entre los depósitos terciarios y cuaternarios.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	605 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

(c) Contenido en lutitas de los depósitos cuaternarios.

(d) Variación máxima anual del nivel freático.

(e) Contenido en sulfatos del agua subterránea.

Mediante la utilización de un programa de cartografía automática se combinaron estas variables en una ecuación empírica que explicaba de forma bastante satisfactoria el reparto espacial de los fenómenos de hundimiento a escala 1: 50.000, y que pasó a constituir, por tanto, la expresión matemática del modelo de peligrosidad a dicha escala:

$$R_t = 850 / (0.5\ S + 70\ I_c + 5\ L + 20\ E - 125\ V_{nf})$$

donde:

R_t = Indice de riesgo teórico.
S = Contenido en sulfatos del agua (en ppm).
I_c = Indice de cota del contacto Mioceno-Cuaternario (valor arbitrario entre 1 y 5).
L = Proporción de lutitas en el Cuaternario (% en espesor de la columna total).
E = Espesor del Cuaternario (en m.)
V_{nf} = Variación máxima anual del nivel freático (en m.).

En este trabajo hemos intentado aplicar dicha ecuación a nuestra zona de estudio a fin de realizar una primera aproximación a la peligrosidad potencial de hundimientos kársticos. Sin embargo, los resultados obtenidos no han sido satisfactorios. Creemos que esto se debe a dos razones:

(1ª) La escala de trabajo utilizada aquí (1:5.000) es muy superior a la empleada para aquel análisis regional (1:50.000). Ello supone que la densidad relativa de puntos de información y las variaciones espaciales de los parámetros y los fenómenos estudiados no son comparables.

(2ª) La zona que se analiza en los trabajos de GRACIA *et al.* (1991) y SIMÓN *et al.* (1991) es bastante homogénea desde el punto de vista geológico y geomorfológico, mientras en la nuestra hay dos sectores claramente diferenciados, el constituido por la propia depresión y el resto.

Por este motivo hemos optado por realizar sólo una valoración cualitativa de los factores de peligrosidad, considerando únicamente la distribución de aquellos tres para los que disponemos de una densidad de información aceptable: topografía del contacto entre los depósitos cuaternarios y terciarios, espesor del Cuaternario y contenido en lutitas de los materiales cuaternarios (este último con una información algo más pobre). La contribución de cada uno de estos tres factores es, al propio tiempo, la que mejor pudo ser valorada en una investigación experimental que llevamos a cabo mediante la simulación del fenómeno en modelos de laboratorio a escala reducida (SORIANO y SIMON, 1995). De este modo pudimos concluir que el desarrollo de dolinas aluviales se ve favorecido y acelerado, por orden de importancia, por:

(a) la existencia de vaguadas en el contacto Terciario-Cuaternario por las que se produce un flujo preferente de agua,

(b) la presencia de bajos espesores de la cubierta aluvial, y

(c) la presencia de bajos porcentajes de lutitas (lo que proporciona permeabilidad).

Respecto a las otras dos "variables" relevantes (grado de saturación en sulfatos del agua y variaciones estacionales del nivel freático), el hecho de no poder controlar su distribución espacial en nuestra zona equivale, en la práctica, a considerarlas como "constantes". No obstante, partiendo del contexto regional, y precisamente por encontrarnos en una zona marginal del valle del Ebro y de su sistema de acuíferos, podemos razonablemente suponer que ambas alcanzan valores favorecedores de los procesos de disolución y colapso (bajo contenido en sulfatos y altas variaciones estacionales del freático, respectivamente).

4.2.2. Distribución espacial de los factores de peligrosidad.

Para cada una de las tres variables mencionadas se ha confeccionado un mapa de escala 1:5000 que recoge en forma de isolíneas la distribución espacial de sus valores (planos 5, 6 y 7). La información en la que se basan es, fundamentalmente, la proporcionada por los sondeos y catas recopilados a partir de los trabajos mencionados en el apartado 1.2, cuya situación se detalla en el plano 4, completada con observaciones directas sobre el terreno. Obviamente, la fiabilidad de los mapas no es homogénea en toda su extensión, y está directamente condicionada por la desigual distribución de los puntos de información que muestra el plano 4.

(a) Topografía del contacto entre Terciario y Cuaternario. De modo general la cota de este contacto va disminuyendo paulatinamente desde el sur hacia el norte del área de estudio (ver plano 6). Sin embargo, a tenor de los datos disponibles del subsuelo, puede interpretarse en toda la zona la presencia de altos y bajos a modo de vaguadas y umbrales en dicho contacto. Los fondos de las vaguadas han sido destacados mediante una trama de puntos en el plano 6. De esta manera, en la depresión de Valdespartera es manifiesta la presencia de dos áreas de vaguada que provienen respectivamente del este y del oeste, y que convergen hacia el centro de la misma. Dada la escasa potencia del relleno cuaternario, estas vaguadas del sustrato no hacen sino reproducir el dispositivo general del relieve de superficie. El sistema de vaguadas continúa al norte hacia el barrio de Valdefierro, con dos ramas, una de dirección noroeste y otra noreste. Esta última coincide aproximadamente con el trazado de la Val de la Almotilla. Ambas ramas parecen converger de nuevo en las proximidades del hipermercado Alcampo, junto a la carretera N-II.

(b) Espesor de Cuaternario. El mapa de espesor de Cuaternario (plano 5) muestra cómo en la zona sur (depresión de Valdespartera) éste es muy bajo, nunca superior a 3 m. En el este el espesor ronda los 10 m, y es en la zona norte, ocupada fundamentalmente por los depósitos de terraza, donde se alcanzan los valores máximos (incluso superiores a 50 m). Este incremento parece bastante gradual, aunque presenta asimismo algunas irregularidades.

(c) Contenido en lutitas de los materiales cuaternarios. Para analizar este factor es preciso diferenciar entre la depresión de Valdespartera y el resto del área de estudio, ya que el contenido de estos materiales de grano fino varía de manera importante en ambos dominios. Dentro de la depresión de Valdespartera el contenido en lutitas aumenta desde el sur hacia el norte, según el sentido de transporte de las arroyadas predominantes. En el contacto con los materiales yesíferos terciarios los porcentajes se sitúan aproximadamente entre el 20 % de los conos aluviales y el 40 % del resto. Hacia el norte (hacia la zona más baja) los valores suben hasta el 90 %. En el sector este y norte ocupados por terrazas y glacis hay una gran diferencia de información según la zona considerada. De esta manera todo el entorno de Montecanal y el actual cuartel de Valdespartera carecen de datos de este tipo. Tan sólo se dispone de la información recabada en el campo observando las excavaciones llevadas a cabo para realizar distintas obras, con profundidades máximas observadas de unos 6 m. Esto sólo nos permite hacer una estimación aproximada del porcentaje de lutitas, que en general situamos por debajo del 20 %. En los extremos oeste y norte se ha podido disponer de más datos de sondeos y catas. El porcentaje de lutitas suele ser menor del 30 %, a excepción de la zona en que el glacis G_4 recubre parcialmente a la terraza T_4, donde los valores son mayores (hasta de 70%).

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	606 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA

03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

4.2.3.El mapa de peligrosidad potencial.

Entenderemos por áreas potencialmente peligrosas en relación con los hundimientos kársticos aquéllas en las que confluyan todos o algunos de los factores de riesgo indicados. Aunque hemos descartado la aproximación cuantitiva basada en la ecuación empírica expuesta anteriormente, ello no nos exime de elegir sendos valores umbrales para cada una de las variables, a fin de definir desde un principio qué entenderemos por "vaguada del contacto Terciario-Cuaternario", "espesor de Cuaternario suficientemente pequeño" y "porcentaje de lutitas suficientemente bajo".

Las zonas de vaguada han sido definidas gráficamente a partir del plano 6, y se encuentran destacadas en el mismo mediante una trama de puntos. Los valores umbrales de espesor y porcentaje de lutitas han sido fijados, respectivamente, en 40 m y 30 %. Estos umbrales se han elegido de acuerdo con la correlación real que se observa en la zona entre los tres mapas temáticos y el mapa de distribución de dolinas (plano 3). Por ejemplo, se aprecia ante todo una correlación bastante estrecha entre zonas de mayor densidad de dolinas y zonas de vaguada del contacto Terciario-Cuaternario; no obstante, dentro de una de estas vaguadas (la más septentrional), la presencia de dolinas aparece claramente limitada al sector con espesor de terraza inferior a 40 m (sector más occidental).

