



ANEXO IV: ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE RIESGO DE AVENIDAS

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO	5
2.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA	5
2.1.1.- SITUACIÓN	5
2.1.2.- MEDIO FÍSICO	5
2.1.3.- INFRAESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIONES	8
2.1.4.- NÚCLEOS DE POBLACIÓN	9
2.2.- ANÁLISIS DE LOS PUNTOS DE ESTUDIO	9
2.2.1.- POZUELO – CAÑADA DE LOS NAVAJUELOS	10
2.2.2.- POZUELO – RAMBLA DEL ARENERO	12
2.2.3.- POZUELO – RAMBLA DEL ROYO	13
2.2.4.- LA CASICA – RAMBLA DEL POZO DE VÍCTOR	13
2.2.5.- LA ZARZA – RAMBLA DE LA ZARZA	14
3.- ESTUDIO HIDROLÓGICO	17
3.1.- METODOLOGÍA UTILIZADA	17
3.2.- EL MÉTODO RACIONAL	18
3.3.- CAUDAL DE AVENIDA	18
3.4.- CÁLCULOS	21
3.4.1.- POZUELO – CAÑADA DE LOS NAVAJUELOS	21
3.4.2.- POZUELO – RAMBLA DEL ARENERO	22
3.4.3.- POZUELO – RAMBLA DEL ROYO	23
3.4.4.- LA CASICA – RAMBLA DEL POZO DE VÍCTOR	25
3.4.5.- LA ZARZA – RAMBLA DE LA ZARZA	26
3.4.6.- TABLA RESUMEN DE CÁLCULOS	28
3.5.- ANÁLISIS DETALLADO DE LA RAMBLA DEL ARENERO	29
3.5.1.- INTRODUCCIÓN	29
3.5.2.- SUBCUENCAS. MODELO LLUVIA-ESCORRENTÍA	31
3.5.3.- CAUCES. TRÁNSITO DE AVENIDAS	33
3.5.4.- LLUVIA DE DISEÑO	34
3.5.5.- RESULTADOS. ANÁLISIS	35
4.- ESTUDIO HIDRÁULICO	37
4.1.- METODOLOGÍA	37
4.2.- RESULTADOS	39
4.2.1.- POZUELO – CAÑADA DE LOS NAVAJUELOS	39
4.2.2.- POZUELO – RAMBLA DEL ARENERO	40
4.2.3.- POZUELO – RAMBLA DEL ROYO	40



4.2.4.- LA CASICA – RAMBLA DEL POZO DE VÍCTOR	41
4.2.5.- LA ZARZA – RAMBLA DE LA ZARZA	41
4.3.- ANÁLISIS CRÍTICO	43
4.3.1.- POZUELO – CAÑADA DE LOS NAVAJUELOS	43
4.3.2.- POZUELO – RAMBLA DEL ARENERO	43
4.3.3.- POZUELO – RAMBLA DEL ROYO	44
4.3.4.- LA CASICA – RAMBLA DEL POZO DE VÍCTOR	44
4.3.5.- LA ZARZA – RAMBLA DE LA ZARZA	44
4.4.- ANÁLISIS DETALLADO DE LA RAMBLA DEL ARENERO	45
4.4.1.- INTRODUCCIÓN	45
4.4.2.- PARÁMETROS DEL CAUCE	47
4.4.3.- MODELIZACIÓN DE LAS OBSTRUCCIONES	48
4.4.4.- CONDICIONES DE CONTORNO	49
4.4.5.- RESULTADOS. ANÁLISIS	50
5.- MEDIDAS CORRECTORAS	55
5.1.- IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO	55
5.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS	55
5.2.1.- POZUELO	55
5.2.2.- LA CASICA	57
5.2.3.- LA ZARZA	58
5.3.- EFECTO DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS	58
5.3.1.- POZUELO - RAMBLA DEL ARENERO	58
6.- CONCLUSIONES	61
7.- PLANOS	63



ANEXO IV: ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE RIESGO DE AVENIDAS

1.- INTRODUCCIÓN

El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) prevé la clasificación de suelo como urbano, urbanizable y rústico, según la legislación urbanística vigente.

Algunas de las zonas urbanas y/o urbanizables se sitúan en las inmediaciones de cursos de agua, por lo que se realiza el presente “Estudio hidrológico y de riesgo de avenidas” para evaluar el riesgo de inundación de dichas zonas. La determinación del riesgo es fundamental para establecer los usos permisibles en dichas zonas, así como las acciones a realizar para evitar daños personales y materiales y garantizar la capacidad hidráulica de los cauces.

La normativa aplicable en materia de aguas es la siguiente:

- Real Decreto Legislativo 1/01, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 849/86, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla la Ley 29/85, de 2 de agosto, de Aguas.

La normativa aplicable en materia de urbanismo es la siguiente:

- Decreto Legislativo 1/2004, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.
- Decreto 242/2004, de 27 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Suelo Rústico de la Ley 2/1998, de 4 de junio, de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.
- Decreto 248/2004, de 14 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento de la Ley 2/1998, de 4 de junio, de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.



Precisamente es en la Disposición Adicional 1ª del Reglamento de Suelo Rústico (RSR) donde se indica la necesidad de elaborar un estudio hidrológico y de riesgo de avenidas que permita determinar la banda de protección inmediatamente contigua a los cauces públicos, que será clasificada como suelo rústico no urbanizable de especial protección (SRNUEP) o bien como dotacional zona verde (DV), cuando se encuentre en suelo urbano (SU) o urbanizable (SUB).

Esta banda tendrá una anchura mínima de 10 m a contar desde el límite exterior del cauce, por lo que incluye los 5 m de servidumbre que se definen en el artículo 6 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH).

Esta banda incluirá los terrenos inundados por las crecidas no ordinarias, tal y como indica el artículo 14 del RDPH, con un periodo de retorno de 500 años, atendiendo a criterios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, en los que se considere que la inundación es “peligrosa”.

Una vez delimitadas las áreas con riesgo de inundación, la normativa urbanística del Plan establecerá lo siguiente: en la zona inundable (de T=500 años) se prohíben los usos residenciales, siendo los únicos permitidos aquellos que no obstruyan el flujo de avenidas y no requieran estructuras, terraplenes o almacenamiento permanente de bienes y equipos, y no afecten desfavorablemente la capacidad hidráulica de dicho cauce. Estos terrenos inundables se clasificarán como suelo rústico no urbanizable de especial protección ambiental (SRNUEP-PAA) y se les aplicará una normativa urbanística específica.

Señalaremos que en este estudio se analizan dos aspectos independientes pero íntimamente relacionados. Por una parte se estudia la banda de protección que es necesario clasificar en torno a los cauces públicos (DA 1ª del RSR). Por otra parte se estudian los terrenos en los que hay riesgo de inundaciones, ya sea por su proximidad a cauces públicos o a cauces de dominio privado. En este sentido comentaremos que en el caso de aguas privadas no es obligatoria la clasificación de suelo rústico no urbanizable de especial protección (SRNUEP), aunque sí recomendable si el riesgo de inundación es elevado y no es viable adoptar medidas correctoras que sean realmente efectivas. Los cauces de dominio privado quedan sujetos a las condiciones de uso fijadas en el art. 5.2 del TRLA (RDL 1/2001).

En línea con el anterior razonamiento, las aguas de escorrentía privadas que se generan en el interior de las áreas urbanas serán recogidas por una red de



colectores de aguas pluviales, convenientemente diseñada, que no es el objeto de este estudio hidrológico (su cálculo compete a los proyectos de urbanización y proyectos de mejoras urbanas que se desarrollen). Esta red también debe ser capaz de asumir las aguas de escorrentía generadas en los terrenos circundantes al suelo urbano y/o urbanizable que viertan hacia éste. Este estudio hidrológico se centra en las aguas que circulan por los cursos de agua que no pueden ser asumidas por una red de drenaje convencional.

Por último, ha de tenerse en cuenta que la precisión de este estudio hidrológico es la adecuada para el objetivo que se persigue, a nivel de planeamiento general municipal. Posteriormente, cuando se preparen los instrumentos de planeamiento de desarrollo correspondientes a actuaciones urbanísticas en las inmediaciones de los cauces se formularán estudios más precisos.

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha número 187, de 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma inicial por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 08/10/2010 y revisado en junio 2013 para Aprobación Definitiva.
El Secretario. Fdo.: Enrique González Carrasco.

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha número 187, de 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma inicial por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 08/10/2010 y revisado en junio 2013 para Aprobación Definitiva.
El Secretario. Fdo.: Enrique González Carrasco.

2.- ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO

2.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA

2.1.1.- SITUACIÓN

El ámbito de estudio se encuentra dentro de la Comunidad Autónoma de Castilla - La Mancha, en la provincia de Albacete, situándose en la parte central, a unos 30 km de la capital.



Mapa de situación

Las hojas del Mapa Topográfico Nacional de España (MTNE) que le corresponden, en la serie 1:25.000, son: 790-III, 816-I, 816-II y 816-III.

2.1.2.- MEDIO FÍSICO

2.1.2.1.- Topografía

El relieve de los terrenos del Término Municipal de Pozuelo es una gran planicie ligeramente ondulada hacia el límite Sur y Sureste. Los terrenos en la zona Norte, más llana y suavizada comprenden altitudes entre los 730 y los 800 m; y en la zona Sur llegamos a los 1.100 m que es más ondulada destacando los cerros de la



Atalaya y Gordo y la Loma de los Aguilillos. Puede considerarse como una zona intermedia entre la llanura manchega y la Sierra de Alcaraz.

Al final de este documento puede consultarse el plano topográfico del ámbito.

2.1.2.2.- Climatología

Pozuelo posee un clima clasificado como Mediterráneo Templado siendo los valores medio de sus variables climáticas los que figuran en el siguiente cuadro :

VARIABLE CLIMÁTICA	VALOR MEDIO
Temperatura media anual	13 °C
Temperatura media mes más frío	4 a 6 °C
Temperatura media mes más cálido	24 a 26 °C
Duración media del periodo de heladas	5 a 7 meses
Precipitación media anual	452 mm
Déficit medio anual	400 a 500 mm
Duración media del periodo seco	4 a 6 meses
E.T.P. media anual	736 mm

2.1.2.3.- Red hidrográfica

Se encuentra en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

El Término Municipal de Pozuelo está regado por el Río del Mirón, llamado también de la Quéjola y de Balazote, según el tramo del mismo. Desemboca en el canal de Maria Cristina, ya que es un afluente del Júcar.

Aparte del Río Mirón, existen otros cauces superficiales, la gran mayoría estacionales (acequia del Mirón, acequia de los Huertos, cañada de la Juncosa, barrancos de la Media Legua, cañada de las Rizas, rambla de Cañada Honda, cañada de los Navajuelos, rambla del Royo, barranco de los Cominos, barranco de Albacete, barranco de la Coja, cañada de la Losa, cañada del Acebuche, rambla de las Canales, rambla del Tinajón, cañada de la Torca, rambla de las Terreras, rambla del Pozo de Víctor, rambla de la Calva Rasa, cañada de Pozo Cantarero, ...)



En el plano topográfico del ámbito que se incorpora a este documento puede consultarse la red hidrográfica existente.

2.1.2.4.- Usos, aprovechamientos y vegetación existente

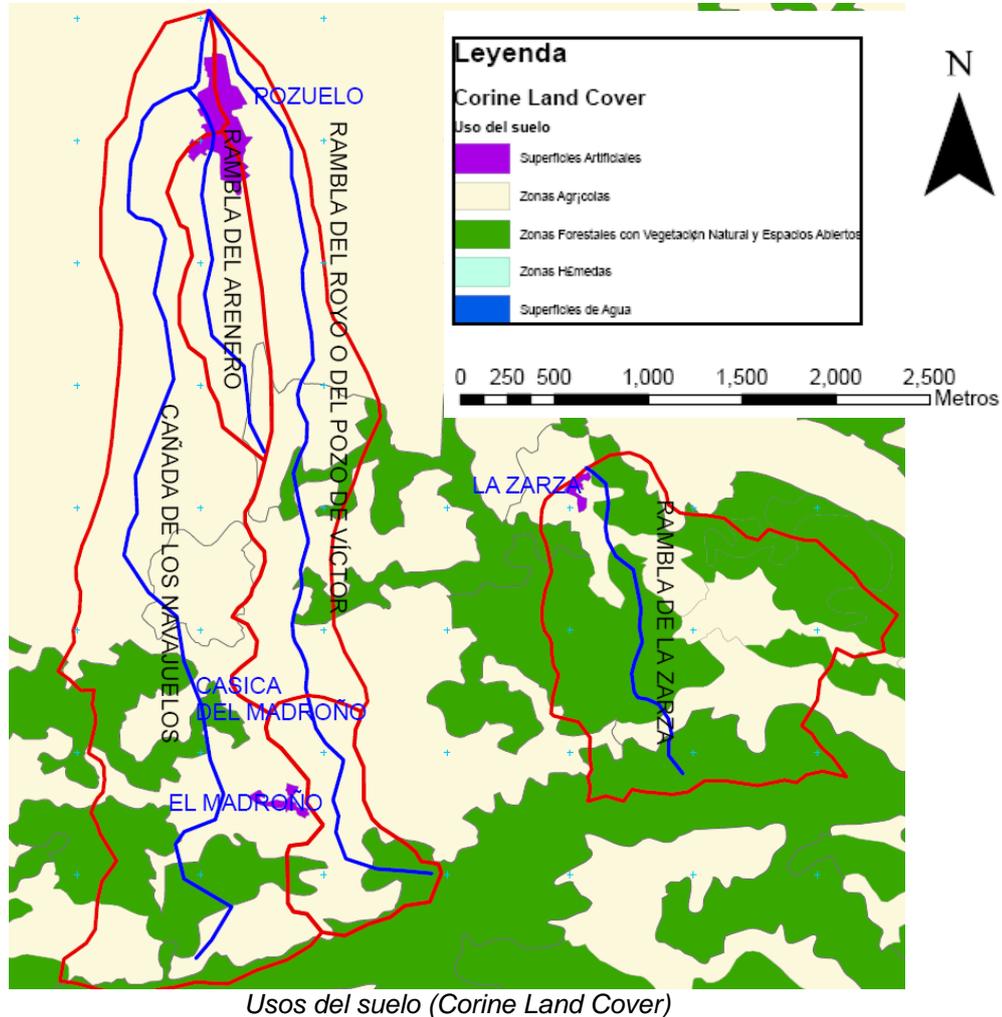
La distribución de usos, aprovechamientos y vegetación existente en el término está marcada por la presencia de una gran proporción de cultivos herbáceos de secano (principalmente, cereales):

Superficie Agrícola		Hectáreas
Tierras labradas	Herbáceos	9.799,1
	Frutales	290,5
	Olivar	203,6
	Viñedo	2,6
	Frutos secos	137,7
Tierras para pastos permanentes	Pastizal	254,9
	Pasto con arbolado	757,4
	Pasto arbustivo	1.535,5
Especies arbóreas forestales		132,2
Otras tierras no forestales		275,3

La pequeña proporción de cultivos de regadío se concentra en la vega del río Mirón (cultivos hortofrutícolas que aprovechan los recursos hídricos superficiales) y en el extremo norte del término (cultivos que aprovechan recursos hídricos subterráneos).

Por su parte, los pastos y espacios forestales se concentran en la parte sur del término, en las estribaciones de la Sierra del Sahúco, que es la parte más abrupta.

A continuación se muestra la cartografía extraída del proyecto europeo “Corine Land Cover 2000” que estudia los usos del suelo mediante fotografías obtenidas mediante satélite.



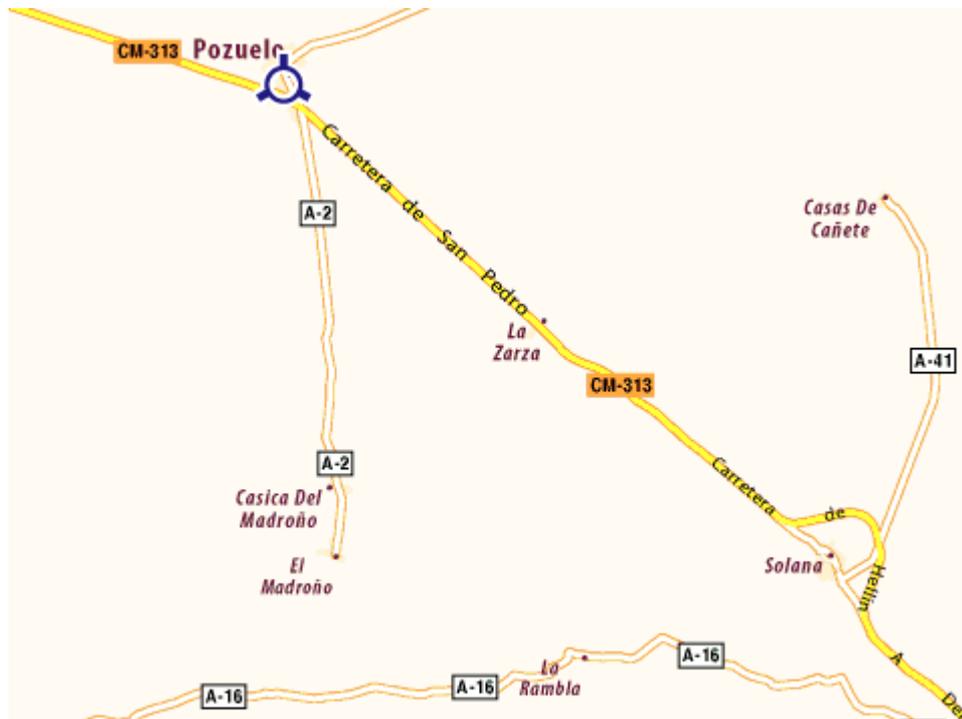
2.1.3.- INFRAESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIONES

2.1.3.1.- Transportes

La principal carretera que atraviesa el término que da acceso a Pozuelo es la CM-313, que forma parte de la red básica de la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. Esta carretera, que une Munera con Hellín es de cierta importancia en el tráfico de la comarca.

Por otro lado tenemos la CV-A-2, competencia de la Diputación de Albacete, que es la principal vía de comunicación con la capital (a través de la N-322).

No existe ninguna línea de FFCC.



Mapa de carreteras

2.1.3.2.- Obras hidráulicas

No hay grandes infraestructuras hidráulicas en el término, que puedan resultar relevantes para este estudio geomorfológico.

2.1.4.- NÚCLEOS DE POBLACIÓN

El municipio está formado por 4 núcleos de población que son Pozuelo, La Zarza, La Casica y El Madroño. El núcleo principal concentra a la mayor parte de la población, siendo las pedanías de escaso tamaño.

2.2.- ANÁLISIS DE LOS PUNTOS DE ESTUDIO

El Plan plantea la consolidación de los núcleos de población existentes, mediante la clasificación de los mismos como suelo urbano; y la ampliación de los mismos mediante la clasificación de ciertas áreas como suelo urbanizable.