Se trata, en definitiva, de dibujar un cuadro de factores de riesgo que sea coherente con la realidad observada y a la escala a la que ésta se ha analizado. Cualquier otra aproximación "a ciegas" no resultaría útil para nuestros fines. Una vez dibujado este cuadro, comprobamos que la gran mayoría de las dolinas observadas se sitúan en zonas a las que hemos atribuido un riesgo potencial relativamente alto (la correlación, de todos modos, no es perfecta, creemos que debido a una influencia areal de los fondos de vaguada mayor al considerado en principio). A partir de ahí, el fundamento de nuestro análisis es suponer que aquellas áreas en las que concurre la misma combinación de variables que se da en el entorno de las dolinas observadas son asimismo potencialmente peligrosas.

Con todas estas premisas, la zonación de peligrosidad potencial de hundimientos kársticos se ha realizado como sigue (ver plano 8):

- **Zonas de peligrosidad muy alta.** Son aquéllas en las que se superponen los tres factores de riesgo: (A) vaguadas en el contacto Terciario-Cuaternario, (B) espesor de Cuaternario inferior a 40 m, y (C) contenido en lutitas inferior al 30 %.

- **Zonas de peligrosidad alta.** Son aquéllas en las que concurren las combinaciones de factores (A + B) o (A + C).

- **Zonas de peligrosidad media.** Son aquéllas en las que concurre la combinación de factores (B + C) o la presencia simplemente del factor A (el que los resultados empíricos mueven a considerar como más relevante).

- **Zonas de peligrosidad baja.** Incluyen el resto del área.

Cabe añadir dos anotaciones para aclarar el significado exacto del mapa de peligrosidad potencial. La primera es poner de manifiesto que en dicho mapa se han incluido asimismo los contornos de las vales que disecan el nivel de terraza T_4 del sector norte. La razón es que la presencia misma de las vales da lugar a un cambio brusco de dos de las variables de peligrosidad. Por un lado suponen un rebaje de la superficie y, para una determinada cota del contacto Terciario-Cuaternario, ello comporta una disminución del espesor de terraza (a veces de hasta 10 ó 15 m). Por otro, su relleno limo-arcilloso (hasta 7 m de espesor constatado) supone un incremento sustancial del porcentaje de lutitas en la columna local de Cuaternario. Se trata, por tanto, de dos factores que juegan en sentidos contrarios, el primero favoreciendo el desarrollo de dolinas y el segundo inhibiéndolo. El hecho de que muchas dolinas parezcan concentrarse precisamente en las zonas de vales sugiere que, como norma, el factor espesor es más relevante que el contenido en lutitas. No obstante, el balance entre uno y otro dependerá en cada caso de sus valores cuantitativos, y no parece prudente establecer una norma fija para todo el territorio. En consecuencia, nos limitamos a señalar los bordes de las vales como llamada de atención sobre ese papel singular que juegan en nuestro caso, bien entendido que cualquier zonación de peligrosidad que pretendiera hacerse con mayor detalle en el futuro debería partir de una densidad de información mayor en tales zonas.

En segundo lugar, aunque las categorías de peligrosidad han sido asignadas con un criterio uniforme para toda el área estudiada, forzoso es decir que el significado que tienen es distinto en el sector norte y en la depresión de Valdespartera. Las características y espesor del relleno cuaternario en esta última dan lugar a un funcionamiento diferente de los procesos. Ya hemos comentado cómo en ella es frecuente observar (y su dispositivo geológico lo justifica plenamente) el desarrollo de *piping*. Sin embargo, no se ha apreciado prácticamente la presencia de dolinas propiamente dichas a pesar del bajo espesor de Cuaternario y de la presencia de sendos surcos longitudinales del contacto Terciario-Cuaternario a lo largo de su fondo. La única excepción la constituye la dolina nº 41, que se ha interpretado como tal a la vista de que los daños observados en una construcción (grietas y basculamientos de muros con un radio decamétrico) no son explicables únicamente por *piping*. Hay que entender, por tanto, que el grado de peligrosidad alto que se ha asignado a toda la banda central de la depresión se refiere a potenciales hundimientos por *piping*, más que a dolinas de foco profundo. Tales fenómenos son, ciertamente, muy activos, y se ven acelerados en las inmediaciones de canales de riego o zanjas drenantes. No obstante, la gestión del riesgo en este caso presenta menos dificultades por tratarse de un fenómeno más superficial y de menor escala, con lo que, por ejemplo, el coste de eventuales cimentaciones especiales para edificaciones sería mucho menor.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	607 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA

03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

5. CONCLUSIONES: EL MAPA FINAL DE PELIGROSIDAD DE INUNDACIONES Y HUNDIMIENTOS KARSTICOS.

5.1. Evaluación de la peligrosidad de inundaciones.

El diagnóstico y valoración precisos de la peligrosidad de inundaciones en la zona de estudio ha de centrarse necesariamente en la depresión de Valdespartera. En el cuadro siguiente se recogen los parámetros más relevantes en relación con las posibles situaciones de inundación del fondo de esta depresión. Entre las muchas hipótesis planteables hemos tomado como referencia el caso de una lluvia neta de 1 hora de duración y un valor de P_0 = 10 mm, ambos constantes para todos los casos.

Combinación de diferentes situaciones de inundación
Duración de la lluvia neta: 1 hora
P_0 = 10 mm

Linea Perimetral	Evento histórico	Altura de lámina (m)	Volumen embalsado (hm^3)	Area inundada (ha)	Precipitación (mm)	Permanencia lámina agua (días)
Cota 146.9	Agosto 1996	0.4	0.17	31	28.0	10-15
Cota 147		0.5	0.2	42	34.2	
Cota 148		1.5	0.7	56	56.1	
Cota 148.5	≅1950	2	1.0	62	78.0	20-30

Algunos de los aspectos recogidos en este cuadro se plasman asimismo gráficamente en el mapa final de peligrosidad (plano 9). Concretamente, se han seleccionado los dos casos históricos de los que se tienen datos contrastados (≅1950, 1996) y se han representado las respectivas áreas inundadas. Con ello se obtiene una visión real del rango en el que pueden moverse los eventos de inundación de gran magnitud asociados a lluvias torrenciales con periodos de retorno entre 10 y más de 100 años. Hemos preferido hacer esto antes que reflejar en el mapa cualquier otra hipótesis que se derive exclusivamente de cálculos teóricos.

Se ha definido también una banda de entre 400 y 500 m de anchura, centrada en el eje de mínima cota, que enlaza la salida del "barranco oeste" con la zona inundable. Estos terrenos constituyen, tal y como atestiguan algunos encargados de las fincas del entorno, zonas en las que los episodios lluviosos de elevada intensidad soportan flujos laminares de arroyada con dirección a la zona inundable. Teniendo en cuenta la topografía de esa banda, el agua que circulase ocupándola por completo dispondría de una sección transversal media de unos 300 m2. Para una velocidad de 1 m/s, ello supone un caudal de 300 m^3/s, que excede prudentemente los 216 m^3/s de caudal punta que corresponden a la lluvia de una hora con periodo de retorno de 100 años (43.4 mm) y coeficiente de escorrentía del 100 %.

Finalmente, se ha resaltado la zona de desembocadura de los barrancos que orlan la depresión por el sur, en la medida en que constituye una superficie de laminación de las aguas de arroyada que eventualmente pudieran canalizar dichos barrancos. No se ha constatado la existencia histórica de caudales superficiales en dichos barrancos. En todo caso, los caudales punta generados no serían de gran magnitud.

5.2. Evaluación de la peligrosidad de hundimientos kársticos.

La evaluación final de la peligrosidad de hundimientos kársticos la realizaremos teniendo en cuenta la distribución espacial tanto de los hundimientos constatados (plano 3) como de la peligrosidad potencial (plano 8). La combinación de ambos y los criterios establecidos para la

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06 ID FIRMA 12134773 PÁGINA 608 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE
1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA
03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

zonificación final no dejan de constituir una operación sujeta fuertemente a la subjetividad. No obstante, la coherencia hallada entre ambos aspectos y la aplicación de ciertos criterios derivados de nuestra experiencia anterior en la región, justifican la solución adoptada.