Ha de estudiarse la geomorfología de los puntos de estudio, que son aquellos puntos en los que un cauce público discurre por las inmediaciones del suelo urbano o urbanizable definido por el Plan.

2.2.1.- POZUELO – CAÑADA DE LOS NAVAJUELOS

El primer punto de estudio es el paso del arroyo Cañada de Los Navajuelos en las inmediaciones del núcleo urbano de San Pedro.

Este cauce nace en las inmediaciones de Cerro Redondo, en la parte sur del término, junto al límite con Peñas de San Pedro, a unos 7 km al sur de Pozuelo. Su cuenca vertiente tiene una forma muy alargada, de gran longitud y reducida anchura.

Inicialmente tiene una geomorfología característica de los barrancos de montaña de esta zona, con pendientes fuertes, sección en “V” y trazado tortuoso. Posteriormente, pasa a ser una cañada con sección transversal en forma de “U” de amplia base, limitada a ambos lados por pequeñas ondulaciones, y una pendiente longitudinal mucho menor (discurre por la llanura conocida como “La Mancha Albaceteña”).

A lo largo de este segundo tramo encontramos numerosas estructuras de contención de tierras, destinadas a limitar el poder erosivo de la corriente y favorecer la retención de sedimentos provenientes de la sierra, que fertilizan los cultivos.



Ejemplo de estructuras de contención transversales al cauce

Discurre por la parte noroeste del núcleo urbano de Pozuelo, a unos 100 m de las construcciones del casco más próximas. Adicionalmente encontramos otras



construcciones aisladas en suelo rústico que se encuentran a una distancia inferior, cuyo riesgo habrá de evaluarse, pero que no son clasificadas por el POM como suelo urbano ni urbanizable.

En este tramo el canal de aguas bajas es prácticamente inexistente. La sección transversal del mismo es una "V" de amplio ángulo (reducidas pendientes transversales). Aguas arriba del núcleo sí que puede identificarse con claridad. Las parcelas catastrales correspondientes al dominio público hidráulico (aguas arriba del núcleo) son: 02065B50809022 (polígono 508, parcela 9022), 02065B50809023 (polígono 508, parcela 9023) y 02065B50809035 (polígono 508, parcela 9035).

A escasos metros del núcleo de Pozuelo la Cañada de Los Navajuelos cruza bajo la carretera CM-313, mediante una obra de drenaje transversal que podemos suponer que está ampliamente dimensionada para no condicionar de forma notable el flujo.



Foto aérea de Pozuelo, señalando los cauces

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha número 187, de 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma inicial por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 08/10/2010 y revisado en junio 2013 para Aprobación Definitiva. Fdo.: Enrique González Carrasco. El Secretario.



2.2.2.- POZUELO – RAMBLA DEL ARENERO

En segundo lugar, estudiaremos el paso de la Rambla del Arenero por el interior del núcleo urbano de Pozuelo.

No se ha encontrado ninguna parcela catastral que corresponda al dominio público hidráulico, y tal y como consta en el informe de la Confederación Hidrográfica del Júcar (fecha 26 de noviembre de 2.009), se trata de una vaguada natural del terreno, no existe cauce claramente definido (corresponde a un cauce de dominio privado).

La Rambla del Arenero en realidad es un cauce innominado que recoge las aguas de una reducida cuenca al sur del núcleo urbano (en el paraje conocido como “El Arenero”) y las lleva hasta la Cañada de Los Navajuelos. La confluencia de estos dos cauces se produce a unos 100 m al noroeste del núcleo.

A pesar de que no aparece reflejado en la cartografía del Mapa Topográfico Nacional de España, MTNE (escala 1:25.000), ni en la cartografía catastral (Ministerio de Economía y Hacienda), sí lo hace en el MTNE escala 1:50.000; y se ha analizado a instancia del Ayuntamiento, al tratarse de un barranco que en los últimos episodios de riada ha llevado una gran cantidad de agua de escorrentía, afectando a la vida urbana. Por tanto, a nivel histórico, hay experiencias sobre la existencia de un cierto riesgo de inundación por avenidas en torno a este cauce.

Este riesgo se debe principalmente a que el trazado de este cauce atraviesa el interior del núcleo urbano. Entra por su parte sur, pasando bajo la carretera CM-313 en una obra de drenaje transversal. Posteriormente discurre por la C/ El Hondo, cuyo nombre es bastante explicativo e indica que es la parte más baja del núcleo y de las inmediaciones. Este hecho es bastante usual en municipios de la zona, que en su origen se ubicaron junto a cursos de agua o en la confluencia de los mismos, y, al ir creciendo, llegaron a ocupar las partes más bajas de las vaguadas. En la confluencia de la C/ El Hondo y la C/ Toscas el cauce sale del área urbana, desaguando en la Cañada de Navajuelos a unos 100 m al NO.

Al igual que en la Cañada de Navajuelos, hay varias estructuras de contención de tierras a lo largo de su traza.

Como se ha comentado anteriormente, es un cauce de reducida importancia, siendo el canal de aguas bajas prácticamente imperceptible. La morfología del mismo es en forma de “V” de amplio ángulo, con reducida pendiente transversal.



2.2.3.- POZUELO – RAMBLA DEL ROYO

La Rambla del Royo o Rambla del Pozo de Víctor es muy similar a la Rambla Cañada de Los Navajuelos. Tiene como ésta una cuenca vertiente de forma muy alargada, con una gran longitud de cauce principal, comparado con la escasa longitud de los cauces secundarios.

No se ha encontrado ninguna parcela catastral que corresponda al dominio público hidráulico, aunque, según el informe de la Confederación Hidrográfica del Júcar nombrado en el apartado anterior, sí que se trata de un cauce público.

Nace en la parte sur del término municipal, en el límite con Peñas de San Pedro, en el paraje conocido como “Cerro Cara”. En su parte inicial tiene el carácter de un torrente de montaña, pasa junto a la pedanía de La Casica del Madroño, y posteriormente junto la aldea Poza de Víctor (que le da nombre). A partir de ese momento el relieve se hace menos abrupto y se convierte en una cañada de amplia base delimitada por ondulaciones próximas. Por último, discurre por la parte este del núcleo urbano de Pozuelo, a unos 100 m de distancia.

Al igual que en los otros cauces objeto de este estudio, a lo largo de su trazado hay numerosas estructuras de contención de tierras. En el tramo más cercano al núcleo hay también varias obras de drenaje transversal: una bajo la CM-313, otra bajo la CV-A-2 y alguna otra adicional en caminos agrícolas.

2.2.4.- LA CASICA – RAMBLA DEL POZO DE VÍCTOR

La Rambla del Royo, antes de pasar por Pozuelo, discurre por la pedanía de La Casica del Madroño, si bien en ese tramo se le conoce como Rambla del Pozo de Víctor. Por lo tanto, las características geomorfológicas de este cauce ya han sido descritas en el punto anterior.

Únicamente señalaremos aquí que La Casica del Madroño se encuentra en el tramo inicial del cauce, en el que tiene un carácter torrencial.

El cauce pasa a escasos 10 m de la zona urbana de esta pedanía. En esa zona la morfología del cauce tiene una forma de “U”, con una base de unos 15 m de anchura. Hay construcciones a ambos lados del mismo.

De nuevo encontramos numerosas estructuras de contención de tierras. Tienen especial interés la situadas aguas arriba del tramo de estudio, por su posible efecto laminador.



Foto aérea de La Casica, señalando el cauce de estudio

2.2.5.- LA ZARZA – RAMBLA DE LA ZARZA

La Rambla de La Zarza es un cauce afluente de la Cañada de La Losa. No se ha encontrado ninguna parcela catastral correspondiente al dominio público hidráulico, aunque igualmente que con el resto de ramblas identificadas como dominio público, es la Confederación Hidrográfica del Júcar la que informa al respecto como un cauce público propiamente dicho.

Nace en los parajes “Atalaya de La Solana”, “Cerro de Las Olivas”, “El Frontón” y “Loma de Enmedio”, al sur de la pedanía de La Zarza, en límite de término municipal con Peñas de San Pedro.

Su cuenca es reducida, pero no alargada como en los anteriores casos.

Es un cauce de régimen torrencial, con fuertes pendientes, tanto longitudinales como transversales y trazado tortuoso por una zona relativamente abrupta. No obstante, para reducir la velocidad del agua y su poder erosivo hay numerosas estructuras de contención transversales al cauce.



Ejemplos de estructuras de contención transversales al cauce, formando terrazas

Sin embargo, a su paso por La Zarza su valle se ensancha y adopta una forma de “U”, con una anchura de la base de unos 50 m, dejando el área urbana en la margen izquierda.

La carretera CM-313 con un trazado paralelo al cauce, se encuentra entre éste y el núcleo de población. Las obras de drenaje longitudinal de la carretera pueden contribuir a favorecer el flujo e impedir que las aguas de inundación alcancen a las construcciones.



Foto aérea de La Zarza, señalando el cauce de estudio

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha número 187, de 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma inicial por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 08/10/2010 y revisado en junio 2013 para Aprobación Definitiva.
El Secretario. Fdo.: Enrique González Carrasco.



3.- ESTUDIO HIDROLÓGICO

3.1.- METODOLOGÍA UTILIZADA.

Existen dos metodologías básicas para el estudio hidrológico de caudales de crecida o avenida de diseño: el análisis estadístico de caudales de crecida, a partir de datos registrados en estaciones de aforo o similares, instaladas en el cauce objeto de estudio; y el cálculo hidrometeorológico de caudales, a partir de datos de precipitación registrados en la cuenca hidrográfica y sus inmediaciones.

La ausencia de estaciones de aforo o instrumentación de control de caudales en la zona, impide el análisis estadístico de caudales, por lo que se ha optado por las técnicas de cálculo hidrometeorológico.

Como su propio nombre indica, se basan en funciones de conversión de variables meteorológicas (fundamentalmente precipitación) a escorrentía superficial (caudales) que se apoyan en modelos determinísticos más o menos complejos. Con el empleo de datos meteorológicos se pretende utilizar la mayor cantidad de puntos de muestreo (estaciones) y longitud de las series pluviométricas frente a las series foronómicas.

Dentro de las técnicas hidrometeorológicas, puede elegirse entre: las fórmulas empíricas como el método racional (y sus modificaciones), el hidrograma unitario, y la máxima avenida probable (PMF).

Sólo se encuentra normalizado en España el uso del método racional, con las modificaciones respecto a la fórmula clásica que introdujo la Dirección General de Carreteras para el diseño de los elementos de drenaje superficial (Instrucción 5.2-IC "Drenaje Superficial", Orden Ministerial de 14 de mayo de 1990, BOE de 23 de mayo; en adelante referida como Instrucción o DGC, 1990).

Por este motivo, la modelación hidrológica en este estudio se realizará siguiendo las directrices de dicha Instrucción.



3.2.- EL MÉTODO RACIONAL.

Este sencillo y difundido método se basa en la transformación de una precipitación con intensidad I (que empieza en forma instantánea y continúa de forma indefinida) a una esorrentía que continuará hasta que se alcance el tiempo de concentración (T_c), momento en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo. En ese momento de equilibrio entre entradas y salidas se alcanzará el caudal punta (Q_p) en el emisario de la cuenca; el volumen entrante al sistema será el producto de la intensidad de precipitación por el área de la misma ($I \cdot A$), y se ve reducido por un coeficiente de esorrentía (C , entre 0 y 1) que representa la proporción de agua retenida en las abstracciones iniciales.

Las unidades de las variables se expresan en el sistema norteamericano, por lo que su conversión al SI (Q_p , m^3/s ; I , mm/h ; A , km^2) precisa dividir el producto entre una constante K , resultando como fórmula general (DGC, 1990):

$$Q = \frac{C * I * A}{3}$$

Siendo:

- Q = Máximo caudal posible en el periodo de retorno considerado (m^3/s)
- C = Coeficiente medio de esorrentía (adimensional)
- A = Área de la cuenca (km^2)
- I = Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h).

3.3.- CAUDAL DE AVENIDA

Según el mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España peninsular (MFOM, 1999), tenemos:

$$P = 38,5 \text{ mm/día}$$

$$C_v = 0,465$$



Con estos datos, obtenemos el factor de amplificación K_T según el periodo de retorno considerado.

COEF. VARIACION	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	
	100	500
0,465	2,342	3,401

Siendo :

- P = Valor medio de la máxima precipitación diaria anual
- Cv = coeficiente de variación
- K_T = Factor de ampliación
- T = período de retorno

Por lo tanto, la precipitación máxima diaria para un período de retorno determinado será:

$$P_{dT} = K_T * \bar{P} \text{ (mm/día)}$$

El caudal de avenida se obtiene mediante la fórmula

$$Q = \frac{CIA}{3} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

donde:

- I (mm/h) = Es la máxima intensidad de precipitación media correspondiente a un chaparrón de duración T_c , y para un periodo de retorno "T" considerado.
- A (km²) = Superficie de la cuenca portadora.
- C = Coeficiente de escorrentía de la superficie desaguada.

La máxima intensidad de precipitación media, se obtiene de la fórmula:



$$\frac{I}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1-t^{0,1}}}{28^{0,1}-1^{0,1}}}$$

donde:

- I_1/I_d = relación entre la intensidad horaria y la diaria correspondiente a la zona geográfica en estudio de valor 10.
- t = Tiempo de concentración en horas, se obtiene de la fórmula:

$$T_c = 0.3 \times \left(\frac{L}{J^{\frac{1}{4}}} \right)^{0,76}$$

donde:

- o T_c = Tiempo de concentración de la cuenca, en horas.
- o L = Longitud del curso principal de la cuenca en km.
- o J = Pendiente media del curso principal de la cuenca en m/m
- o I_d = intensidad media diaria para el periodo de retorno "T" considerado, que toma el valor de:

$$I_{dT} = \frac{P_{dT}}{24}$$

- I = Intensidad media de precipitación a emplear en la estimación de caudales de avenida en mm/h de valor:

$$I_T = \frac{I}{I_d} \cdot I_{dT}$$

El coeficiente de escorrentía C , lo obtenemos a partir de la fórmula aportada por José R. Témez en la publicación del MOPTMA "Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales", cuya expresión es:

$$C = \frac{(P_{dT} - P_o) \times (P_{dT} + 23 P_o)}{(P_{dT} + 11 P_o)^2}$$

donde:



- P_{dT} = Precipitación máxima media diaria para el periodo de retorno considerado.
- P_0 = Precipitación mínima necesaria para que se produzca escorrentía.

Este parámetro P_0 , depende de la naturaleza del suelo, su pendiente y el tipo de cultivo o vegetación. Para la determinación de este parámetro, se utiliza las tablas 2.1. y 2.2. de La Instrucción 5.2.I.C.

Según dichas tablas y las características del suelo correspondiente a las cuencas, adoptamos los parámetros P'_0 , a los que se aplicará un coeficiente multiplicador regional K , extraído de la figura 2.5 de la Instrucción 5.2.I.C.; para obtener el definitivo P_0 a aplicar en la fórmula, cuyo valor es 2,95.

3.4.- CÁLCULOS.

3.4.1.- POZUELO – CAÑADA DE LOS NAVAJUELOS

3.4.1.1.- Delimitación

CUENCA N° 1: CAÑADA DE LOS NAVAJUELOS.

- Al Norte por el paraje “El atascadero”.
- Al Sur por el límite del termino municipal de Pozuelo”.
- Al Este por la carretera provincial a Madroño y límites de las cuencas n° 2 y n° 3.
- Al Oeste por los cerros “Noria”, “La Piñuela”, “La Pocica”, y los parajes “La Lobera” y “El Paredón”.

3.4.1.2.- Caudal de escorrentía

Los datos obtenidos de la zona de estudio son los siguientes:

Área : 8,55 Km²

Desnivel : 1107 – 828 = 279 m

Longitud : 9,052 Km

Tc = 3,10 horas



$$J = 0,0308 \text{ m/m.}$$

$$P_{500} = 141,407 \text{ mm/día}$$

$$I_{500} = 29,332 \text{ mm/día}$$

Se ha considerado que la cuenca tiene un uso de la tierra en los siguientes porcentajes:

20% masa forestal, espesor clara, con grupo de suelo C-D; $P'_0 = 12$

80% barbecho. Con pendiente < 3% y grupo de suelo B-C: $P'_0 = 9,5$

$$\text{El } P'_0 = \text{medio es } P'_{Omed} = 0,20 * 12 + 0,80 * 9,5 = 10$$

Con este dato podemos obtener el coeficiente de escorrentía según el periodo de retorno considerado:

$$P_0 = P'_0 \cdot 2,95 = 37,5$$

El Coeficiente de Escorrentía tiene una valor a 500 años de: 0,4227.

El caudal de avenida será:

$$Q_{500} = \frac{8,55 \cdot 29,332 \cdot 0,4227}{3} = 35,34 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.4.2.- POZUELO – RAMBLA DEL ARENERO

3.4.2.1.- Delimitación

CUENCA N° 2: RAMBLA DEL ARENERO

- Al Norte por el municipio de Pozuelo.
- Al Sur por el límite de la cuencas n° 1 y n° 3.
- Al Este el límite de la cuenca n° 3.
- Al Oeste por el límite de la cuenca n° 1.



3.4.2.2.- Caudal de avenida

Los datos obtenidos de la zona de estudio son los siguientes:

Área : 1,36 Km²

Desnivel : 926 – 848 = 78 m

Longitud : 2,762 Km

Tc = 1,28 horas,

J = 0,0282 m/m.

P₅₀₀= 141,407mm/día

I₅₀₀= 50,967 mm/día

Se ha considerado que la cuenca tiene un uso de la tierra en los siguientes porcentajes:

100% barbecho. Con pendiente < 3% y grupo de suelo B-C: P'₀ = 9,5

Con este dato podemos obtener el coeficiente de escorrentía según el periodo de retorno considerado:

$$P_0 = P'_0 \cdot 2,95 = 28,03$$

El Coeficiente de Escorrentía tiene una valor a 500 años de: 0,4407

El caudal de avenida será:

$$Q_{500} = \frac{1,36 \cdot 50,967 \cdot 0,4407}{3} = 10,18 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.4.3.- POZUELO – RAMBLA DEL ROYO

3.4.3.1.- Delimitación

CUENCA N° 3: RAMBLA DEL ROYO

- Al Norte por el municipio de Pozuelo y carretera hacia Argamasón.



- Al Sur por el límite del término municipal de Pozuelo.
- Al Este por la carretera hacia Peñas.
- Al Oeste por el límite de la cuenca nº 1 y nº 2.

3.4.3.2.- Caudal de avenida

Los datos obtenidos de la zona de estudio son los siguientes:

Área : 4,87 Km²

Desnivel : 1135 – 828 = 307 m

Longitud : 8,120 Km

Tc = 2,75 horas,

J = 0,0378 m/m.

P₅₀₀= 141,407mm/día

I₅₀₀= 31,733 mm/día

Se ha considerado que la cuenca tiene un uso de la tierra en los siguientes porcentajes:

20% masa forestal, espesor clara, con grupo de suelo C-D; P'₀ = 12

80% barbecho. Con pendiente < 3% y grupo de suelo B-C: P'₀ = 9,5

El P'₀ = medio es $P'_{Omed} = 0,20 * 12 + 0,80 * 9,5 = 10$

Con este dato podemos obtener el coeficiente de escorrentía según el periodo de retorno considerado:

$$P_0 = P'_0 \cdot 2,95 = 37,5$$

El Coeficiente de Escorrentía tiene una valor a 500 años de: 0,4227

El caudal de avenida será:



$$Q_{500} = \frac{4,87 \cdot 31,733 \cdot 0,4227}{3} = 21,77 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.4.4.- LA CASICA – RAMBLA DEL POZO DE VÍCTOR

3.4.4.1.- Delimitación

Es afectada por la rambla denominada “Pozo de Victor” perteneciente a la cuenca de la Rambla del Royo (ya estudiada para Pozuelo).

La cuenca queda delimitada de la siguiente manera:

CUENCA C-1. RAMBLA DEL POZO DE VÍCTOR

- Al Norte por el núcleo de población “La Casica”.
- Al Sur por el límite del termino municipal de Pozuelo”.
- Al Este por los parajes “El Morrico del Madroño” y “El Hueco”.
- Al Oeste por los limites de las cuencas nº 1 y nº M-1.

3.4.4.2.- Caudal de avenida

Los datos obtenidos de la zona de estudio son los siguientes:

Área : 1,27 Km²

Desnivel : 1135– 970 = 165 m

Longitud : 2,15 Km

Tc = 0,87 horas

J = 0,0769 m/m.

P₅₀₀= 141,407 mm/día

I₅₀₀= 63,732 mm/día

Se ha considerado que la cuenca tiene un uso de la tierra en los siguientes porcentajes:

30% masa forestal, espesor clara, con grupo de suelo C-D; P’₀ = 12



70% barbecho. Con pendiente < 3% y grupo de suelo B-C: $P'_0 = 9,5$

El P'_0 =medio es $P'_{Omed} = 0,30 * 12 + 0,70 * 9,5 = 10,25$

Con este dato podemos obtener el coeficiente de escorrentía según el periodo de retorno considerado:

$$P_0 = P'_0 \cdot 2,95 = 30,24$$

El Coeficiente de Escorrentía tiene una valor a 500 años de: 0,4140

El caudal de avenida será:

$$Q_{500} = \frac{1,27 \cdot 63,732 \cdot 0,4140}{3} = 11,17 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.4.5.- LA ZARZA – RAMBLA DE LA ZARZA

3.4.5.1.- Delimitación

CUENCA Z-1. RAMBLA DE LA ZARZA

- Al Norte por el núcleo de población “La Zarza”.
- Al Sur por el paraje “Arrojahijos”
- Al Este por los parajes “El Frontón, Las Losillas” y por el Cerro de las Colmenas.
- Al Oeste por los parajes “La Atalaya , El Nevado”.

3.4.5.2.- Caudal de avenida

Los datos obtenidos de la zona de estudio son los siguientes:

Área : 5,24 Km²

Desnivel : 1089– 898 = 191 m

Longitud : 2,85 Km



$$T_c = 1,11 \text{ horas}$$

$$J = 0,0671 \text{ m/m.}$$

$$P_{500} = 141,407 \text{ mm/día}$$

$$I_{500} = 55,445 \text{ mm/día}$$

Se ha considerado que la cuenca tiene un uso de la tierra en los siguientes porcentajes:

80% masa forestal, espesor clara, con grupo de suelo C-D; $P'_0 = 12$

20% barbecho. Con pendiente < 3% y grupo de suelo B-C: $P'_0 = 9,5$

$$\text{El } P'_0 \text{ =medio es } P'_{Omed} = 0,80 * 12 + 0,20 * 9,5 = 11,5$$

Con este dato podemos obtener el coeficiente de escorrentía según el periodo de retorno considerado:

$$P_0 = P'_0 \cdot 2,95 = 33,93$$

El Coeficiente de Escorrentía tiene una valor a 500 años de: 0,3741

El caudal de avenida será:

$$Q_{500} = \frac{5,24 \cdot 55,445 \cdot 0,3741}{3} = 36,23 \text{ m}^3/\text{s}$$



3.4.6.- TABLA RESUMEN DE CÁLCULOS

A continuación se detallan los cálculos realizados, para las cuencas consideradas:

CUENCA	SUPERFICIE A(KM2)	LONGITUD L(KM)	DESNIVEL H(M)	PENDIENTE J(m/m)	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN Tc (H)	T=500 AÑOS						
						I/d	Id ₅₀₀	I ₅₀₀ (mm/h)	Pd	Po	COEFICIENTE ESCORRENTÍA C ₅₀₀	CAUDAL AVENIDA Q ₅₀₀ (M3/SEG)
1	8,55	9,05	279	0,0308	3,10	4,98	5,891958	29,3322	141,407	29,5	0,4227	35,34
2	1,36	2,76	78	0,0282	1,28	8,65	5,891958	50,9696	141,407	28,025	0,4407	10,18
3	4,87	8,12	307	0,0378	2,75	5,39	5,891958	31,7330	141,407	29,5	0,4227	21,77
C-1	1,27	2,15	165	0,0769	0,87	10,82	5,891958	63,7321	141,407	30,24	0,4140	11,17
Z-1	5,24	2,85	191	0,0671	1,11	9,41	5,891958	55,4448	141,407	33,93	0,3741	36,23



3.5.- ANÁLISIS DETALLADO DE LA RAMBLA DEL ARENERO

3.5.1.- INTRODUCCIÓN

Con el fin de contrastar los resultados obtenidos con un método alternativo algo más complejo, y con la intención de corroborar las hipótesis asumidas en la formulación del método racional, se ha formulado otro modelo hidrometeorológico que a continuación se describe.

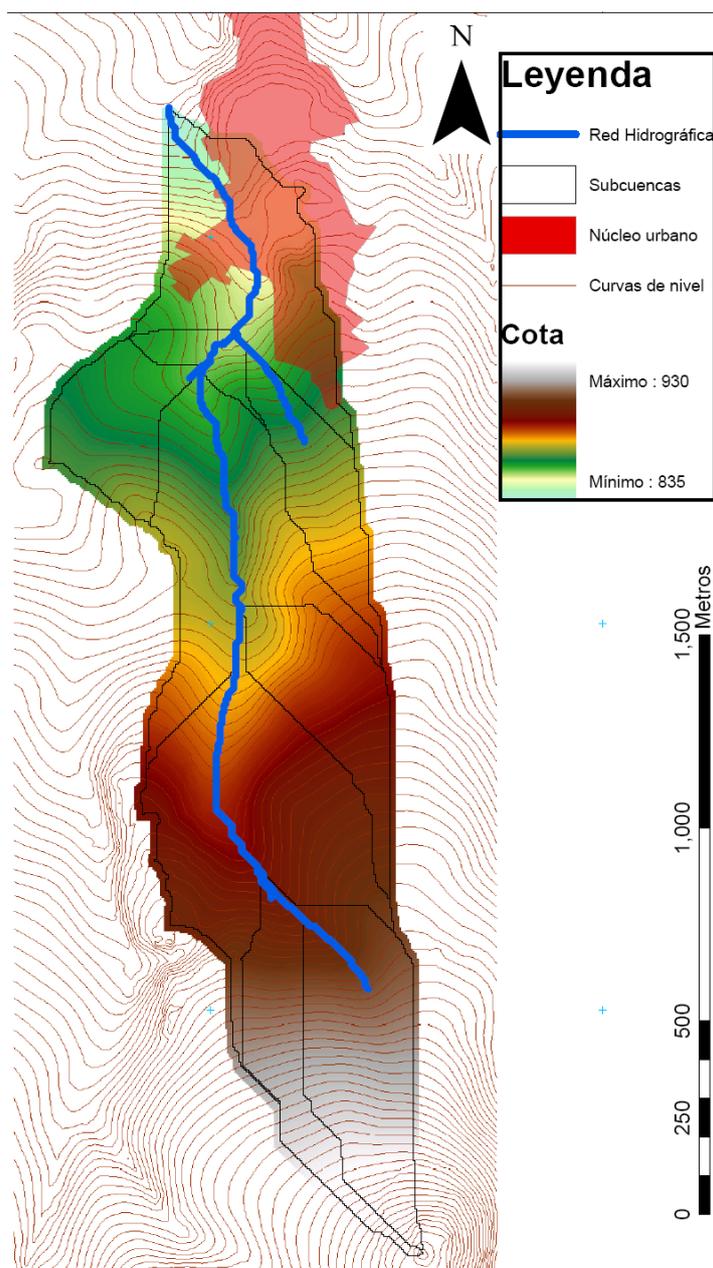
Este nuevo modelo centra su atención en la cuenca de la Rambla del Arenero, por ser la que potencialmente puede ocasionar más problemas al discurrir por el interior del casco urbano.

Por otra parte, resulta interesante realizar un estudio más profundo que permita caracterizar el hidrograma de salida de la cuenca, no sólo el caudal punta, para poder realizar posteriormente un estudio hidráulico más preciso.

El nuevo modelo disecciona la cuenca vertiente en sus partes más significativas: subcuencas y cauces principales. De esta manera, se profundiza en las características geomorfológicas de la misma, en vez de estudiar su funcionamiento global mediante valores promedio de sus características.

Este modelo, a pesar de ser más complejo y más detallado, no necesariamente será más preciso puesto que nos enfrentamos con una gran escasez de datos de entrada y una cierta incertidumbre sobre la calidad de su origen. Por ejemplo, los datos meteorológicos disponibles provienen de una serie temporal significativamente más corta que los periodos de retorno considerados, por lo que la validez de las extrapolaciones es cuestionable.

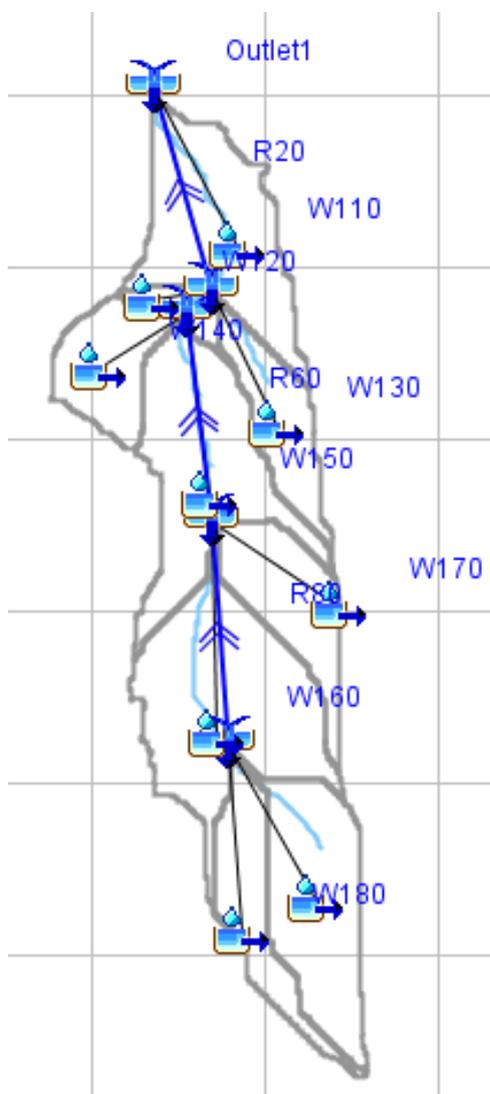
Los datos de entrada se han procesado con ArcHydro y HEC GeoHMS (U.S. Army Corps of Engineers), herramientas que facilitan la caracterización geomorfológica, hidrológica e hidráulica de una cuenca. Se ha utilizado un modelo digital del terreno (MDT) extraído del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), con una malla de puntos de 5 m de interdistancia, que es una precisión muy buena comparada con los objetivos de este estudio.



Representación del modelo utilizado

Los usos del suelo se han obtenido del Mapa Forestal de España (serie 1:50.000 vectorizada), valorando la precisión de los mismos y su reciente actualización. En cualquier caso, se han contrastado con las imágenes rasterizadas ECW del PNOA, comprobando que los usos del suelo (variable "tipo estructural") se corresponden con la realidad.

El modelo hidrológico, una vez introducido en HEC HMS (U.S. Army Corps of Engineers), es el siguiente:



Croquis del modelo hidrometeorológico

3.5.2.- SUBCUENCAS. MODELO LLUVIA-ESCORRENTÍA

Los parámetros de cálculo de cada una de las subcuencas definidas son los siguientes:

Subcuenca	A (km ²)	P0' (mm)	CN	Tr (min)
W110	0.2181	20.15	71.60	37.772
W120	0.0314	28.03	84.25	13.340
W130	0.0979	28.03	84.25	25.307
W140	0.1008	28.03	84.25	15.773
W150	0.2336	28.03	84.25	22.580
W160	0.2937	28.03	84.25	23.056

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha número 187, de 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma inicial por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 08/10/2010 y revisado en junio 2013 para Aprobación Definitiva.
 El Secretario. Fdo.: Enrique González Carrasco.



Subcuenca	A (km ²)	P0' (mm)	CN	Tr (min)
W170	0.1227	28.03	84.25	16.318
W180	0.1038	28.03	84.25	17.882
W190	0.1968	28.03	84.25	16.361

La superficie de cada cuenca (A, en km²) se ha obtenido tras analizar los vectores de dirección de flujo de cada punto de la malla considerada, mediante un algoritmo de análisis topográfico del MDT utilizado.

El valor del umbral de escorrentía corregido (P₀', en mm) se ha obtenido de manera análoga a la descrita para la cuenca total, analizando los usos del suelo presentes en la subcuenca, y teniendo en cuenta el coeficiente "f" que tiene en cuenta el nivel de humedad previo del terreno (de ahí los valores tan altos). Como no existen variaciones significativas en el uso del suelo (predominan los cultivos de secano), se ha adoptado el mismo valor para todas ellas.

El modelo lluvia-escorrentía elegido está basado en el número de curva del Soil Conservation Service (SCS), por su similitud con el utilizado en la Instrucción de Drenaje Superficial 5.2-IC. Según este método, la "precipitación neta" (o parte de la precipitación que genera escorrentía, tras restar la retención del terreno) se calcula como:

$$P_n = \frac{(P - P_0)^2}{P + 4P_0}$$

Para obtener el parámetro CN utilizado en los cálculos se ha utilizado la siguiente expresión:

$$CN = \frac{25400}{254 + P_0/0,2}$$

En ella se asume que el valor de la abstracción inicial (o umbral de escorrentía) es un 20% de la abstracción máxima (fracción de lluvia retenida por el terreno), y que 1 pulgada = 25,4 mm.

Por último, el modelo elegido para obtener el hidrograma de salida de la cuenca es el Hidrograma Adimensional del SCS. Este modelo asume que todas las cuencas producen hidrogramas semejantes y proporcionales, en forma de "campana".

Los parámetros que permiten determinar el hidrograma concreto en cada caso son el máximo caudal de escorrentía y el tiempo de retraso (Tr, en minutos). Este



último parámetro es el tiempo transcurrido desde el inicio del chubasco hasta que se registra la punta del hidrograma, y se asume que es un 60% del tiempo de concentración (T_c , en horas). Este tiempo de concentración se calcula empíricamente con la fórmula expuesta anteriormente para el cálculo de toda la cuenca, y que tiene en cuenta la pendiente media del flujo principal de la cuenca.

$$T_c \text{ (horas)} = 0,3 \cdot \left[\left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0,76} \right] \quad T_R \text{ (minutos)} = 60 \cdot 0,60 \cdot T_c \text{ (horas)}$$

3.5.3.- CAUCES. TRÁNSITO DE AVENIDAS

Las distintas subcuencas generan hidrogramas de salida que se recogen en los cauces y son llevados hasta el punto de salida de la cuenca. Pero durante este transporte el hidrograma sufre dos cambios:

- Desfase temporal o retardo: la avenida tarda un tiempo en recorrer la red hidrográfica, que está directamente relacionado con la velocidad del flujo por los cauces.
- Atenuación o laminación: la propia red hidrográfica produce una laminación de la avenida que es proporcional a su capacidad de almacenamiento, de manera que la punta de caudal del hidrograma de salida es algo menor que la punta del hidrograma de entrada.

Para modelizar el tránsito de avenidas por los cauces de la red hidrográfica, se ha utilizado el modelo de onda cinemática, que estima estos cambios en el hidrograma a partir de una modelización de la geometría del cauce y asumir que el flujo es normal uniforme. Los parámetros geométricos asumidos de los cauces se han extraído de la topografía.

Los parámetros de cálculo utilizados son los siguientes:

Subcauce	L (m)	i (m/m)	n Manning	Ancho (m)	Talud (xH:1V)
R20	691.41	0.01998	0.033	10	10
R30	126.57	0.01219	0.033	10	10
R60	698.35	0.01904	0.033	10	10
R80	748.35	0.02268	0.033	10	10



3.5.4.- LLUVIA DE DISEÑO

El modelo se completa con la introducción del suceso meteorológico (chubasco) de diseño.

En primer lugar, se ha modelizado un hietograma uniforme, con una intensidad de precipitación obtenida de manera análoga a la correspondiente al método racional expuesto en la primera fase del estudio.

Se han considerado diferentes valores de duración del chubasco, con la intención de estudiar indirectamente el tiempo de concentración. El resultado es que el chubasco más desfavorable es aquel que tiene una duración igual a 2,00 h, valor algo superior al tiempo de concentración obtenido mediante la fórmula empírica (1,28 h).

Sin embargo, el caudal pico correspondiente al chubasco uniforme de 2,00 h es de 8,4 m³/s, con un volumen total de escorrentía de 30.300 m³. Este caudal es algo inferior al obtenido del método racional (10,18 m³/s), lo cual se explica por la imprecisión en la estimación del tiempo de concentración. Si recalculamos el caudal de escorrentía, según el método racional, con el tiempo de concentración obtenido del modelo hidrometeorológico, obtenemos 8,04 m³/s, que es consistente con el resultado obtenido de HEC HMS. Esto permite validar los resultados obtenidos por un método y por otro.

En conclusión, podríamos estar hablando de que el caudal obtenido por el método racional queda del lado de la seguridad, pudiendo afinarse con modelos más precisos.

La experiencia demuestra que el hietograma correspondiente a chubascos reales del clima mediterráneo dista mucho de ser uniforme, por lo que surge la necesidad de formular un hietograma de diseño variable en el tiempo. Se ha optado por utilizar el método de los bloques alternativos. La punta se ha fijado en el primer tercio de duración del chubasco con la intención de simular un fenómeno asimétrico.