En el mapa se establecen las siguientes categorías de peligrosidad:

Categoría 1: Peligrosidad real muy alta. En ella se incluyen aquellas dolinas constatadas cuya persistencia y actividad continuada se pone de manifiesto por haber sido observadas en todos o en la mayoría de los años de los que se tiene información, independientemente de que se hayan generado por colapso o por subsidencia lenta. Se trata, concretamente, de las dolinas nos 1, 2, 6, 8, 10, 21 y 22. Se ha delimitado un margen de seguridad de 15 m en torno a las mismas, y ello por dos razones. En primere lugar, para evitar posibles errores que se hayan cometido en su cartografía. En segundo lugar, debido a la tendencia observada en algunas grandes dolinas del entorno de Zaragoza a evolucionar por pequeños hundimientos centrados en su borde, con la consiguiente expansión de su contorno (GRACIA ***et al.***, 1991; SIMON y SORIANO, 1995).

Categoría 2: Peligrosidad real alta. Se han considerado dentro de esta segunda categoría el resto de dolinas cartografiadas, incluyedo también un entorno de seguridad de 15 m. Teniendo en cuenta la experiencia regional y las velocidades de subsidencia medidas por nosotros en algunas dolinas (en torno a 5 cm/año: SORIANO y SIMON, 1995), puede considerarse que en las zonas asignadas a esta categoría y a la anterior la probabilidad de que en un plazo de 10-15 años los movimientos diferenciales del terreno produzcan daños en eventuales construcciones puede ser muy elevada.

Categoría 3: Peligrosidad bastante alta. Dentro de esta categoría incluimos las zonas que se extienden hasta un entorno de 50 m alrededor de cada dolina, así como aquellas otras consideradas de peligrosidad potencial muy alta (confluencia de factores A+B+C) en el mapa de peligrosidad potencial.

Categoría 4: Peligrosidad media. Se asigna a las zonas que en el mapa de peligrosidad potencial alcanzan la categoria alta (factores A+B o A+C). Se han establecido dos subdivisiones:

> **Subcategoría 4a:** Incluye el área cubierta por glacis y terraza, donde el proceso predominante es la formación de dolinas aluviales.
>
> **Subcategoría 4b:** Abarca el sector correspondiente a la depresión de Valdespartera, donde predominan los fenómenos de *piping*, tal como se explicó en el apartado 4.2.3.

Categoría 5: Peligrosidad media-baja. Se engloba la categoría del mapa de peligrosidad potencial media.

Categoría 6: Peligrosidad baja. Corresponde a las zonas donde no existen indicios de hundimientos ni confluencia de factores de riesgo potencial.

5.3. Conclusiones y recomendaciones finales.

La denominada Orla Sudoeste de Suelo Urbanizable de Zaragoza es un territorio formado por varios dominios diferenciados desde el punto de vista geológico, geomorfógico e hidrogeológico. Los dos más relevantes y contrastados son la plataforma aluvial formada por el nivel de glacis y terraza G_4-T_4, al norte, y la depresión de Valdespartera, al sur. Desde el punto de vista geotécnico y de riesgos naturales, el comportamiento y el tipo de problemas esperables en uno y otro dominio son bien distintos.

Los espacios dominados por las formaciones aluviales de las terrazas altas del Ebro presentan una solidez general que no la tienen los entornos yesíferos, en especial cuando en aquellas el nivel piezométrico está profundo y existe un subsuelo cuya estabilidad está reforzada por un potente mallacán. Ello supone un comportamiento geotécnico intrínsecamente bueno y, dada su configuración topográfica, una ausencia prácticamente absoluta de peligro de inundaciones. Sin embargo, áreas concretas dentro de este ámbito en las que concurren circunstancias geológicas e hidrogeológicas específicas están sujetas a un peligro evidente de subsidencia o colapso en relación con dolinas aluviales activas. Concretamente, el desarrollo de dolinas aluviales se ve favorecido y acelerado por los siguientes factores: (a) la existencia de vaguadas en el contacto Terciario-Cuaternario por las que se produce un flujo preferente de agua; (b) la presencia de bajos espesores de la cubierta aluvial; (c) la presencia de bajos porcentajes de lutitas (lo que proporciona permeabilidad); (d) variación anual amplia del nivel freático, y (e) bajo grado de saturación en sulfatos del agua subterránea.

Las áreas en las que históricamente se ha comprobado la existencia de dolinas activas, junto a aquellas otras donde concurren los factores de riesgo arriba indicados deberían ser directamente excluidos de la consideración de suelo urbanizable. Cierto es que puede presentarse una necesidad real de edificar sobre ellos o utilizarlos como soporte de infraestructuras. En tal caso, debe extremarse la precaución, realizar estudios geológicos y geotécnicos que permitan una zonificación de peligrosidad con mayor detalle de la alcanzada en este trabajo y, en cualquier caso, estar dispuesto a invertir los recursos necesarios en una cimentación y un diseño de estructuras que minimice los riesgos.

La depresión de Valdespartera es otro dominio muy distinto. Los problemas que hay que afrontar en él vienen derivados, por un lado, del contexto topográfico e hidrológico: un área endorreica que recoge tanto la arroyada superficial de las avenidas como la descarga subterránea, tanto más relevante ésta cuanto más hacia abajo nos encontramos. Esta circunstancia hace que los niveles freáticos estén permanentemente próximos a la superficie, con los consiguientes problemas derivados del bombeo capilar, eflorescencias salinas, humedades en sótanos y mal drenaje para las áreas ajardinadas. Por otro lado está la composición eminentemente yesífera tanto del sustrato rígido como de su cubierta limosa. Es obligado recordar que los espacios de ambiente yesífero (afloramientos de yeso masivo, interestratos de margas y yesos, depósitos de limos yesíferos) en los que hay un manejo activo del agua -canales de riego no revestidos, superficies bajo regadío intensivo, etc.- son espacios intrínsecamente temibles. No es nuestro objetivo entrar a discutir los problemas habituales que presentan en general las obras civiles emplazadas en ambientes yesíferos (ataques al hormigón, disolución de minerales, corrosión de armaduras), que son cuestiones geotécnicas que exigen un estudio de reconocimiento específico y adecuado. Sin embargo, hay que poner de manifiesto que la concurrencia de este tipo de litología con la presencia de niveles freáticos someros ha de ser sin duda una fuente continua de problemas.

El carácter endorreico de la depresión obliga a abordar con especial atención el análisis de los riesgos hidrológicos ordinarios vinculados a las eventuales crecidas de los cauces, a la consiguiente invasión del dominio público hidráulico por las aguas de crecida y al encharcamiento de la zona más deprimida. La peligrosidad de crecidas e invasión del dominio público hidráulico no tiene apenas entidad en el contexto en el que se encuentra la zona de estudio. No hay en ella cauces superficiales que la atraviesen, y las pequeñas unidades hidrográficas que confluyen en ella apenas superan unas pocas decenas de hectáreas. Los eventuales flujos de escorrentía, consecuentes a los grandes episodios lluviosos de excepcional intensidad, dispersan sus aguas antes de entrar en la zona, en forma de extensos mantos de arroyada, lo que representa un alto poder de laminación natural.

Para la estimación de caudales previsibles en las circunstancias de fuertes aguaceros se pueden utilizar diferentes metodologías. En cualquier caso, se trata de técnicas hidrológicas denominadas "de datos insuficientes", que suelen centrar su énfasis en la predeterminación de la intensidad de la lluvia asignada a un determinado periodo de retorno. Este tipo de metodología, pese a su carácter numérico y aparentemente preciso, apenas ofrece credibilidad,

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	609 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

en especial en la toma de decisiones en las que se pone en juego la vida de personas, la psicosis de riesgo permanente o el valor de determinados enseres. Sin embargo, este tipo de análisis es formalmente necesario, y por esta razón lo hemos desarrollado; el arte o buen hacer consiste en saber dar a los resultados obtenidos el valor que objetivamente tienen. Entendemos que en este tipo de problemas es más valioso una adecuada interpretación de la dinámica del sistema, su comprensión y el registro histórico de situaciones catastróficas acaecidas en él que cualquier metodología numérica y, en especial, estadística que no tenga en cuenta ese marco real.

La depresión de Valdespartera, pese a las acciones antrópicas correctoras allí realizadas en los últimos cincuenta años, sigue funcionando como el criptohumedal degradado que en realidad es. Desde el punto de vista hidrogeológico se comporta como una zona de descarga, en donde las aguas generadas por las ocasionales escorrentías no encuentran una salida natural fácil. El sentido común nos mueve a sugerir que la ordenación, destino y uso de la zona baja inundable no debería forzar sin necesidad su dinámica natural. Las aproximadamente 100 ha que comprende deberían ser destinadas al espacio natural que la propia dinámica del agua superficial y el contexto hidrogeológico le marcan, es decir, las de un área de descarga que alimenta un criptohumedal halófilo. Como recurso aprovechable, entendemos que su mejor uso es el escénico; una armoniosa mezcla de lo artificial con lo natural podría hacer de ese espacio un lugar húmedo singular en medio de un entorno escepcionalmente esteparío.

Cualquier intento de intervenir sobre este espacio de una manera "traumática" debe ser estudiado y sopesado con cuidado. Ocuparlo con viales y edificaciones sería siempre una fuente de gastos y preocupación ciudadana. Tratar de construir un gran drenaje artificial sería técnicamente posible y no excesivamente gravoso. El lugar más apropiado sería su salida natural, la Val de la Almotilla, en cuyo arranque la conducción habría de salvar una distancia horizontal de unos 400-500 m para poder salir a superficie manteniendo una pendiente positiva hacia el norte. Sin embargo, tratar de evacuar todo el caudal punta de la avenida a fin de evitar completamente el encharcamiento (47 m³/s y 278 m³/s para las avenidas de 1996 y 1950, respectivamente) parece fuera de lugar, además de que no haría sino trasladar el problema aguas abajo. Construir un conducto o canalización de drenaje no forzado con unos pocos metros cuadrados de sección permitiría evacuar en unas horas o en pocos días, respectivamente, cada una de las dos avenidas mencionadas, pero un área que hubiese de sufrir el encharcamiento durante ese tiempo tampoco convendría que se encontrase ocupada por edificaciones. Por otro lado, no deben desdeñarse los posibles problemas que tal cambio de dinámica podría inducir en la cubierta limosa de la zona y en su funcionamiento hidrológico (aceleración de los procesos de piping, por ejemplo).

En resumen, el diagnóstico y la zonación de la peligrosidad a la que hemos llegado nos mueve a hacer las siguientes **recomendaciones finales**:

(1ª) Evitar la edificación y el trazado de infraestructuras y conducciones en las zonas de peligrosidad real alta y muy alta en relación con los hundimientos kársticos (categorías 1 y 2). Mantener como tales las escasas dolinas que en la actualidad se conservan en estado natural.

(2ª) Si se desea construir edificaciones o infraestructuras en las zonas con categorías de peligrosidad menores (3, 4 y 5), realizar estudios de detalle que permitan zonificar y valorar la presencia y distribución de posibles focos de hundimiento no manifestados claramente en superficie.

(3ª) Si no puede evitarse construir en las zonas anteriormente citadas, diseñar cimentaciones adecuadas a la peligrosidad de cada caso a fin de minimizar el riesgo.

(4ª) Evitar el riego excesivo en campos de labor y zonas ajardinadas dentro de las áreas de peligrosidad de hundimientos. Optar por espacios deportivos pavimentados o jardines de tipo árido o mediterráneo en las áreas de peligrosidad alta y muy alta. Evitar en lo posible las fugas de la red de abastecimiento y saneamiento.

(5ª) Preservar la zona más deprimida de Valdespartera (la comprendida en el perímetro de la inundación de 1950) como espacio natural de uso escénico, con su carácter de humedal halófilo y permitiendo libremente su encharcamiento.

(6ª) Evitar la edificación de viviendas y la construcción de infraestructuras y servicios esenciales en la zona expuesta a inundación transitoria por flujos laminares de agua de arroyada.

(7ª) Evitar la excavación de sótanos en todas las edificaciones incluidas en la zona anterior, y en general en todo el fondo de la depresión de Valdespartera. Para los hormigones de cimentaciones y estructuras subterráneas, emplear sistemas de protección contra las aguas selenitosas.

En Zaragoza, a 1 de Junio de 1998.

José Luis Simón Gómez — Fco. Javier Martínez Gil

Ma Asunción Soriano Jiménez

Luis E. Arlegui Crespo — Juan Caballero

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	610 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

REFERENCIAS CITADAS.

ARLEGUI, L.E. y SORIANO, M.A., 1996, Lineamientos y su influencia en los modelados del centro de la Cuenca del Ebro. *Cuadernos Laboratorio Xeoloxico de Laxe*, **21**, pp.11-21.

ARLEGUI, L.E. y SORIANO, M.A., 1998 Characterising lineaments from satellite images and field studies in the Central Ebro Basin (NE Spain) *International Journal of Remote Sensing*. (en prensa).

BECK, B., 1986 A generalized genetic framework for the development of sinkholes and karst in Florida, U.S.A. *Environ. Geol. Water Sci.* vol **8**, pp. 5-18.

BENITO, G 1987 Karstificación y colapsos kársticos en los yesos del sector central de la Depresión del Ebro. *Cuaternario y Geomorfología*, vol. **1**, pp. 61-76.

BIELZA, V; MARTINEZ GIL, F.J; CARCELLER, T; GARRIDO, E.; NERÍN, C; SÁNCHEZ, Y. y DEL VALLE, J. 1993: *Contaminación del Manto Freático del Corredor del Ebro*. Fundación Nueva Empresa. Zaragoza.

CATALÁ MORENO, F. 1989: *Cálculo de Caudales en las Redes de Saneamiento.* Colección Senior. Nº 5. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Demarcación Centro. Ed. Paraninfo, S.A. Madrid.

CENTRO MUNICIPAL DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO, 1998, *Estudios Previos: Condicionantes físicos para la ordenación de la Orla Sudoeste de Suelo Urbanizable*. Informe Interno Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza.

CUSTODIO, E.; LLAMAS, M.R. 1975*: Hidrología Subterránea*. Ed. Omega, S.A.. Barcelona.

CVIJIC, J. 1893. The dolines. Translate of Geog. Abhandlungen 5: 225-276. In Sweeting, M.M. (ed.) 1981 *Karst Geomorphology*. Hutchinson.

DAVIS, S.N.; DE WIEST, R. 1966*: Hidrogeología*. Ed. Ariel. Barcelona.

FERNÁNDEZ - ALARCÓN, R., 1966, *Estudio previo sobre las acciones a tomar para resolver los problemas de drenaje de la Feria de Muestras de Zaragoza*, Informe inédito, 8 pp.

GAMS, I. 1978 *The polje: the problem of definition*. Z. Geonorph. N.F. **22**, pp. 170-181.

GRACIA, J.; SALVADOR, T.; SIMÓN, J.L. Y SORIANO, M.A. 1991. *Evaluación del riesgo de hundimientos a lo largo del trazado de tubería alternativa para el abastecimiento de agua al barrio de Casetas y polígonos intermedios*. Informe inédito. Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza.

GRACIA y PÉREZ, 1997, *Estudio geológico- geotécnico para la planificación y el planteamiento de la urbanización Montecanal II (Zaragoza*). Informe inédito, memoria y anexos.

GUTIÉRREZ, M.; SIMÓN, J.L. Y SORIANO, M.A.1986 Algunos aspectos de la tectónica neógena y cuaternaria en el sector central de la depresión del Ebro. Bol. Geol. y Minero. **t. XCVII**, pp. 9-21.

HERRERO CANTALAPIEDRA, E., 1984, *Estudio geotécnico del solar de la nueva Feria de Muestas de Zaragoza*. Informe Inédito, 12 pp y anexos.

ICONA/MAPA 1979: *Precipitaciones máximas en España*. Monografía 21.

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	611 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

IGME, 1987, *Mapa geológico y de riesgos geológicos de la ciudad de Zaragoza*, Instituto Geológico y Minero de España, 99 pp y mapas.

ITGE 1998 *Mapa geológico de España, hoja de Zaragoza. Memoria y mapa geológico.*

LAMOREAUX, P. E. Y NEWTON, J. G. 1986 Catastrophic subsidence: An environmental hazard, Shelby County, Alabama. Environ. Geol. Water Sci., vol. **8**, pp. 25-40.

MANDADO, J. 1987 *Litofacies yesíferas del sector aragonés de la cuenca terciaria del Ebro. Petrogénesis y Geoquímica*. Tesis doctoral. 433p. Universidad de Zaragoza.