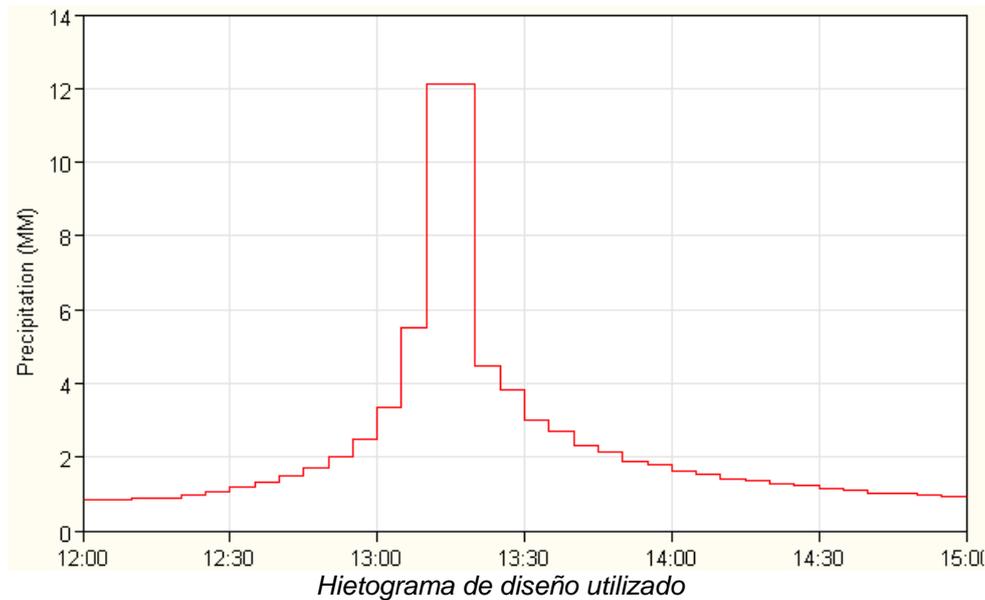
Para cada uno de los intervalos temporales fijados (la duración del bloque) se obtiene la intensidad correspondiente por medio de una curva IDF (intensidad – duración – frecuencia).

La curva IDF utilizada es la obtenida tras aplicar, para cada una de las duraciones consideradas, la fórmula siguiente:

$$\frac{I}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1^{0,1}}}$$

El origen de esta expresión y el significado de sus variables se describe en un apartado anterior, al calcular la intensidad de diseño para toda la cuenca.

El pico del chubasco se ha fijado en 1h20min; los bloques tienen una anchura de 5 min, y la duración total se ha fijado en 3h.

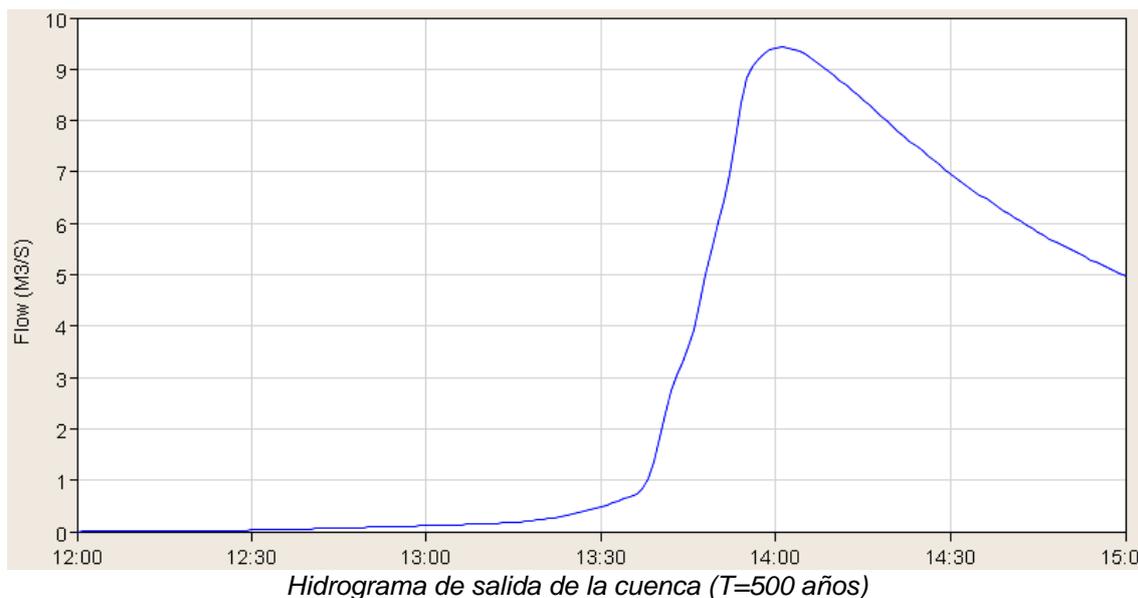


Este chubasco de diseño obtenido se aplica uniformemente a todas las subcuencas, pues, por su cercanía, no queda justificado utilizar otra opción.

Con estas hipótesis, el resultado obtenido es un caudal pico de 9,42 m³/s, que sigue siendo inferior al obtenido por el primer método utilizado (que quedaba del lado de la seguridad), aunque muy próximo a éste, lo que permite validar los resultados de ambos métodos.

3.5.5.- RESULTADOS. ANÁLISIS.

Tras realizar los cálculos con el modelo descrito, se obtiene el siguiente hidrograma de salida de la cuenca.



Como podemos observar, el pico se encuentra en 2:01 h desde el inicio del chubasco, con 9,42 m³/s. El volumen total de escorrentía es de 33.900 m³ (durante esas 3 primeras horas).



4.- ESTUDIO HIDRÁULICO

4.1.- METODOLOGÍA

A continuación se describe el procedimiento para hallar la zona inundable de los diferentes núcleos de población del termino municipal de Pozuelo.

Se han utilizado planos digitalizados con curvas de nivel de metro en metro en los diferentes núcleos de población. Se han estudiado únicamente zonas por donde pasa un caudal de avenida relativamente importante: (Pozuelo cuencas 1, 2 y 3; La Casica cuenca C-1; La Zarza cuenca Z-1).

En cada perfil transversal (1-1', 2-2', 3-3', etc.) se ha calculado la sección hidráulica necesaria para evacuar el caudal de avenida para los diferentes periodos de retorno considerado. La hipótesis fundamental realizada es que la pérdida de altura por fricción en una sección es la misma que tendría un flujo uniforme que tuviese la misma velocidad y radio hidráulico que los correspondientes a esa sección. Por tanto mantenemos la hipótesis metodológica de un flujo permanente pero con una variación paulatina de la velocidad en el espacio, y por tanto del calado al no modificarse el caudal (muy levemente), recibiendo el nombre de régimen gradualmente variado.

Esta hipótesis permite aplicar la fórmula de Manning de flujo uniforme para evaluar la pendiente de fricción en una sección transversal del cauce, con lo que resulta:

$$Q = v \cdot A = \frac{U}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot A = K \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

Siendo:

- Q = caudal desaguado
- v = velocidad media de la corriente
- A = área de la sección
- R = radio hidráulico = A / P
- P = perímetro mojado (superficie de contacto entre el fluido y el canal).



- i = pendiente de la línea de energía. Donde el régimen pueda considerarse uniforme, se tomará igual a la pendiente longitudinal del terreno.
- n = coeficiente de rugosidad, que depende del material del terreno y la vegetación presente en el cauce.
- U = coeficiente de conversión, que depende de las unidades en que se midan Q , S y R . En este caso, al utilizarse el SI, será igual a 1.
- K = función hidráulica de la sección, que depende únicamente de las características físicas y geométricas de la misma, y que varía no linealmente con el calado hidráulico (h).

Por último, en los planos anexos a este estudio, se dibujan las zonas inundables para los perfiles transversales calculados, sólo en aquellas áreas críticas donde pueda afectar a zonas urbanizables o consolidadas. Asimismo las zonas inundables dibujadas que no contengan perfiles transversales del cauce, refleja el comportamiento del flujo a título orientativo. También se han dibujado los perfiles transversales realizados en el cauce, detallando las cotas de fondo de cauce, cota de lamina de agua para el periodo de retorno considerado y ancho de los límites inundables con respecto al eje del cauce.



4.2.- RESULTADOS

A continuación se muestran las tablas con los cálculos realizados para hallar las zonas inundables en los diferentes núcleos de población:

4.2.1.- POZUELO – CAÑADA DE LOS NAVAJUELOS

CUENCA Nº	PERFIL TRANSVERSAL	PENDIENTE J(m/m)	PERIMETRO	RADIO HIDRAÚLICO	VELOCIDAD DE DESAGÜE (M/S)	SECCION (M2)	LONGITUD CAUCE PRINCIPAL (M)	CAUDAL DE AVENIDA (Q=500)	CAPACIDAD DE DESAGÜE CON PENDIENTE TERRENO	LIMITE IZQUIERDO INUNDABLE (distancia a eje cauce natural)	LIMITE DERECHO INUNDABLE (distancia a eje cauce natural)
1	1-1'	0.02240	51.28	0.308	2.046	15.770	8252.000	32.217	32.263	39.01	12.26
1	2-2'	0.00920	72.46	0.322	1.353	23.360	8087.000	31.573	31.606	44.71	27.77
1	3-3'	0.01180	48.55	0.378	1.703	18.340	8000.000	31.233	31.234	24.31	24.22
1	4-4'	0.01260	56.32	0.337	1.631	18.990	7924.000	30.936	30.982	28.86	27.39



4.2.2.- POZUELO – RAMBLA DEL ARENERO

CUENCA Nº	PERFIL TRANSVERSAL	PENDIENTE J(m/m)	PERIMETRO	RADIO HIDRAÚLICO	VELOCIDAD DE DESAGÜE (M/S)	SECCION (M2)	LONGITUD CAUCE PRINCIPAL (M)	CAUDAL DE AVENIDA (Q=500)	CAPACIDAD DE DESAGÜE CON PENDIENTE TERRENO	LIMITE IZQUIERDO INUNDABLE (distancia a eje cauce natural)	LIMITE DERECHO INUNDABLE (distancia a eje cauce natural)
2	1-1'	0.01810	32.74	0.214	1.445	7.010	2727.000	10.051	10.127	20.56	12.18
2	2-2'	0.01810	48.72	0.167	1.226	8.158	2708.000	9.981	10.004	20.39	28.21
2	3-3'	0.01000	29.42	0.269	1.250	7.910	2678.000	9.870	9.886	15.81	13.86
2	4-4'	0.01000	34.81	0.240	1.158	8.350	2620.000	9.657	9.672	10.40	24.45
2	5-5'	0.01000	29.08	0.265	1.239	7.720	2595.000	9.564	9.567	17.31	11.74
2	6-6'	0.01600	50.10	0.163	1.132	8.160	2500.000	9.214	9.236	23.76	26.57
2	7-7'	0.01300	34.82	0.212	1.215	7.370	2425.000	8.938	8.954	23.22	11.57
2	8-8'	0.01700	28.55	0.218	1.416	6.220	2385.000	8.790	8.810	17.21	11.38
2	9-9'	0.02700	21.47	0.222	1.806	4.760	2327.000	8.577	8.596	13.17	8.65

4.2.3.- POZUELO – RAMBLA DEL ROYO

CUENCA Nº	PERFIL TRANSVERSAL	PENDIENTE J(m/m)	PERIMETRO	RADIO HIDRAÚLICO	VELOCIDAD DE DESAGÜE (M/S)	SECCION (M2)	LONGITUD CAUCE PRINCIPAL (M)	CAUDAL DE AVENIDA (Q=500)	CAPACIDAD DE DESAGÜE CON PENDIENTE TERRENO	LIMITE IZQUIERDO INUNDABLE (distancia a eje cauce natural)	LIMITE DERECHO INUNDABLE (distancia a eje cauce natural)
3	1-1'	0.01470	45.75	0.274	1.536	12.550	7168.000	19.220	19.274	17.63	28.14
3	2-2'	0.00900	39.84	0.342	1.392	13.625	7073.000	18.965	18.965	16.53	23.43
3	3-3'	0.01920	44.80	0.252	1.661	11.310	6997.000	18.762	18.782	36.65	8.19
3	4-4'	0.01970	33.15	0.296	1.871	9.815	6843.210	18.349	18.360	19.32	13.80
3	5-5'	0.02000	36.50	0.276	1.797	10.060	6741.640	18.077	18.078	21.97	14.52

**4.2.4.- LA CASICA – RAMBLA DEL POZO DE VÍCTOR**

CUENCA Nº	PERFIL TRANSVERSAL	PENDIENTE J(m/m)	PERIMETRO	RADIO HIDRAÚLICO	VELOCIDAD DE DESAGÜE (M/S)	SECCION (M2)	LONGITUD CAUCE PRINCIPAL (M)	CAUDAL DE AVENIDA (Q=500)	CAPACIDAD DE DESAGÜE CON PENDIENTE TERRENO	LIMITE IZQUIERDO INUNDABLE (distancia a eje cauce natural)	LIMITE DERECHO INUNDABLE (distancia a eje cauce natural)
c-1	1-1'	0.02440	36.73	0.197	1.584	7.220	2201.000	11.435	11.440	23.89	12.85
c-1	2-2'	0.01850	36.00	0.214	1.461	7.710	2164.000	11.243	11.263	16.89	19.09
c-1	3-3'	0.01460	39.24	0.215	1.300	8.430	2108.000	10.952	10.962	10.99	27.85
c-1	4-4'	0.01930	28.40	0.237	1.598	6.740	2046.000	10.630	10.769	12.85	15.21
c-1	5-5'	0.02000	21.65	0.269	1.769	5.830	1984.000	10.308	10.315	8.20	13.36

4.2.5.- LA ZARZA – RAMBLA DE LA ZARZA

CUENCA Nº	PERFIL TRANSVERSAL	PENDIENTE J(m/m)	PERIMETRO	RADIO HIDRAÚLICO	VELOCIDAD DE DESAGÜE (M/S)	SECCION (M2)	LONGITUD CAUCE PRINCIPAL (M)	CAUDAL DE AVENIDA (Q=500)	CAPACIDAD DE DESAGÜE CON PENDIENTE TERRENO	LIMITE IZQUIERDO INUNDABLE (distancia a eje cauce natural)	LIMITE DERECHO INUNDABLE (distancia a eje cauce natural)
z-1	1-1'	0.02440	60.43	0.295	2.076	17.820	2903.000	36.969	37.000	39.87	20.54
z-1	2-2'	0.01850	61.64	0.314	1.884	19.330	2857.000	36.383	36.410	36.61	25.09
z-1	3-3'	0.01460	61.39	0.332	1.737	20.360	2775.000	35.339	35.364	50.03	11.32
z-1	4-4'	0.01930	34.38	0.425	2.357	14.620	2705.000	34.447	34.459	17.75	16.08
z-1	5-5'	0.02000	20.20	0.569	2.914	11.500	2626.000	33.441	33.516	7.74	11.55

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha número 187, de 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma inicial por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 08/10/2010 y revisado en junio 2013 para Aprobación Definitiva.
El Secretario. Fdo.: Enrique González Carrasco.



4.3.- ANÁLISIS CRÍTICO

4.3.1.- POZUELO – CAÑADA DE LOS NAVAJUELOS

La zona inundable correspondiente a este cauce tiene unos 50 m de anchura, ajustándose razonablemente bien a la anchura del cauce identificada en el estudio geomorfológico.

Se trata de una inundación peligrosa, pues la velocidad es superior a 1,00 m/s, aunque el calado hidráulico no alcance el umbral de 1,00 m (se encuentra en torno a 30 cm). En general en todos los casos se trata de secciones mojadas de gran anchura y escaso calado, aproximándose el calado hidráulico al radio hidráulico.

En ningún caso afecta al suelo clasificado como urbano o urbanizable, quedando a cierta distancia de las construcciones existentes más próximas.

4.3.2.- POZUELO – RAMBLA DEL ARENERO

En este caso la anchura de la zona inundable también es siempre inferior a 50 m, siendo coherente con la morfología del cauce identificada en el estudio geomorfológico.

Se trata de inundación peligrosa, puesto que la velocidad es superior a 1,00 m/s. En el suelo rústico se sitúa en torno a 1,40 m/s, pero al discurrir por la C/ El Hondo la velocidad será muy superior a este valor, en torno a 3 m/s, por el estrechamiento del cauce que supone la presencia de construcciones: en este tramo el cauce coincide con la anchura del viario. Por otra parte, en este tramo urbano el calado no superará los 35 cm, por lo que un bordillo de cierta altura podría evitar que el agua entrase en las viviendas.

La inundación por avenida afecta tanto a suelo urbanizable como a suelo urbano consolidado, entrando por la C/ El Hondo y afectando a parte de la C/ Toscas. Esto representa un serio riesgo para la población y para las construcciones existentes.



4.3.3.- POZUELO – RAMBLA DEL ROYO

Los terrenos afectados por las aguas correspondientes a la avenida de 500 años de periodo de retorno quedan a cierta distancia de las construcciones existentes y del suelo clasificado como urbano por el Plan.

4.3.4.- LA CASICA – RAMBLA DEL POZO DE VÍCTOR

La zona inundable se circunscribe a la anchura del cauce identificada en el estudio geomorfológico, teniendo una anchura media en el tramo de estudio de unos 40 m.

La inundación es peligrosa, al igual que en los casos anteriores, fundamentalmente por la velocidad media del flujo, ya que el calado se encuentra en torno a 30 cm.

Afecta muy puntualmente a la parte trasera de las construcciones existentes en el interior del suelo urbano de la pedanía.

4.3.5.- LA ZARZA – RAMBLA DE LA ZARZA

La zona inundable tiene una anchura de unos 50 m y coincide con el cauce identificado en la fase de análisis geomorfológico, quedando delimitado por la carretera CM-313 y por la ladera más próxima.

Se trata de una inundación peligrosa por la velocidad del flujo, pero no por el calado (que no alcanza el umbral de 1,00 m).

Hay una construcción existente que queda completamente afectada por el flujo en régimen de avenida, mientras que el resto del núcleo existente queda fuera de peligro, al situarse al otro lado de la carretera.



4.4.- ANÁLISIS DETALLADO DE LA RAMBLA DEL ARENERO

4.4.1.- INTRODUCCIÓN

Con el fin de contrastar los resultados obtenidos con un método alternativo algo más complejo, y con la intención de corroborar las hipótesis asumidas en la formulación del método anterior, se ha formulado otro modelo de flujo en lámina libre.

Este modelo se centrará en la Rambla del Arenero, debido a que se ha comprobado que existe un serio riesgo de inundación por avenidas en la zona correspondiente al paso de este cauce por el interior del suelo urbano de Pozuelo.

Como se ha identificado en el estudio geomorfológico, existen numerosos muros de contención a lo largo del trazado del cauce, que sirven para contener las tierras, retener el suelo, reducir la capacidad erosiva del flujo y laminar la avenida. El efecto de las mismas no se ha tenido en cuenta en el cálculo anterior, para quedar del lado de la seguridad, pero en el caso de la Rambla del Arenero, dadas sus especiales condiciones, se hace necesario estudiar el posible efecto laminador de las mismas, con la intención de precisar el verdadero riesgo de inundación por avenidas.

Por otra parte, en el estudio geomorfológico se ha identificado la presencia de la carretera CM-313 a escasos 100 m de la entrada de la rambla al interior del núcleo. Puesto que la infraestructura puede ejercer de efecto barrera y laminar el flujo, es recomendable analizar este efecto.

La influencia de estas estructuras perpendiculares al cauce no puede estudiarse con el modelo normal uniforme y estacionario anterior.

Por último, este modelo permitirá evaluar posibles medidas correctoras tendentes a reducir o eliminar el riesgo de inundación.

El nuevo modelo asume la hipótesis de flujo unidimensional uniformemente variado no estacionario. Es decir, se tendrá en cuenta el efecto de segundo orden que pueda ejercer una sección de flujo sobre las más próximas, tanto aguas arriba como aguas abajo, mediante el cálculo de las curvas de remanso correspondientes, que analizan la variación del flujo a lo largo del canal. Por otra parte, se tendrá en cuenta la variable temporal, considerando que el flujo va variando en el tiempo.

Este modelo, a pesar de ser más complejo y más detallado, no necesariamente será más preciso puesto que nos enfrentamos con una gran escasez de datos de entrada y una cierta incertidumbre sobre la calidad de su origen. Por ejemplo, la

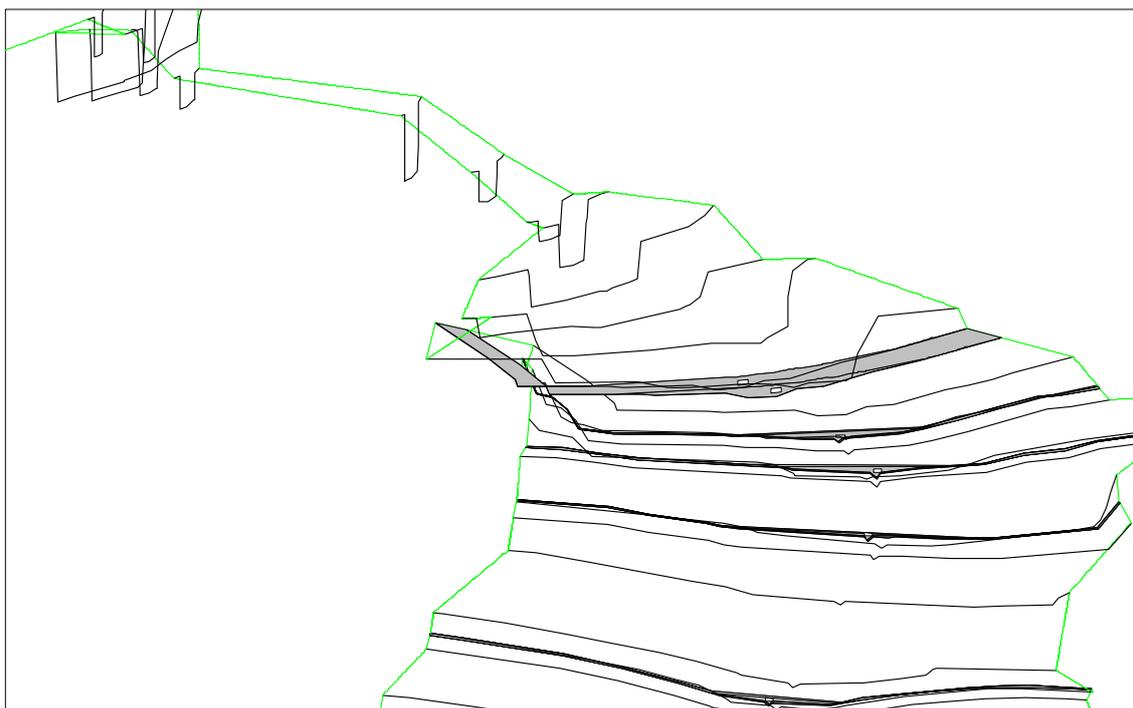


rugosidad del terreno y las obstrucciones al flujo son idealizadas y sus parámetros no se han contrastado con datos reales obtenidos in situ, pues no se dispone de registro alguno.

Puesto que las estructuras se encuentran repartidas a lo largo de toda la traza del cauce, se ha optado por modelizarlo por completo, desde la parte más alta de la cuenca hasta su desembocadura en la Cañada de Los Navajuelos. Para facilitar la introducción de datos de partida, se ha utilizado HEC GeoRAS, que permite extraer la geometría del cauce a partir de la topografía disponible. Por una parte, la topografía utilizada en la parte alta de la cuenca es la misma que la usada en el estudio hidrológico con HEC GeoHMS: un modelo digital del terreno (MDT) extraído del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), con malla de puntos separados 5 m entre sí. En la parte baja, a su paso por el núcleo urbano, se ha utilizado la topografía correspondiente al vuelo y posterior restitución ortofotogramétrica realizados con motivo de la redacción del POM, que tienen escala 1:1000 y curvas de nivel cada metro.

El modelo generado se ha importado a HEC RAS (U.S. Army Corps of Engineers), pero se ha simplificado, reduciendo el número de puntos por sección transversal, para limitar la complejidad de la geometría y así garantizar la estabilidad numérica del modelo computacional.

A continuación se muestra la zona de mayor interés en el estudio:



Croquis del modelo de flujo en lámina libre, a la entrada al núcleo de Pozuelo

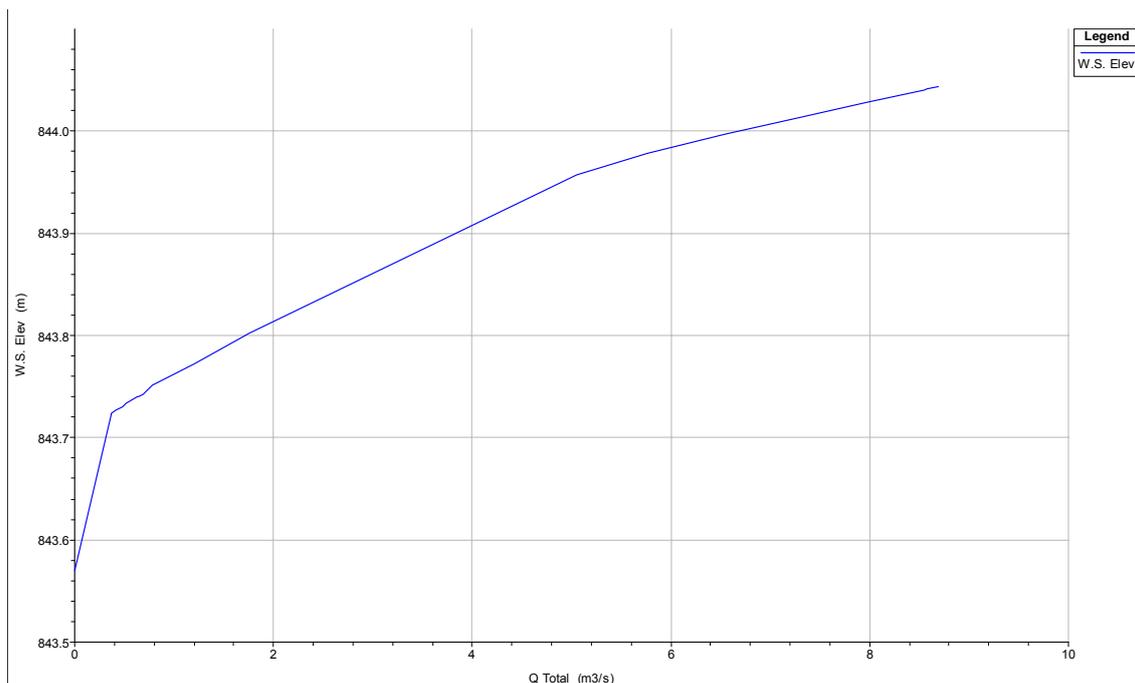
4.4.2.- PARÁMETROS DEL CAUCE

El cauce se ha modelizado introduciendo los datos correspondientes a su geometría, obtenida a partir de una serie de perfiles transversales extraídos de la cartografía disponible, mediante Hec GeoRAS, y posteriormente interpolados.

La rugosidad del terreno se modeliza mediante el número de Manning (n , adimensional), que se ha fijado en 0,033 en todos los casos, de manera similar al anterior modelo de cálculo.

Para mejorar el comportamiento computacional se ha añadido una pequeña cuneta triangular en el eje del cauce, a manera de canal de aguas bajas. Aunque en la realidad no existe, el efecto de dicha cuneta ante caudales de gran periodo de retorno ($T=500$) es despreciable.

Con estos datos se ha obtenido la curva de capacidad hidráulica de cada una de las secciones de cálculo, en la que se relaciona el caudal que puede circular por ella y el calado hidráulico (en la parte central).



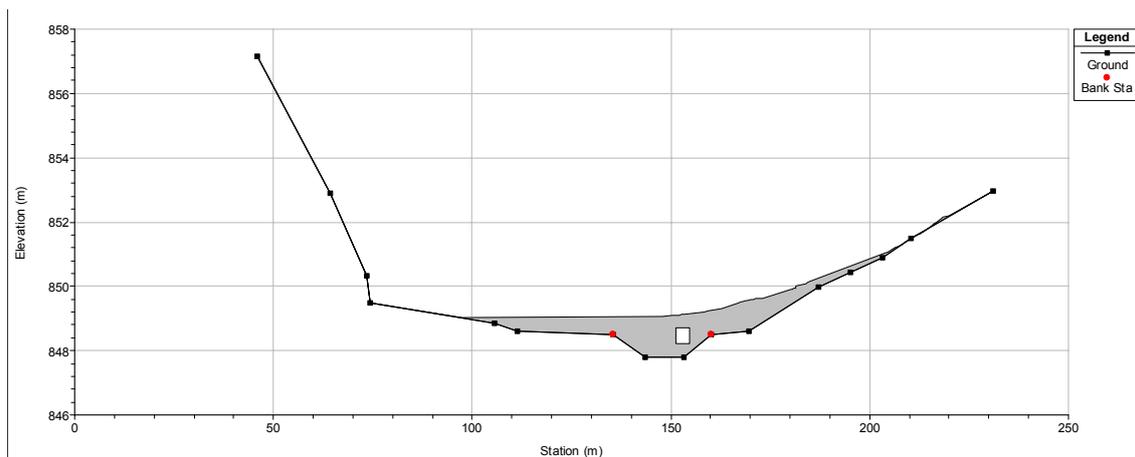
Ejemplo de curva de calado-caudal

Al haber simplificado la geometría del cauce, mejorando la estabilidad numérica del modelo, dicha curva no es tan suave como debería, teniendo algunos quiebros, pero se asimila razonablemente bien a la realidad.

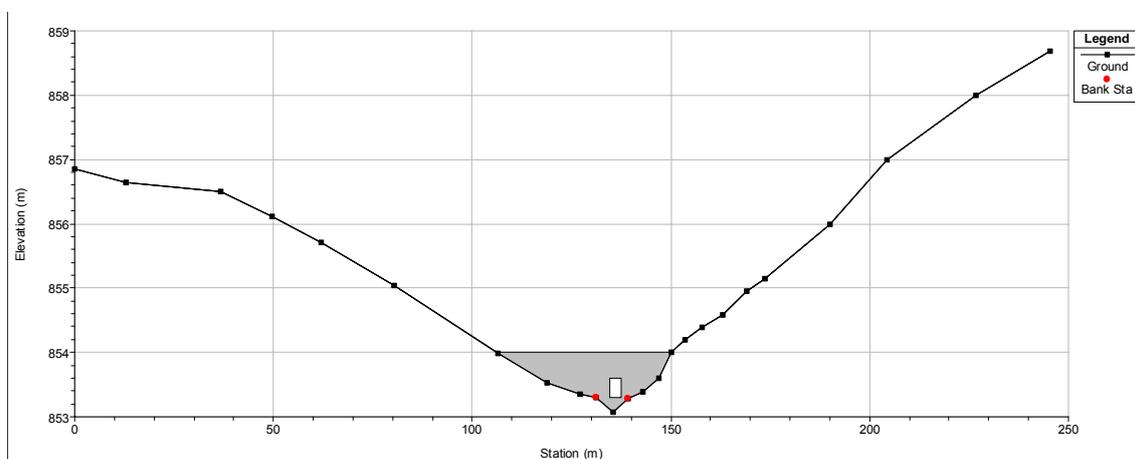
4.4.3.- MODELIZACIÓN DE LAS OBSTRUCCIONES

La principal ventaja de este modelo es la posibilidad de estudiar el efecto de las obstrucciones al flujo que hay presentes en la zona. Una descripción de las mismas puede consultarse en el estudio geomorfológico.

El cruce bajo la travesía de la carretera CM-313 se ha modelado como una estructura perpendicular al flujo. La cota de rasante se ha extraído de la topografía y las características de la obra de drenaje transversal se han introducido tras realizar una visita de campo.

*Obra de paso bajo la carretera CM-313*

Los muros de contención de tierras se han introducido en el modelo de la misma manera. La altura de cada muro se ha estimado a partir de un análisis de la cartografía. Puesto que no se trata de estructuras de almacenamiento de agua, sino de contención de tierras, no son impermeables y una pequeña proporción de caudal fluirá a su través. Para tener en cuenta esto se han introducido pequeñas aberturas en su parte inferior, cuyo efecto es despreciable para caudales de gran periodo de retorno.

*Ejemplo de murete de contención*

4.4.4.- CONDICIONES DE CONTORNO

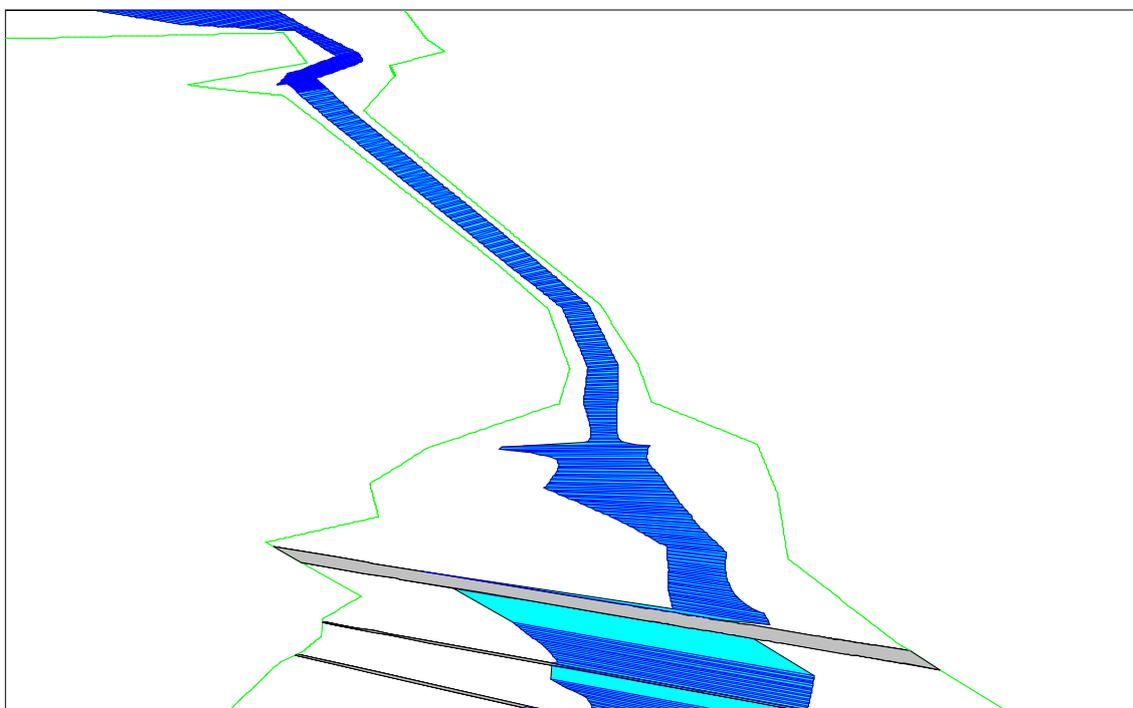
Tanto hacia aguas arriba como hacia aguas abajo se ha introducido la condición de contorno de simular régimen normal uniforme. Los extremos del modelo están suficientemente alejados de la zona de estudio y de cualquier cambio brusco en la geometría, por lo que dicha elección parece razonable.

Puesto que se ha optado por modelar la longitud completa del cauce, no se ha utilizado el hidrograma de salida de la cuenca, sino los hidrogramas de cada una de las subcuencas de la misma. De esta manera, la subcuenca más alta (la W190 del modelo HechMS) vierte en la parte alta del cauce, y las subcuencas inferiores lo hacen en secciones intermedias del mismo (como caudales de afluentes laterales), en cada una de las confluencias señaladas en el modelo HechMS.

Para evitar la aparición de errores numéricos al calcular flujos de caudal nulo, se introduce un pequeño caudal umbral, de manera que el caudal que circule por el cauce nunca sea nulo.

4.4.5.- RESULTADOS. ANÁLISIS.

Se ha computado el modelo definido, obteniéndose la llanura de inundación correspondiente a la avenida de 500 años de periodo de retorno. Estudiando los resultados obtenidos observamos en primer lugar que la diferencia con la inundación calculada por el anterior método (suponiendo flujo uniformemente graduado) es despreciable. En todo caso, el anterior método queda del lado de la seguridad.