NEWTON, J.G. Y TANNER, J.M. 1987 Case histories of induced sinkholes in the eastern United States. *2nd Multidisciplinary Conference on sinkholes and the environmental impacts of karst*, pp. 15-23. Orlando.

OLIVE, W.W. 1957 Solution subsidence troughs, Castile formation of gypsum Plain, Texas and New Mexico. *Bulletin of the Geological Society of America* **v.66**, pp. 351-358.

PALMQUIST, R. 1979. Geologic controls on doline characteristics in mantled karst. Z. *Geomorph. . Suppl.* Bd., **32**: 90-106.

PLUMED, O., y HERMÁNDEZ, V., 1996, *Estudio geotécnico en el antiguo solar de Hispano-Carrocera para Alcampo, S.A.* Informe ENTECSA.

QUIRANTES, J. 1978. *Estudio sedimentológico y estratigráfico del terciario continental de los Monegros*. Zaragoza. Diputación Provincial de Zaragoza. 200 pp.

RÉMÉNIÉRAS, G. 1965: *L Hyrologie de l Ingénieur. Collection du Centre de Recherches et d Essais de Chatou*. Ed. Eyrolles. Paris.

SIMÓN, J.L. y SORIANO, M.A. 1985. Deformaciones cuaternarias en el área de Zaragoza. *Actas II Reun. Cuaternario Ibérico* , Lisboa, **vol. II**, 329-343.

SIMÓN J.L. y SORIANO, M.A., 1986, Diapiric deformations in the Quaternary deposits of the central Ebro basin, Spain. *Geological Magazine*, **123**, 45-57.

SIMÓN, J.L.; SORIANO, M.A.; GRACIA, J. y SALVADOR, T. 1991. Dolinas aluviales en las terrazas del Ebro al oeste de Zaragoza: un análisis empírico de los factores de riesgo. *Cuaternario y Geomorfología*, **5**, 139-148.

SIRVENT.; GUTIÉRREZ, M. y DESIR, G. 1996 Erosión e Hidrología de áreas acarcavadas En Lasanta y García-Ruíz (eds) *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*. pp.109-135.

SORIANO, M.A., 1986, Dolinas de disolución normal y dolinas aluviales en el sector centro-meridional de la Depresión del Ebro. *Bol. Geol. y Min***. t.XCVII**, pp. 328-337.

SORIANO, M.A. 1990. *Geomorfología del sector centro-meridional de la Depresión del Ebro*. Zaragoza. Diputación Provincial de Zaragoza. 269 p.

SORIANO, M.A. 1992. Characteristics of the alluvial dolines developed because of gypsum dissolution in the central Ebro Basin *Z. fur Geomorphology Suppl. Bd* , **85**. pp. 59-72

SORIANO, M.A. 1993. Descripción y estudio preliminar del origen de la Depresión de Valdespartera (Zaragoza). *Acta Geológica Hispánica*, **v.28**, pp.65-71.

SORIANO, M.A. y SIMÓN, J.L. y SALVADOR, T. 1992, Estructura interna y mecanismos de los colapsos en yeso. Ejemplos del área de Calatayud (Zaragoza). *Estudios de geomorfología en España*, Geoforma Ed., 619-629.

SORIANO, M.A. y SIMÓN, J.L. y SALVADOR, T. 1994, Alluvial sinkholes ower gypsum in the Ebro Basin (Spain): genesis and environmental impact. *Hydrological Sciences Journal*, **39**, pp. 257-268.

SORIANO, M.A. y SIMÓN, J.L. 1995. Alluvial dolines in the central Ebro basin, Spain: a spatial and developmental hazard analysis.*Geomorphology* **11**, pp. 295-309.

TOLOSA, P.; y BERNAD, F.J., 1992, *Estudio sobre las filtraciones de agua existentes en los muros del túnel y galerías de servicio en la Feria de Muestras de Zaragoza.* CADISA, informe inédito.

TOULEMONT, M. 1987 *Les risques d'instabilité liés au karst gypseux lutétien de la région parisienne. Prevision en cartographie. Bull. liaison Labo. P et Ch*. **150-151**, pp. 109-116

UPCHURCH, S.B. & Littlefield, J.R. 1988 Evaluation of data for sinkhole development risk models. *Environ. Geol. Water Sci*. vol.**12**, pp. 135-140.

WHITE, E.L.; GERT, A. y WHITE, W.B. (1986) The influence of urbanization on sinkhole *development in central Pennsylvania. Environ. Geol. Water Sci*. vol. **8**, pp. 91-97.

YUAN, D. (1988) Environmental and engineering problems of karts geology in China. *Environ. Geol. Water Sci*., vol. **12**, pp. 79-87.

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	612 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

INDICE DE PLANOS ANEXOS A LA MEMORIA

Plano 1. Mapa geológico-geomorfológico.

Plano 2. Mapa hidrogeológico de síntesis.

Plano 3. Mapa de hundimientos kársticos constatados.

Plano 4. Mapa de situación de sondeos mecánicos y catas.

Plano 5. Mapa de espesores de Cuaternario.

Plano 6. Mapa de isohipsas del contacto Mioceno-Cuaternario.

Plano 7. Mapa del contenido promedio de lutitas en los depósitos cuaternarios.

Plano 8. Mapa de peligrosidad potencial de hundimientos kársticos.

Plano 9. Mapa de peligrosidad de inundaciones y hundimientos kársticos.

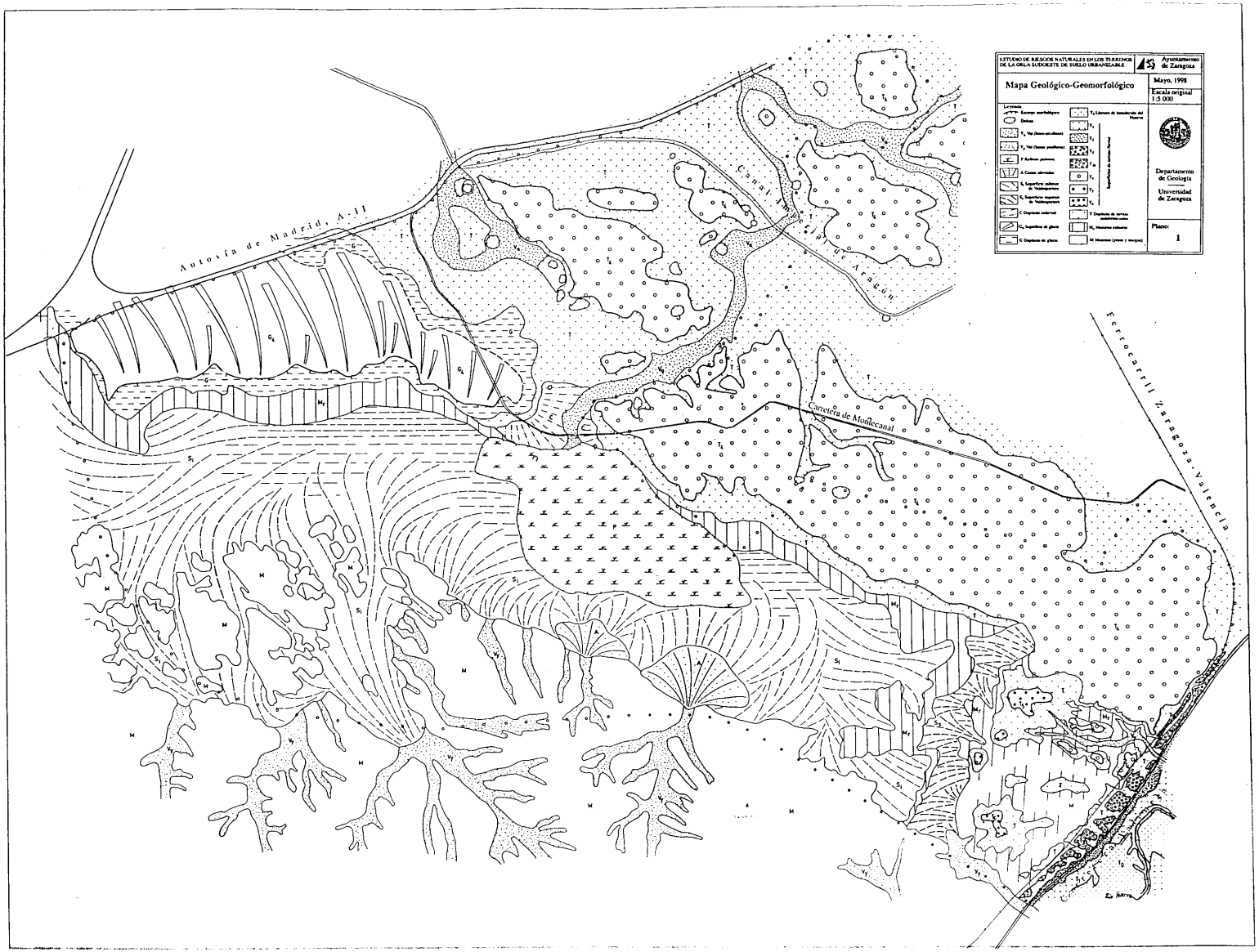
Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	613 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1



Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	614 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA

03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

FIRMADO POR 1 FIRMANTE — **FECHA FIRMA**

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO* — 03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1

Este documento contiene datos no especialmente protegidos

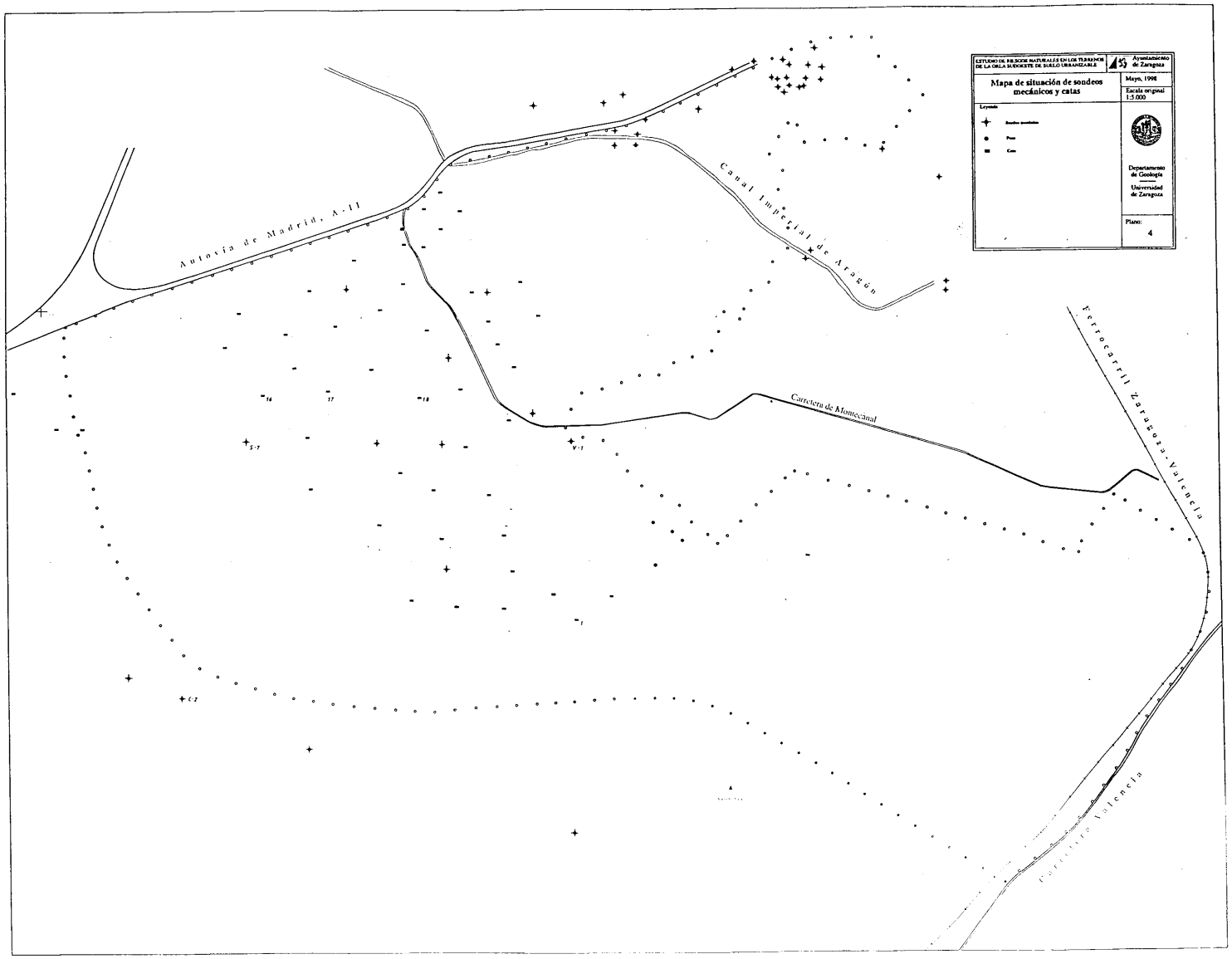
FIRMADO POR 1 FIRMANTE

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA

03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1



Este documento contiene datos no especialmente protegidos

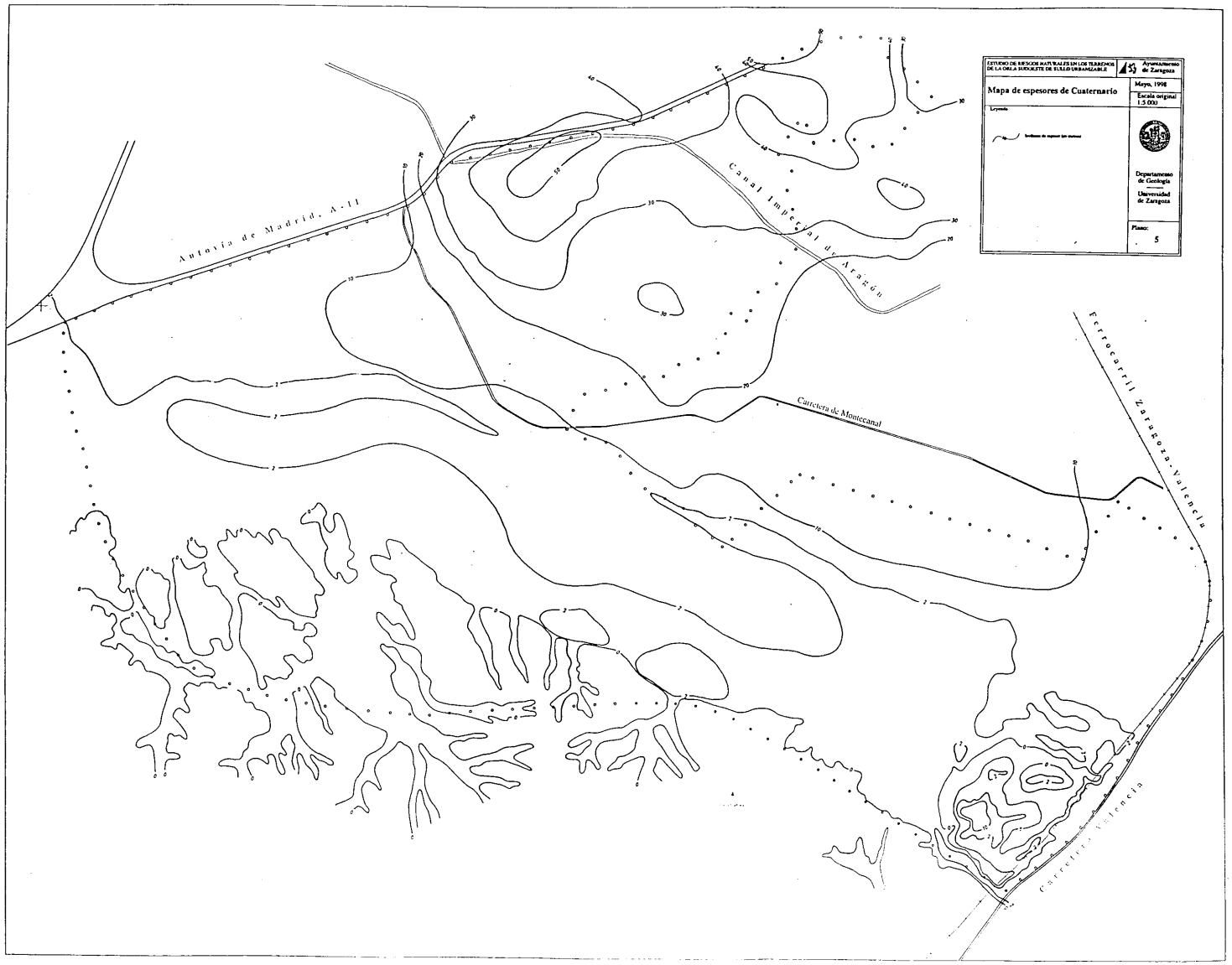
FIRMADO POR 1 FIRMANTE

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA

03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1



Este documento contiene datos no especialmente protegidos

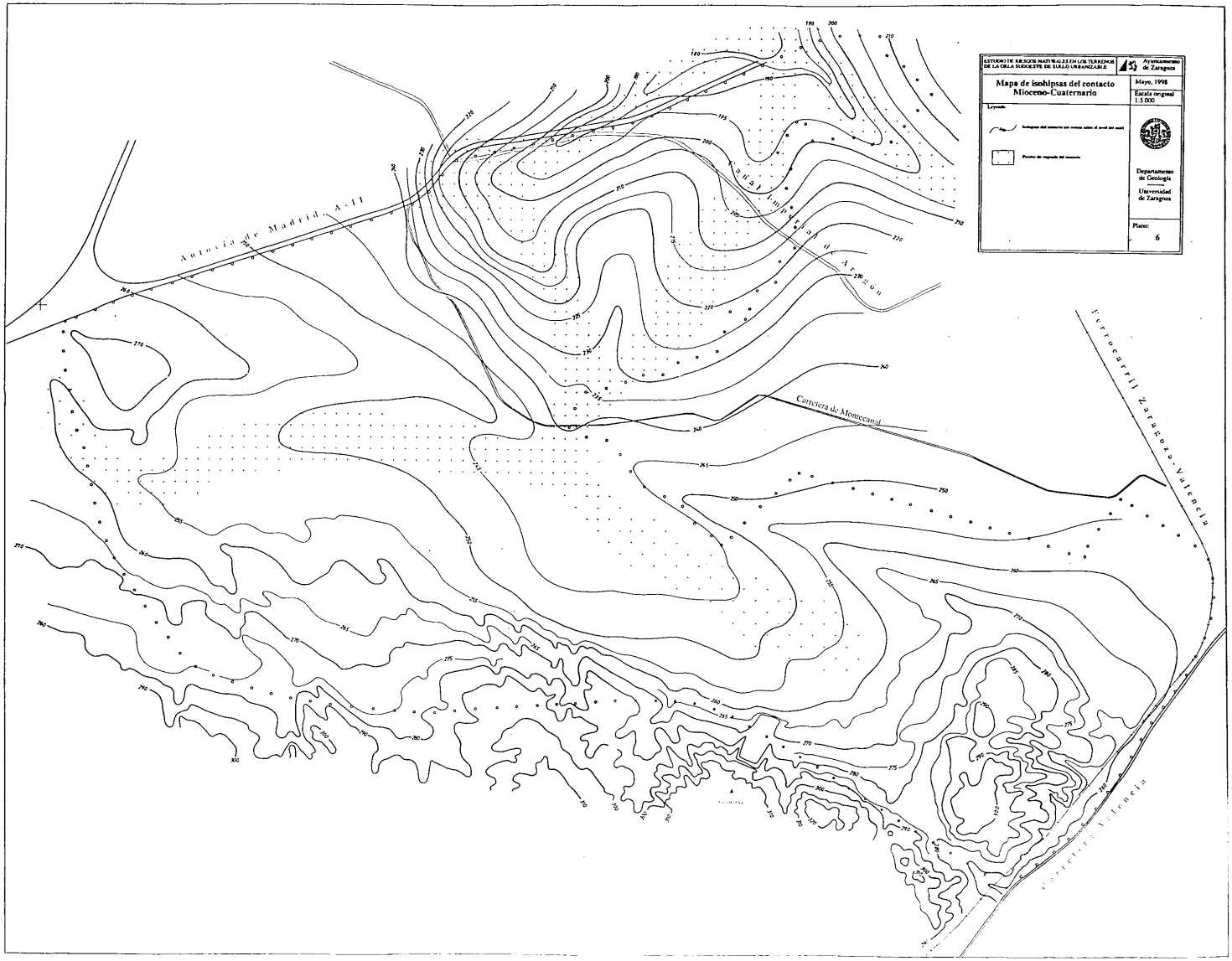
FIRMADO POR 1 FIRMANTE

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA

03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1



Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	619 / 919

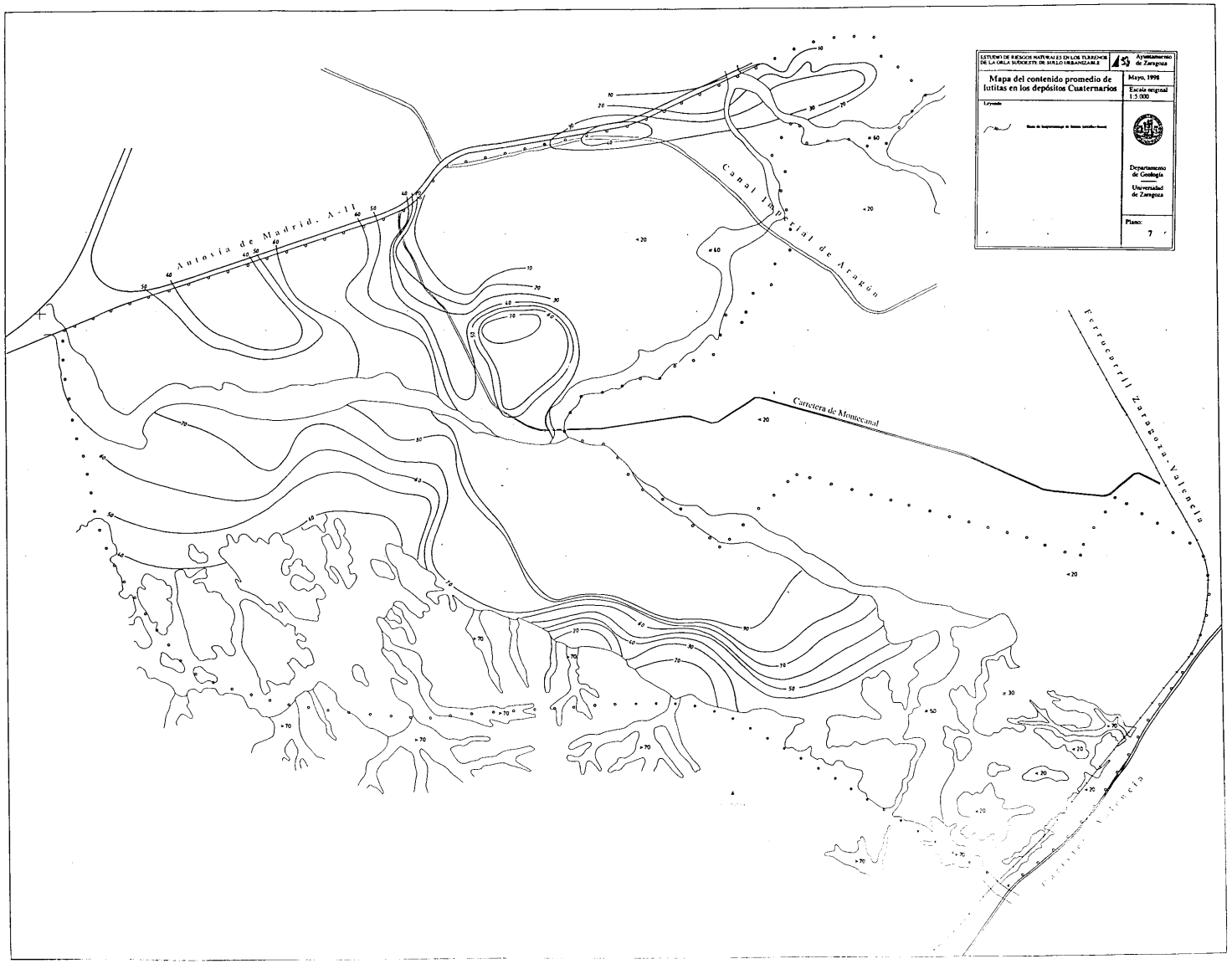
FIRMADO POR 1 FIRMANTE

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA

03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1



Este documento contiene datos no especialmente protegidos

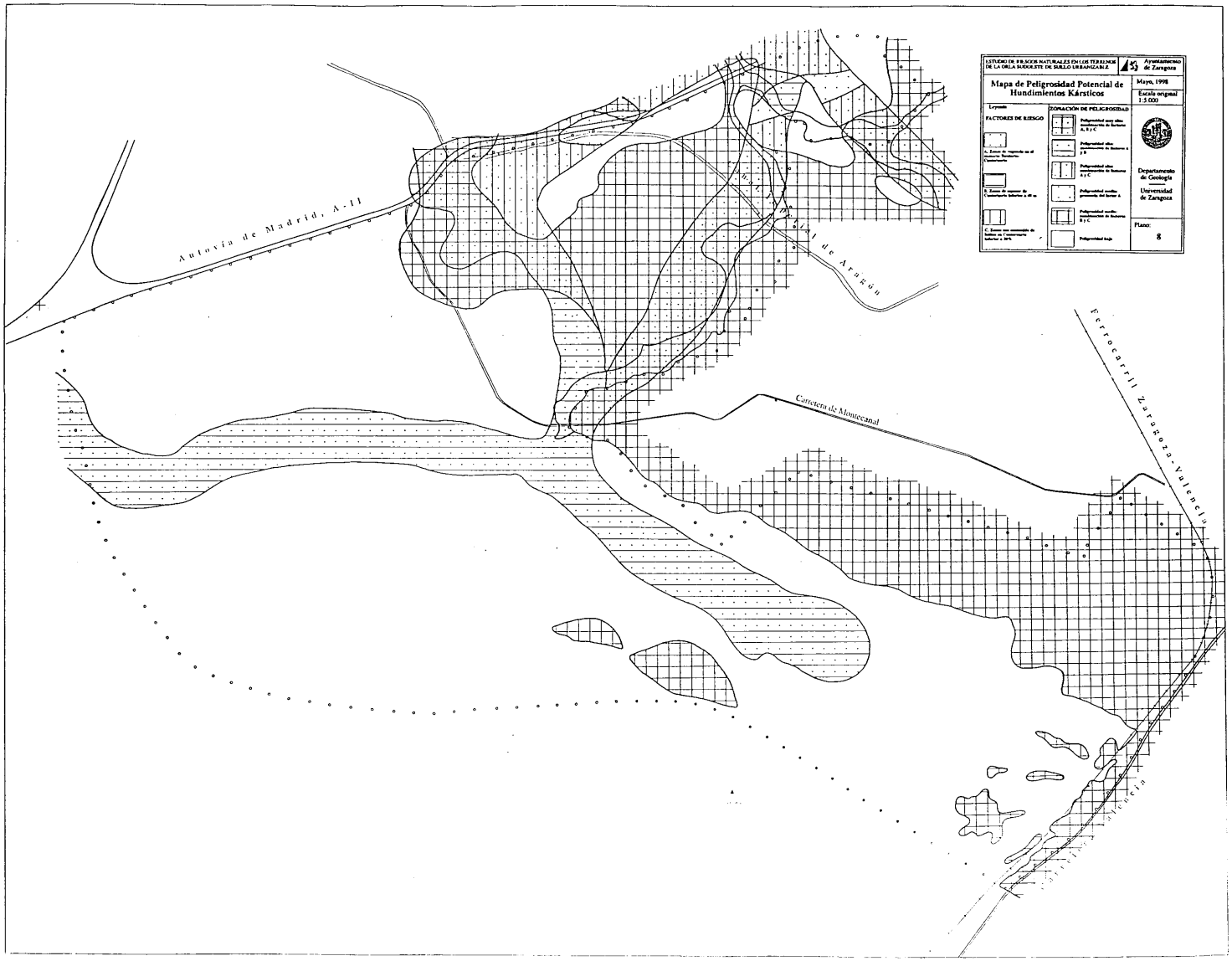
FIRMADO POR 1 FIRMANTE

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA

03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1



Este documento contiene datos no especialmente protegidos

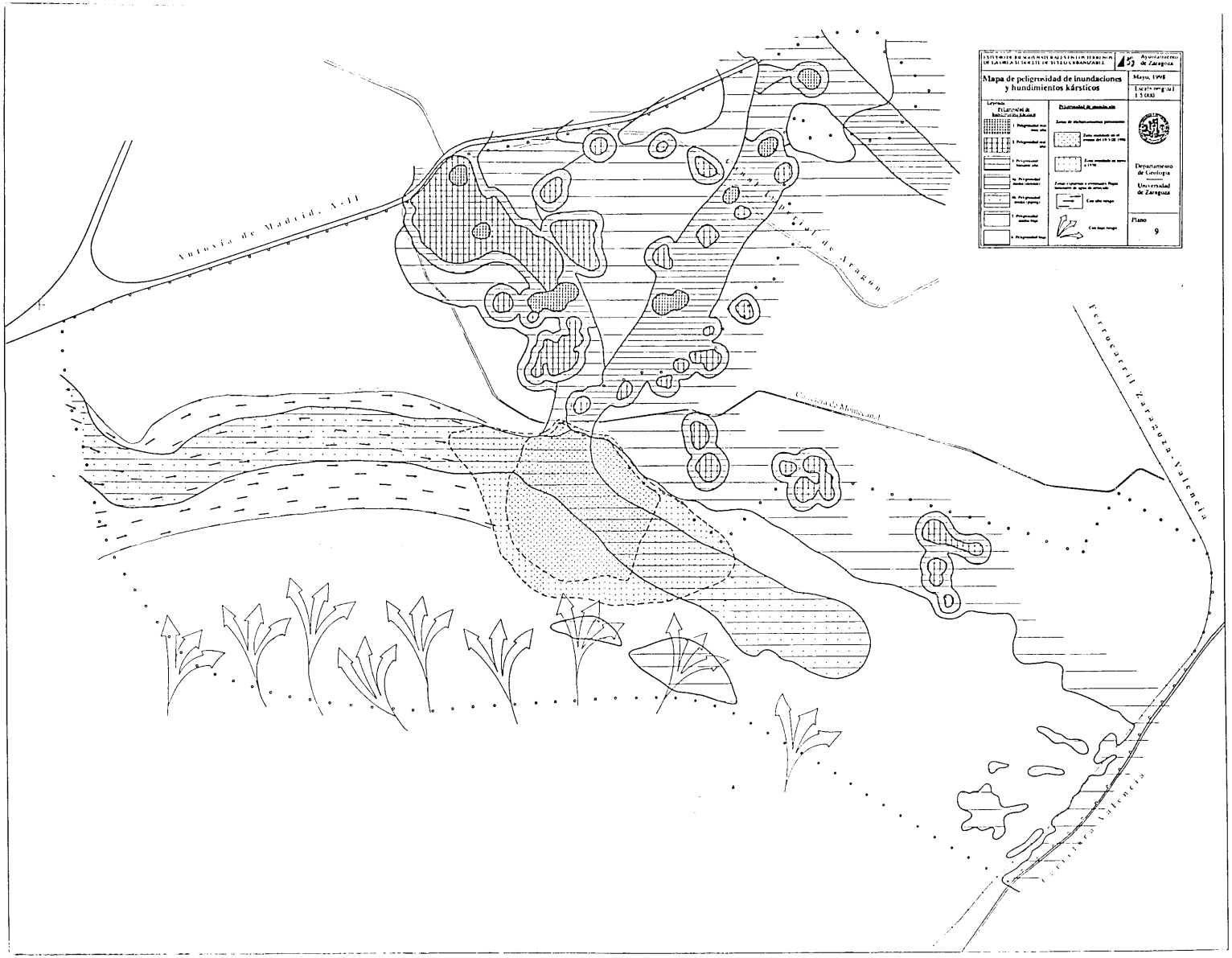
FIRMADO POR 1 FIRMANTE

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA

03 de junio de 2024

Ayuntamiento de Zaragoza- Documento firmado electrónicamente. Verifique su validez en
Código Seguro de Verificación: 50297MTcxNzQxNjE2ODk1ODIxMDgyOTY1



Este documento contiene datos no especialmente protegidos

DOCUMENTO	Texto refundido Plan General Ordenación Urbana Zaragoza, aprobado por acuerdo plenario de 27 de marzo de 2024:Anejos a la Memoria 01 a 06	**ID FIRMA**	12134773	**PÁGINA**	622 / 919

FIRMADO POR 1 FIRMANTE

1. LUIS JIMENEZ ABAD - *SECRETARIO GENERAL DEL PLENO*

FECHA FIRMA

03 de junio de 2024