Llanura de inundación para T=500 años

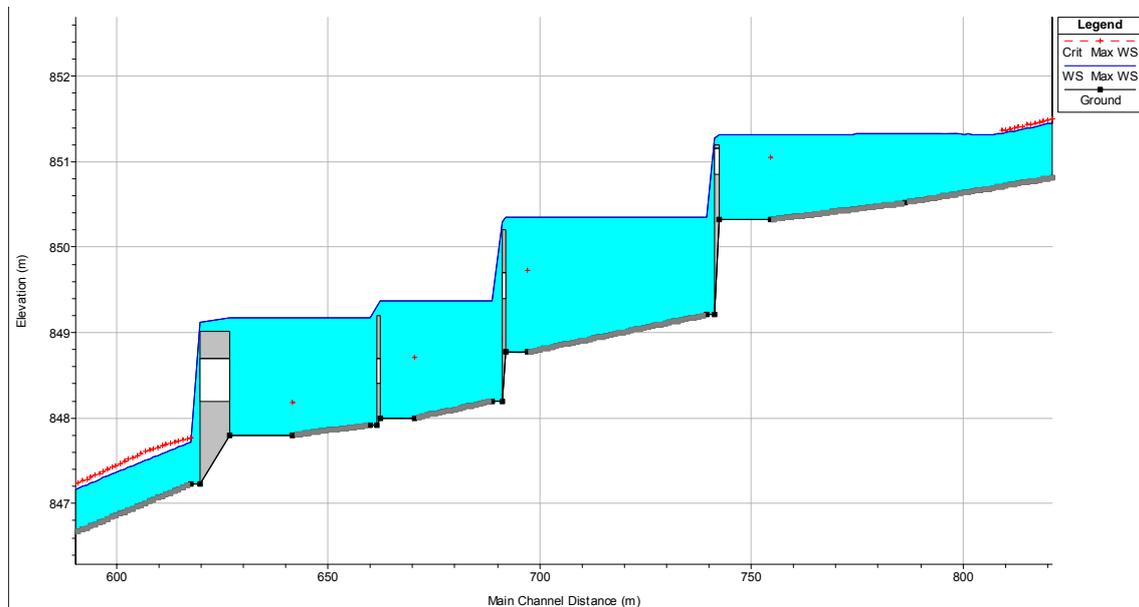


De aquí podemos obtener varias conclusiones:

En primer lugar, que el método simplificado inicial es perfectamente válido para determinar el riesgo de inundación, y este segundo método muchísimo más complejo no aporta una precisión adicional que justifique su formulación.

En segundo lugar, permite validar los resultados de uno y otro método.

En tercer lugar, concluimos que el efecto de las estructuras perpendiculares al flujo es despreciable frente a avenidas de gran periodo de retorno (como la de 500 años). Todas ellas se ven desbordadas en los primeros instantes del chubasco, y el agua fluye por encima de ellas con facilidad. Por tanto, lo único que hacen estas estructuras es aumentar la zona inundada hacia aguas arriba de las mismas, pero sus efectos aguas abajo son despreciables.



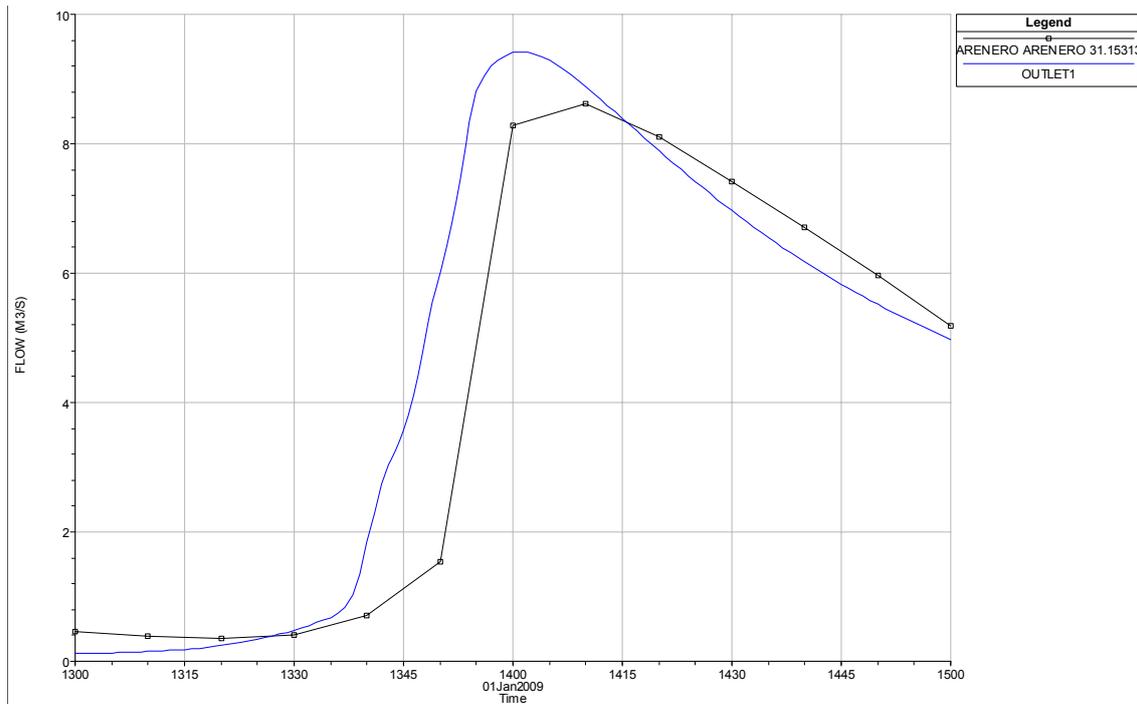
Perfil longitudinal mostrando las estructuras desbordadas

La explicación de este hecho se basa en que el volumen de almacenamiento de todas ellas es muy reducido en comparación con el volumen de esorrentía que es necesario laminar. Se estima que la capacidad de laminación de las estructuras existentes se sitúa en torno a 8.600 m³. Como vimos en el estudio hidrológico, el volumen que es necesario laminar es de unos 34.000 m³.

A continuación se muestra el hidrograma de salida de la cuenca obtenido de Hec HMS, comparado con el hidrograma de salida del modelo de Hec RAS, que tiene en cuenta la laminación que ejerce el canal y las estructuras que hay en el mismo. El

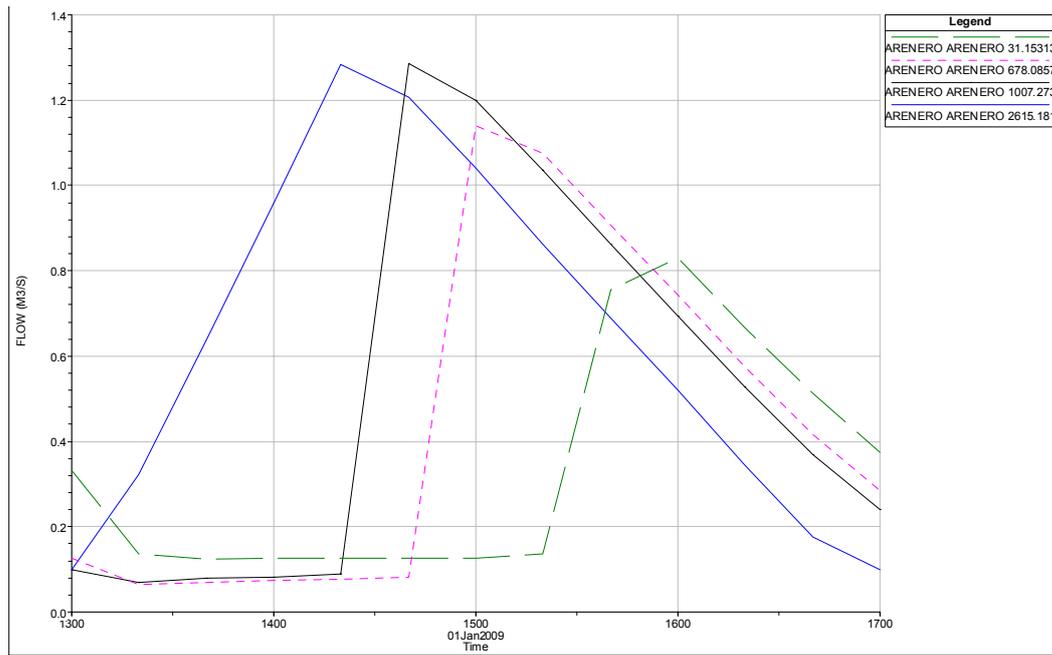


caudal punta es de 8,62 m³/s, que es un 92% del caudal punta del hidrograma inicial. Esto nos lleva a otra reflexión: el tránsito de la avenida modelado simplificada en HechMS es muy similar al computado en HecRAS con un modelo mucho más complejo: únicamente en HecRAS hay algo más de retardo y atenuación, pero los resultados de HechMS quedaban del lado de la seguridad.



Comparación entre hidrogramas de salida de los modelos HechMS y HecRAS

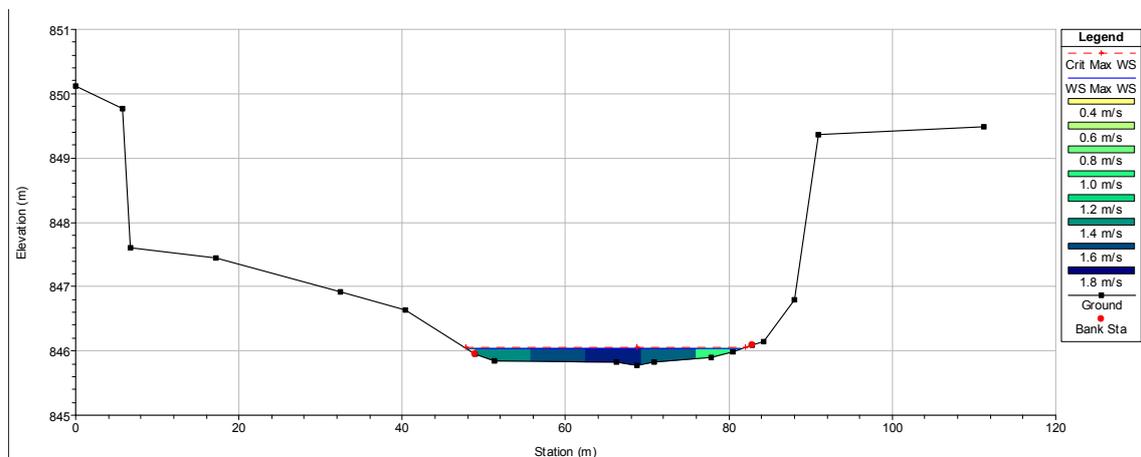
Si, por el contrario, modelamos el avance de la avenida correspondiente a 5 años de periodo de retorno, sí observamos un mayor retardo y una mayor atenuación en el hidrograma, gracias a la presencia de dichas estructuras, siendo el caudal punta de salida un 60% de la punta de entrada.



Avance del hidrograma de T=5 a lo largo del cauce (cada curva se corresponde con un PK)

A continuación analizaremos la distribución de velocidades a lo largo de cada sección.

El flujo aguas abajo de la carretera CM-313 es una inundación peligrosa, pues, a pesar de que el calado es inferior a 1 m, la velocidad es superior a 1 m/s. Podemos comprobar que la llanura de inundación no afecta a las construcciones próximas (extremos laterales de la sección transversal).

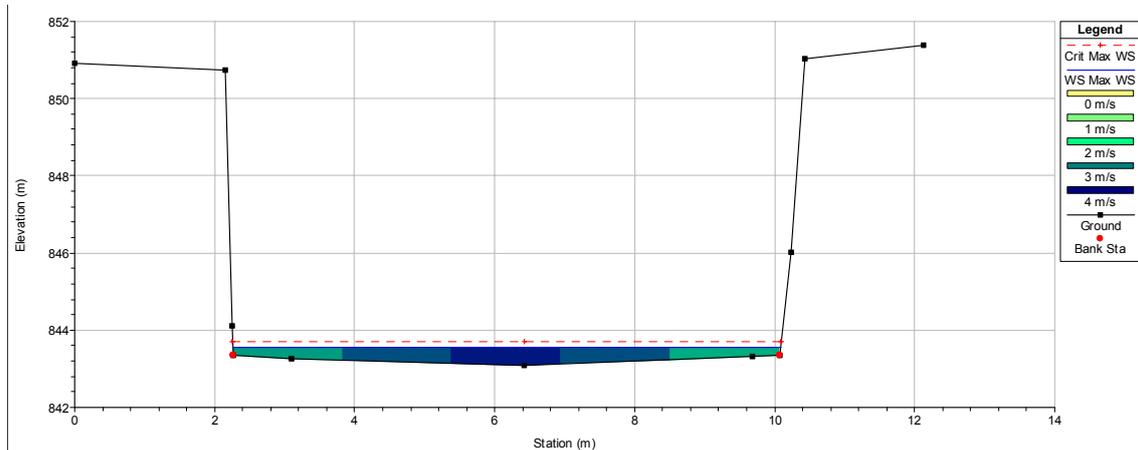


Distribución de velocidades en una sección aguas abajo de la CM-313

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha número 187, de 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma inicial por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 08/10/2010 y revisado en junio 2013 para Aprobación Definitiva. Fdo.: Enrique González Carrasco. El Secretario.



Análogamente, el flujo a lo largo de la C/ El Hondo es también muy peligroso, pues, a pesar de que el calado es de unos 30 cm, la velocidad es muy superior a 1 m/s (con un máximo de 4 m/s).



Distribución de velocidades en una sección en la C/ El Hondo

En el anterior croquis podemos observar cómo el flujo circula ocupando toda la anchura de la calle. Se ha modificado ligeramente la topografía real, para mejorar la estabilidad computacional (sin afectar demasiado al comportamiento hidráulico), eliminando los bordillos de las aceras y disponiendo una pendiente transversal hacia el centro de la calzada y no hacia los lados (hacia los imbornales) como es en la realidad.

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha número 187, de 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma inicial por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 08/10/2010 y revisado en junio 2013 para Aprobación Definitiva. Fdo.: Enrique González Carrasco. El Secretario.



5.- MEDIDAS CORRECTORAS.

5.1.- IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO

Según se ha demostrado en apartados anteriores, la principal área de riesgo se sitúa en el paso de la Rambla del Arenero por el núcleo de población de Pozuelo. Este curso de agua discurre por el interior del área urbana, principalmente por la C/ El Hondo, y su inundación es peligrosa para la población y las construcciones existentes. A pesar de que el calado en este tramo no superará los 35 cm y un bordillo o escalón de media altura podría evitar que el agua penetrase en las viviendas, la velocidad del flujo puede ser superior a 3 m/s, ya que la pavimentación supone una rugosidad hidráulica muy baja, por lo que el agua podría llegar a arrastrar vehículos y otros elementos del mobiliario urbano, representando una situación muy peligrosa.

También, en menor medida, hay riesgo en el paso de la Rambla del Pozo de Víctor por la pedanía de La Casica y en el paso de la Rambla de la Zarza por la pedanía de La Zarza, aunque en estos últimos casos apenas se afecta a construcciones existentes, ni a suelo urbano o urbanizable.

En el resto de casos los cauces se encuentran a suficiente distancia de las construcciones existentes y de los terrenos que se clasificarán como suelo urbano y/o urbanizable, por lo que, para la avenida de periodo de retorno de 500 años, el riesgo de inundación por avenidas es despreciable.

5.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS

5.2.1.- POZUELO

Se han estudiado diferentes alternativas para reducir el riesgo de inundación por avenidas.

En primer lugar, se ha estudiado la posibilidad de desviar el cauce mediante un bypass que lleve las aguas desde la Rambla del Arenero hasta la Cañada de Navajuelos aguas arriba del núcleo de Pozuelo. Esta conexión entre ambos cauces se realizaría mediante un canal artificial, en lámina libre, con una longitud inferior a 1000 m. El principal problema es que no existen alternativas de trazado. En la zona hay numerosas construcciones que impedirían la construcción del mismo. Los trazados en



planta posibles que sortean las construcciones existentes presentan pendientes del terreno muy elevadas que conllevarían la ejecución de grandes desmontes y terraplenes (de hasta 5 m), de gran impacto visual y paisajístico, medioambiental y una fuerte repercusión económica.

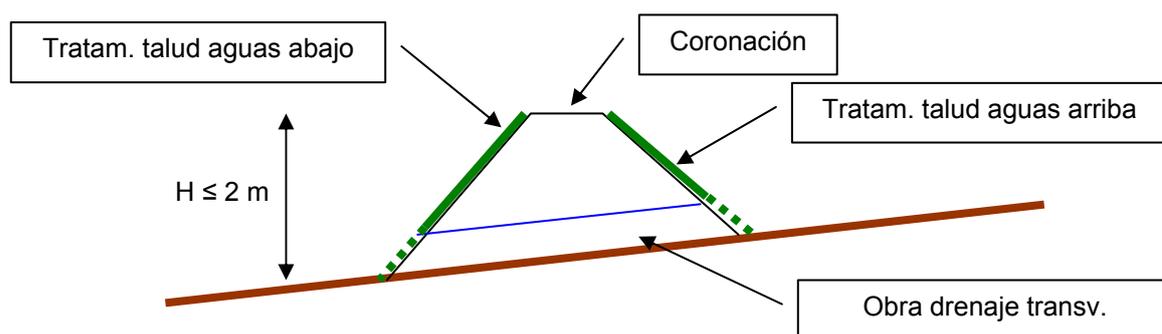
En segundo lugar, se ha estudiado la posibilidad de encauzar la Rambla a su paso por Pozuelo. Como se trata de una zona urbana de viarios muy estrechos y escasos espacios libres, es inviable plantear la ejecución de un canal en lámina libre, por lo que sería necesario soterrar el cauce mediante la instalación de un gran colector subterráneo a lo largo de la C/ El Hondo. La ejecución de este colector sería muy costosa por el gran número de redes de servicios urbanos que sería necesario reponer y las medidas correctoras que habría que aplicar para reducir al mínimo la afección sobre la población (calles cortadas, itinerarios peatonales alternativos, ruido, vibraciones). Una estimación inicial del diámetro del mismo nos lleva a un colector de hormigón armado Ø1800, cuyos costes de construcción serían muy elevados.

En último lugar, se plantea la posibilidad de ampliar las estructuras de contención de tierras existentes, en número y en altura, para que puedan cumplir con la función de laminación de la avenida. Sería necesario ampliar el volumen total retenido por ellas hasta alcanzar el volumen de escorrentía computado para el chubasco correspondiente a la avenida de 500 años de periodo de retorno. No se trata de construir ningún embalse, sino pequeños azudes de una altura menor a 2 m, que normalmente estarán vacíos, por lo que no se anegarían terrenos de cultivo, salvo en situación de avenida. No se trata de retener las aguas, por lo que dichas estructuras podrían ser parcialmente permeables. Lo que sí es importante es que sean estables a la presión de las aguas y ante un eventual desbordamiento, para lo cual una posible solución constructiva podría ser un azud de tierras debidamente compactado con tratamientos superficiales tanto en el talud de aguas arriba como en el de aguas abajo a base de escollera, encachado de piedra, gaviones, geotextiles o una combinación de ellos. Se dispondrían pequeñas obras de drenaje transversal en ellos, que actuarían de desagües de fondo permitiendo el flujo de las aguas con un caudal máximo a determinar (el que pueda asumir la red de aguas pluviales existente en suelo urbano).

Adicionalmente, puede plantearse una alternativa mixta entre la 2ª y la 3ª, es decir, construir azudes de laminación para reducir el caudal punta que discurrirá por el suelo urbano, y luego instalar un nuevo colector de pluviales en suelo urbano para canalizar la avenida ya laminada. Esta opción será la elegida, puesto que la red de

saneamiento existente actualmente en la C/ El Hondo es unitaria y tiene un diámetro $\varnothing 300$ que es claramente insuficiente para acoger aguas pluviales, laminadas o no.

A falta de que en el pertinente proyecto de construcción se estudien las alternativas posibles y se diseñen con detalle los azudes, a continuación se muestra un croquis de lo que se propone, a modo de prediseño o tanteo inicial:



Croquis del prediseño propuesto para los azudes

Se han preseleccionado 3 ubicaciones para 3 azudes, situados a 242 m, 435 m y 566 m aguas arriba de la carretera CM-313 (respectivamente). Todos ellos tienen una altura máxima de 2 m. La longitud de coronación total asciende a 511 m, repartidos entre los 3 azudes.

5.2.2.- LA CASICA

En La Casica del Madroño, se considera suficiente con clasificar como suelo rústico no urbanizable de especial protección ambiental (SRNUEP-PAA) el área inundable por la avenida de 500 años de periodo de retorno. Dicha clasificación implica la aplicación de una determinada normativa urbanística que impedirá los usos residenciales, la construcción de estructuras y de cualesquiera usos que puedan suponer una obstrucción al flujo.

De esta manera el riesgo natural de inundación por avenidas es adecuadamente gestionado.

5.2.3.- LA ZARZA

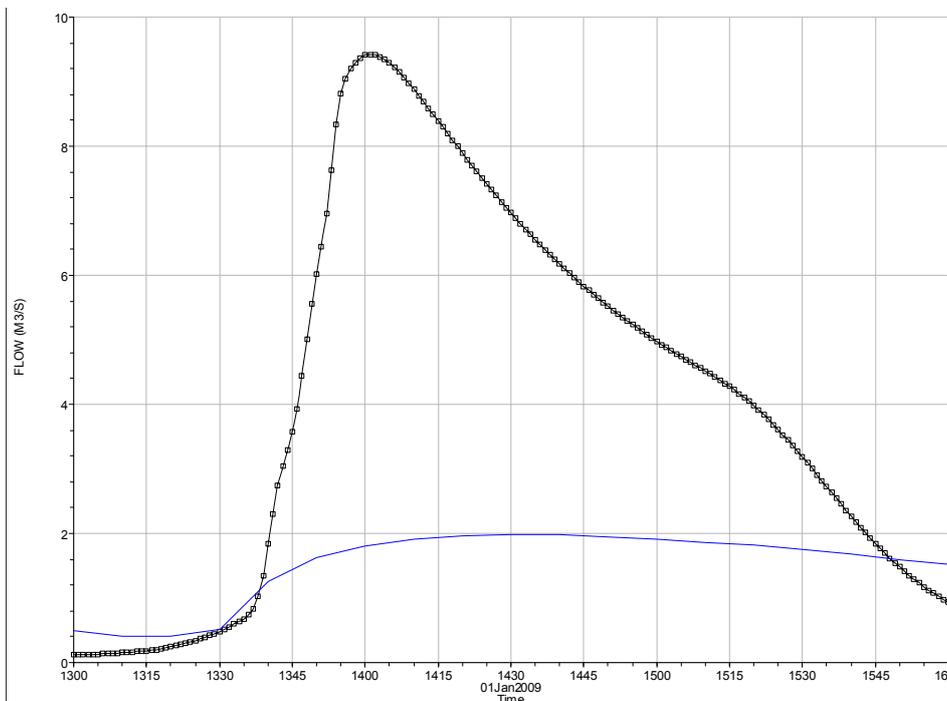
En La Zarza la zona con riesgo de inundación queda perfectamente delimitada entre la carretera CM-313 y el cerro opuesto. En dicha zona hay una construcción que se declarará situada fuera de ordenación, por no ajustarse a las determinaciones previstas en el Plan. El resto de construcciones del suelo urbano quedan fuera de peligro y no es preciso adoptar medidas correctoras. Los terrenos inundables se clasificarán como suelo rústico no urbanizable de especial protección ambiental (SRNUEP-PAA), lo cual tiene las mismas implicaciones indicadas anteriormente para La Casica.

5.3.- EFECTO DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS

5.3.1.- POZUELO - RAMBLA DEL ARENERO

Se han introducido los 3 azudes propuestos como estructuras perpendiculares al flujo, y se ha computado su comportamiento hidráulico en el modelo de Hec RAS anteriormente descrito, con el fin de determinar en qué medida permiten laminar la avenida correspondiente al periodo de retorno de 500 años.

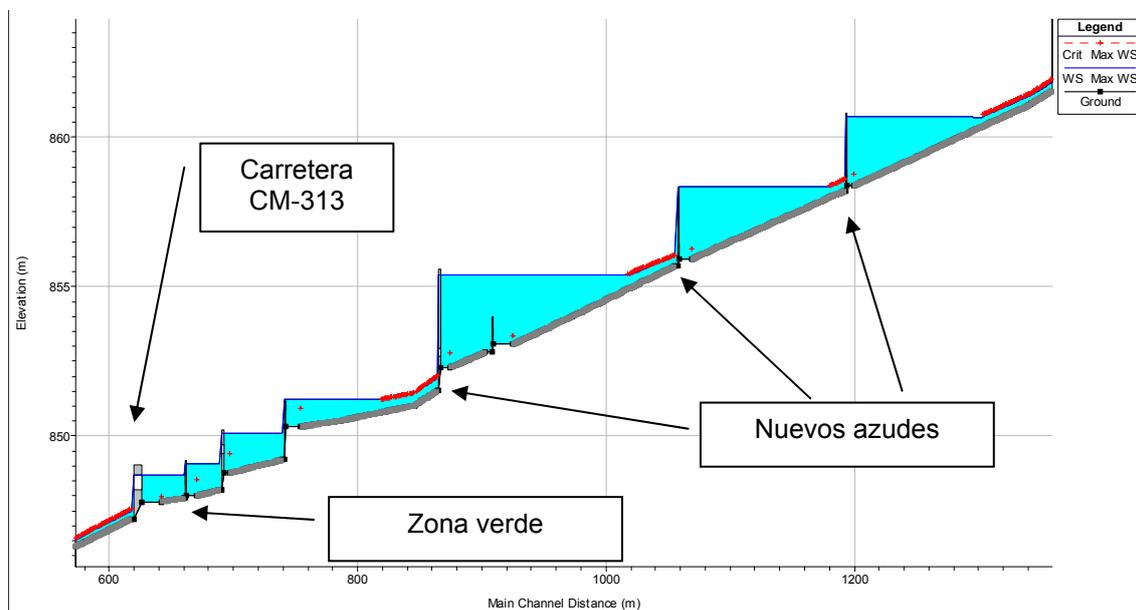
El hidrograma resultante es el siguiente:



Comparación entre hidrogramas antes de la actuación y tras aplicar las medidas correctoras

Como podemos observar, estas estructuras permiten reducir enormemente el caudal punta, que se sitúa en $1,99 \text{ m}^3/\text{s}$. Este caudal es perfectamente asumible por la red de aguas pluviales del municipio. Instalando un nuevo colector de HAØ1000 a lo largo de la C/ El Hondo (y su prolongación en suelo urbanizable), que recoja el caudal laminado, se elimina el riesgo de inundación por avenidas (para T=500 años).

A continuación se muestra un perfil longitudinal del cauce con las estructuras existentes y propuestas:



Perfil longitudinal con las medidas propuestas en situación de avenida

En el anterior perfil podemos observar que se han mantenido las estructuras de retención existentes cercanas a la carretera CM-313 (a menos de 150 m aguas arriba). Pero, en realidad, ya no cumplen funciones de laminación, por lo que podrían eliminarse al no ser necesarias. Se han mantenido porque, según las previsiones del POM, esa zona se destinará a zona verde, ausente de construcciones, y es previsible que se mantenga el aterrazamiento actual. En todo caso, el colector de pluviales previsto podría comenzar en la base del azud más cercano y discurrir a lo largo de dichas zonas verdes hasta entroncar con el colector proyectado en la C/ El Hondo.

En conclusión, vemos que con las medidas propuestas aumenta la zona inundada aguas arriba del núcleo de Pozuelo, pero se elimina el riesgo de inundación por avenidas en el suelo urbano y urbanizable.

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha número 187, de 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma inicial por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 08/10/2010 y revisado en junio 2013 para Aprobación Definitiva.
El Secretario. Fdo.: Enrique González Carrasco.



6.- CONCLUSIONES

Se ha estudiado, desde un punto de vista geomorfológico, hidrológico e hidráulico, los cauces que discurren por las inmediaciones de los núcleos de población y, por tanto, de los terrenos que se propone su clasificación como suelo urbano o urbanizable.

Tras dicho análisis, se ha demostrado que, especialmente en el núcleo de Pozuelo, existe un serio riesgo de inundación por avenidas en torno al cauce de la Rambla del Arenero, que atraviesa la parte suroeste del suelo urbano. Para gestionar adecuadamente este riesgo, se plantea la necesidad de ampliar el número y altura de los azudes de contención existentes aguas arriba, de manera que se consiga laminar la avenida y reducir el caudal máximo de escorrentía. Con estas medidas el caudal que circula por el cauce es mucho menor, por lo que es asumible por la red municipal de aguas pluviales, de manera que es recogido por un colector que lleva las aguas hasta el punto de vertido en la Cañada de Navajuelos. La ejecución de dichas medidas se incluye entre las obras previstas por el Plan de Ordenación Municipal, quedando vinculada a la entrada en vigor de éste.

También hay algo de riesgo, aunque mucho menor, en las pedanías de La Casica y de La Zarza, pero puede ser fácilmente gestionado condicionando los usos permisibles en dichas zonas, mediante la normativa urbanística incluida en el Plan de Ordenación Municipal: las zonas inundables serán clasificadas como suelo rústico no urbanizable de especial protección ambiental (SRNUEP-PAA).



Con dichas medidas, se puede asegurar que el suelo destinado al uso residencial y demás usos edificatorios está exento de riesgo de inundación por avenidas, para el periodo de retorno de 500 años.

Albacete, abril de 2009
Revisado en junio de 2013
FERNÁNDEZ-PACHECO INGENIEROS, S.L.

Fdo.: Andrés Fernández-Pacheco Sánchez
Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 27.959

Fdo.: Javier Contreras Bueno
Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 23.872

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha número 187, de 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma inicial por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 08/10/2010 y revisado en junio 2013 para Aprobación Definitiva.
El Secretario. Fdo.: Enrique González Carrasco.

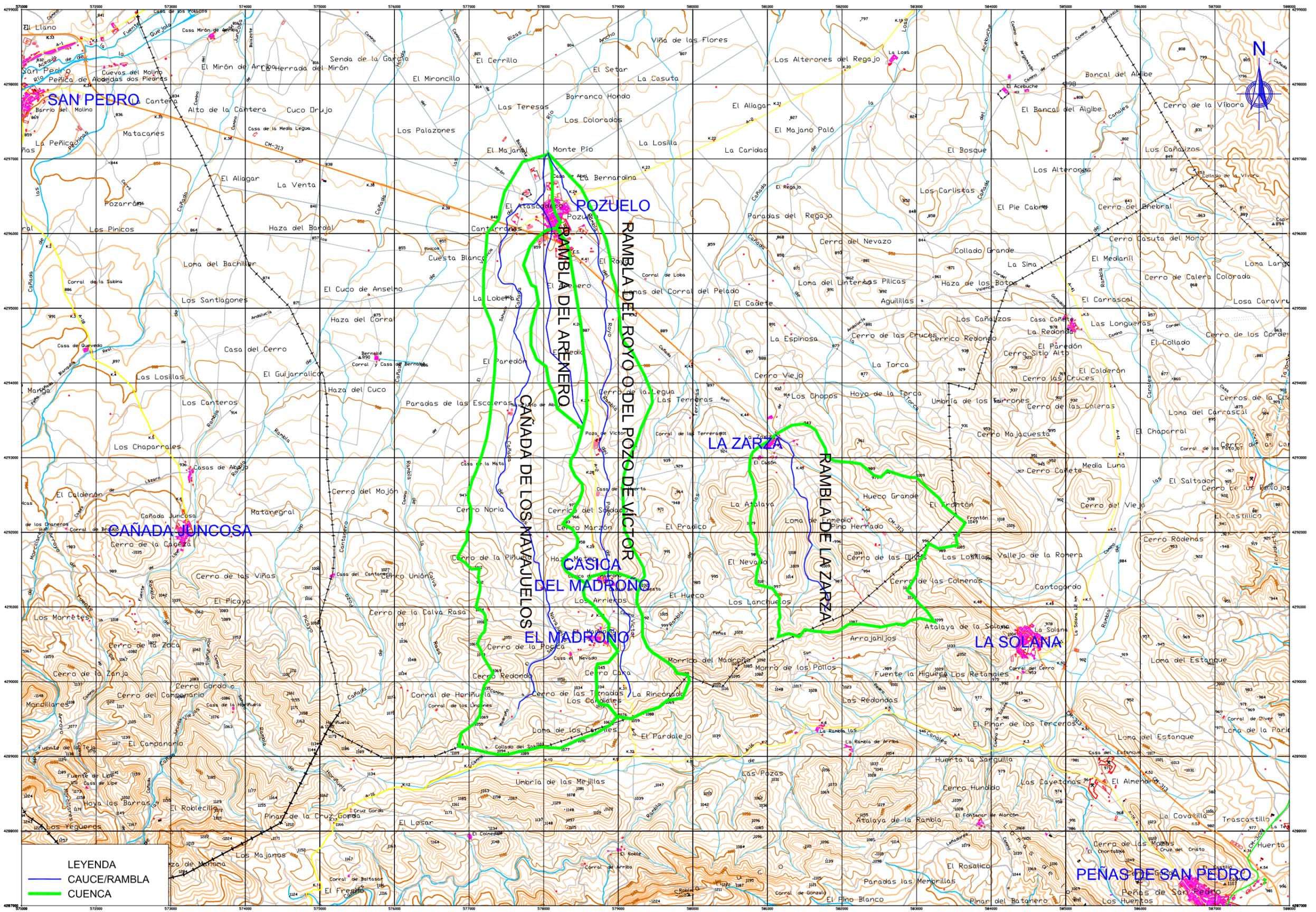


7.- PLANOS

ÍNDICE

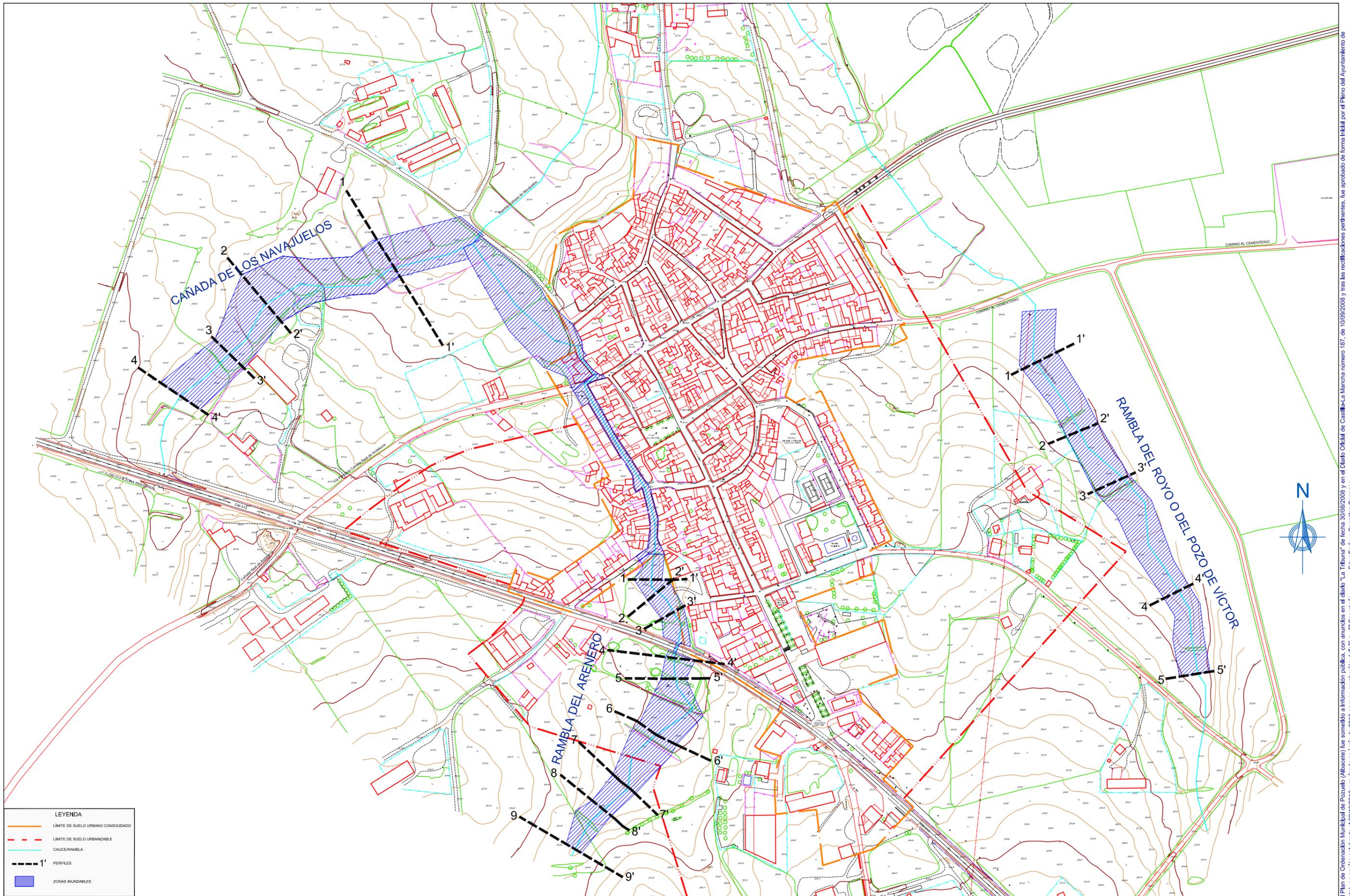
<i>PLANO</i>	<i>ESCALA</i> <i>(FORMATO)</i>	<i>HOJAS</i>
1.- Situación y emplazamiento. Cuencas de aportación.	1:50.000 (A-3)	1
2.- Estado actual. Zona inundable.	1:4.000 (A-3)	2
3.- Estado actual. Perfiles transversales.	VARIAS (A-3)	3
4.- Estado proyectado. Zona inundable.	1:5.000 (A-3)	2

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha número 187, de 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma inicial por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 08/10/2010 y revisado en junio 2013 para Aprobación Definitiva.
El Secretario. Fdo.: Enrique González Carrasco.



LEYENDA
 CAUCE/RAMBLA
 CUENCA

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha número 187, de 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma final por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 09/10/2010 y revisado en junio de 2013 para su aprobación definitiva. El Secretario. Fdo.: Enrique González Carrasco.



LEYENDA	
	LMITE DE SUELO URBANO CONSOLIDADO
	LMITE DE SUELO URBANIZABLE
	CAUCE/RAMBLA
	PERFILES
	ZONAS INUNDABLES

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE POZUELO

CONSULTOR:

FERNÁNDEZ-PACHECO INGENIEROS, S.L.
 Plaza del Alfozano, 9-Bis. 1º
 02001 Albacete
 E-mail: fp@fpingenieros.com
 Telf: 967 193 738
 Fax: 967 193 739

EXPEDIENTE:
 A07.n02.ene.POZ.
 POM.V4.M0

LOS AUTORES DEL P.O.M.:

 ANDRÉS FERNÁNDEZ-PACHECO SÁNCHEZ
 ING. DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS

 JAVIER CONTRERAS BUENO
 ING. DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS

PLAN DE ORDENACIÓN MUNICIPAL DE POZUELO (ALBACETE)

FASE ADMINISTRATIVA:
 Art. 136

SISTEMA GEODÉSICO:
 ED 50

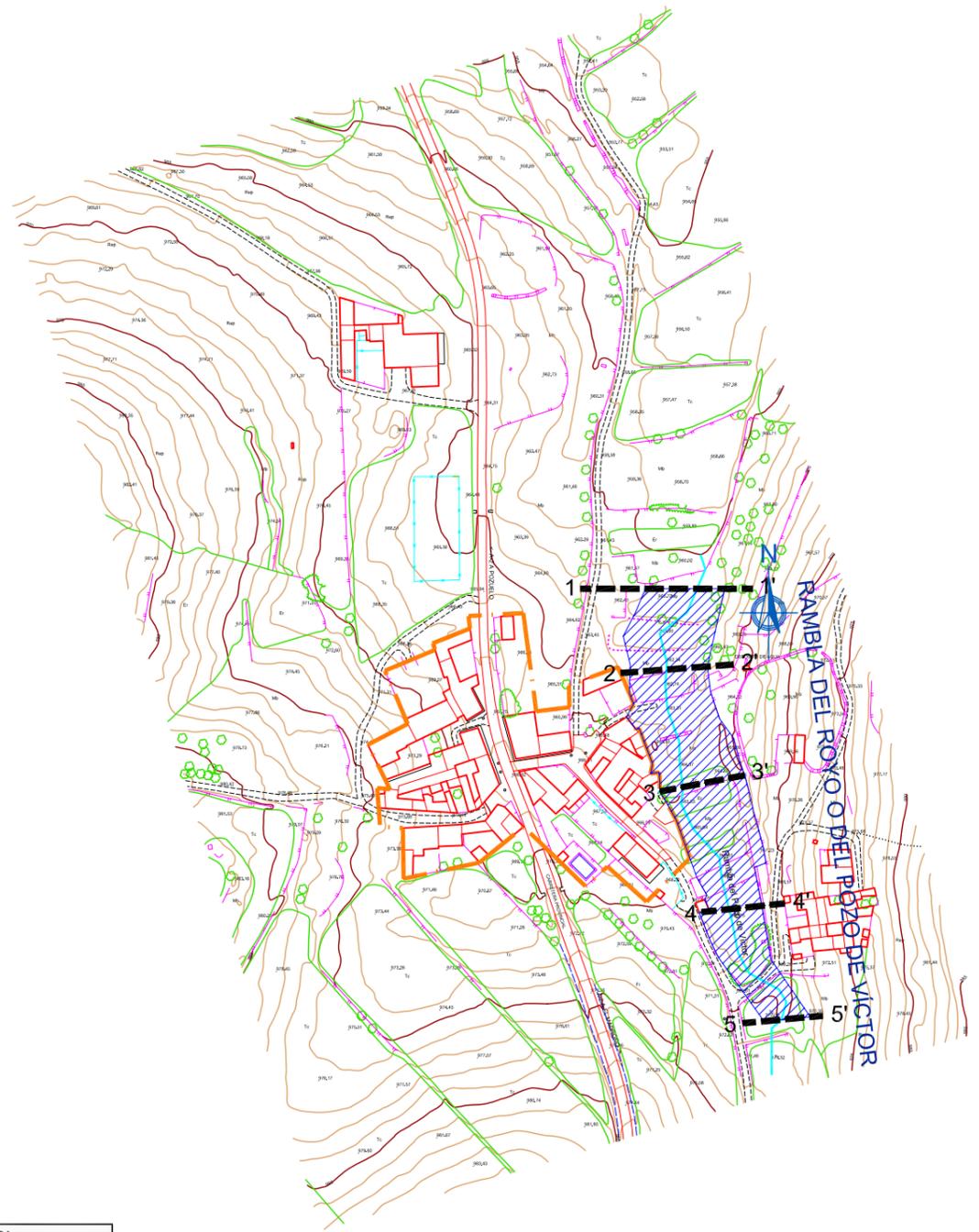
ESCALA:
 1:4.000
 (ORIGINAL A-3)

Nº:
 2

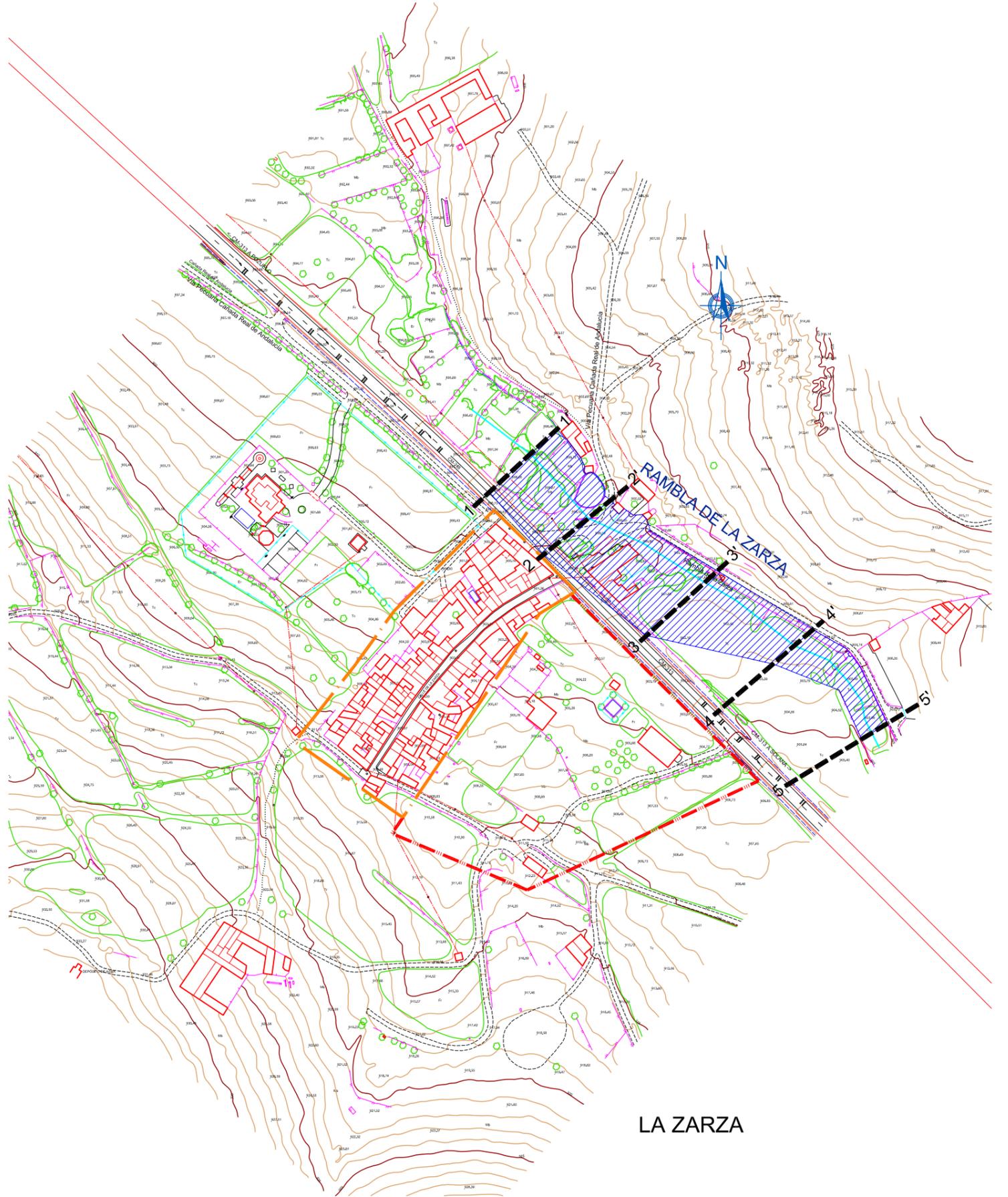
DESIGNACIÓN:
 ESTADO ACTUAL.
 ZONA INUNDABLE
 POZUELO.

FECHA:
 OCT 2007
 (REVISADO JUNIO 2013)
HOJA:
 01 DE 02

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha número 187, de 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma inicial por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 09/10/2010 y revisado en junio de 2013 para su aprobación definitiva. El Secretario. Fdo.: Enrique González Carrasco.



LA CASICA



LA ZARZA

LEYENDA	
	LIMITE DE SUELO URBANO CONSOLIDADO
	LIMITE DE SUELO URBANIZABLE
	CAUCE/RAMBLA
	PERFILES
	ZONAS INUNDABLES

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE
POZUELO

CONSULTOR:
FERNÁNDEZ-PACHECO INGENIEROS, S.L.
Plaza del Alrozano, 9-Bis. 1º
02001 Albacete
E-mail: fpil@fpingenieros.com

EXPEDIENTE:
A07.n02.ene.POZ.
POM.V4.M0

LOS AUTORES DEL P.O.M.:
ANDRÉS FERNÁNDEZ-PACHECO SÁNCHEZ
ING. DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS
JAVIER CONTRERAS BUENO
ING. DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS

**PLAN DE ORDENACIÓN MUNICIPAL DE
POZUELO (ALBACETE)**

FASE ADMINISTRATIVA:
Art. 136

SISTEMA GEODÉSICO:
ED 50

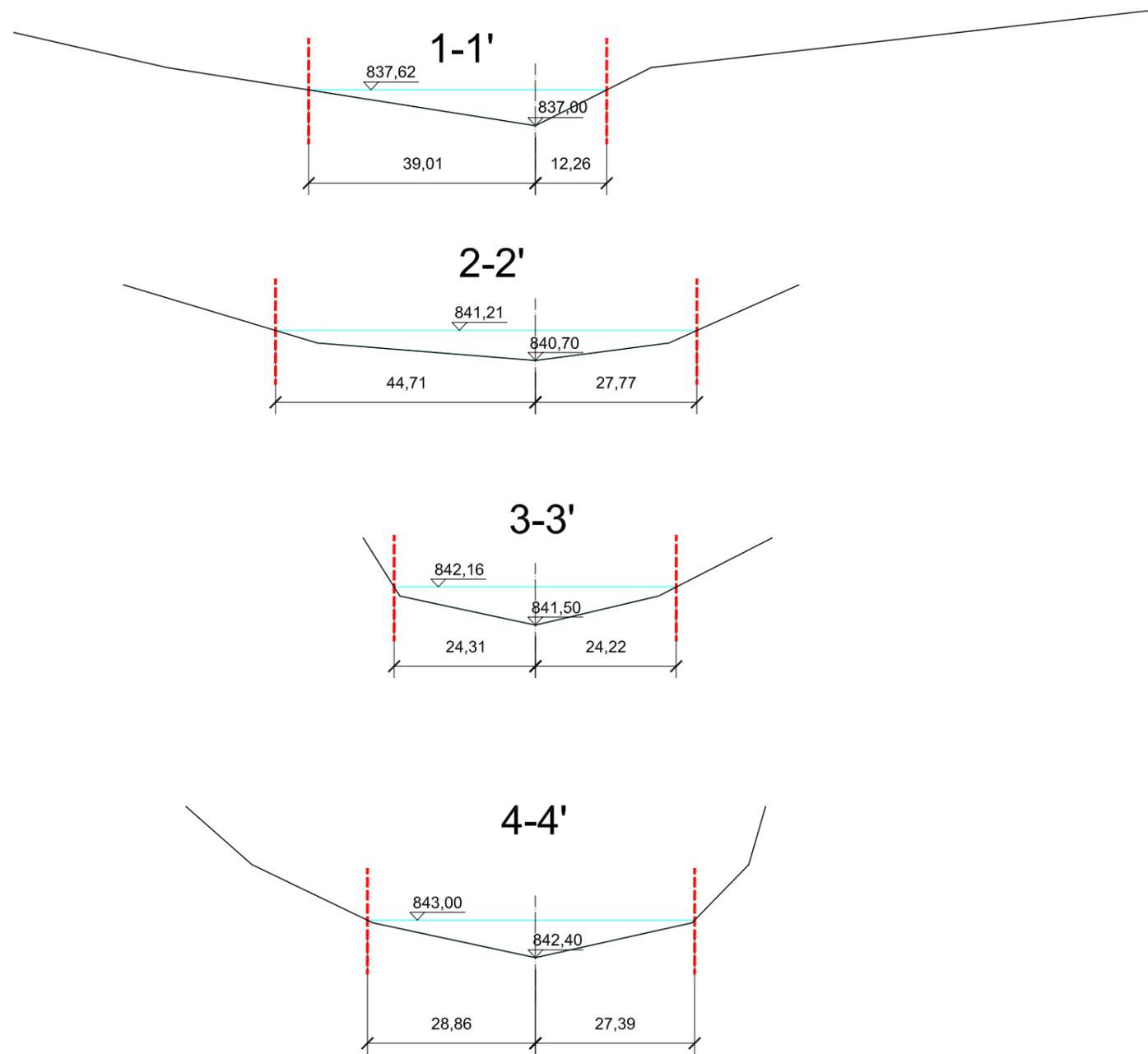
ESCALA:
1:3000
(ORIGINAL A-3)

Nº:
2

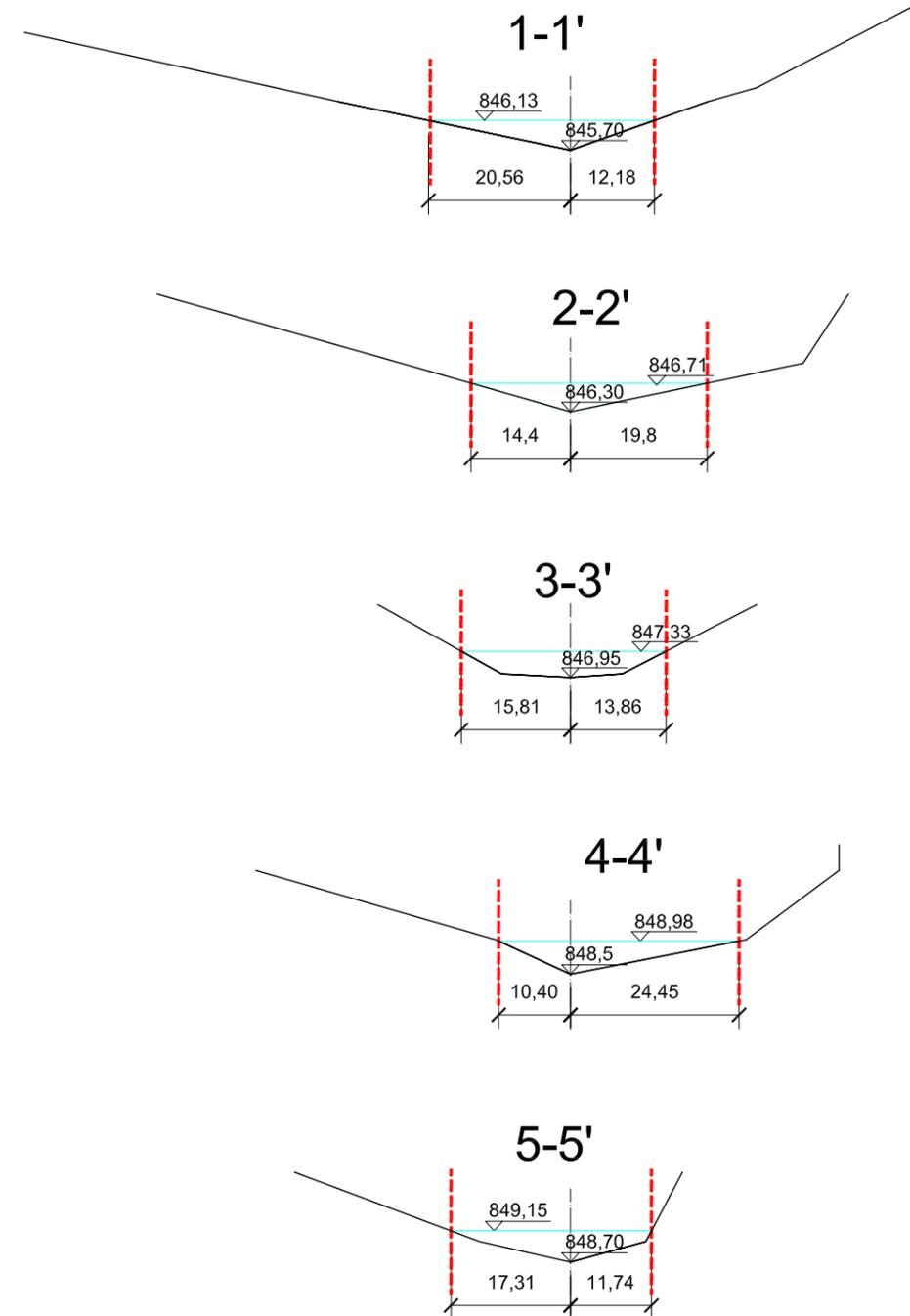
DESIGNACIÓN:
ESTADO ACTUAL.
ZONA INUNDABLE.

FECHA:
OCT 2007
(REVISADO JUNIO 2013)
HOJA:
02 DE 02

POZUELO CUENCA Nº 1



POZUELO CUENCA Nº 2



LEYENDA

— COTA CAUDAL AVENIDA T=500 AÑOS
 - - - LIMITE INUNDABLE T=500 AÑOS

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE POZUELO

CONSULTOR: FERNÁNDEZ-PACHECO INGENIEROS, S.L.
 Plaza del Alfozano, 9-Bis. 1º Telf: 967 193 738
 02001 Albacete Fax: 967 193 739
 E-mail: fp@fpingenieros.com

EXPEDIENTE: A07.n02.ene.POZ. POM.V4.M0

LOS AUTORES DEL P.O.M.:
 ANDRÉS FERNÁNDEZ-PACHECO SÁNCHEZ ING. DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS
 JAVIER CONTRERAS BUENO ING. DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS

PLAN DE ORDENACIÓN MUNICIPAL DE POZUELO (ALBACETE)

FASE ADMINISTRATIVA: Art. 136

SISTEMA GEODÉSICO: ED 50

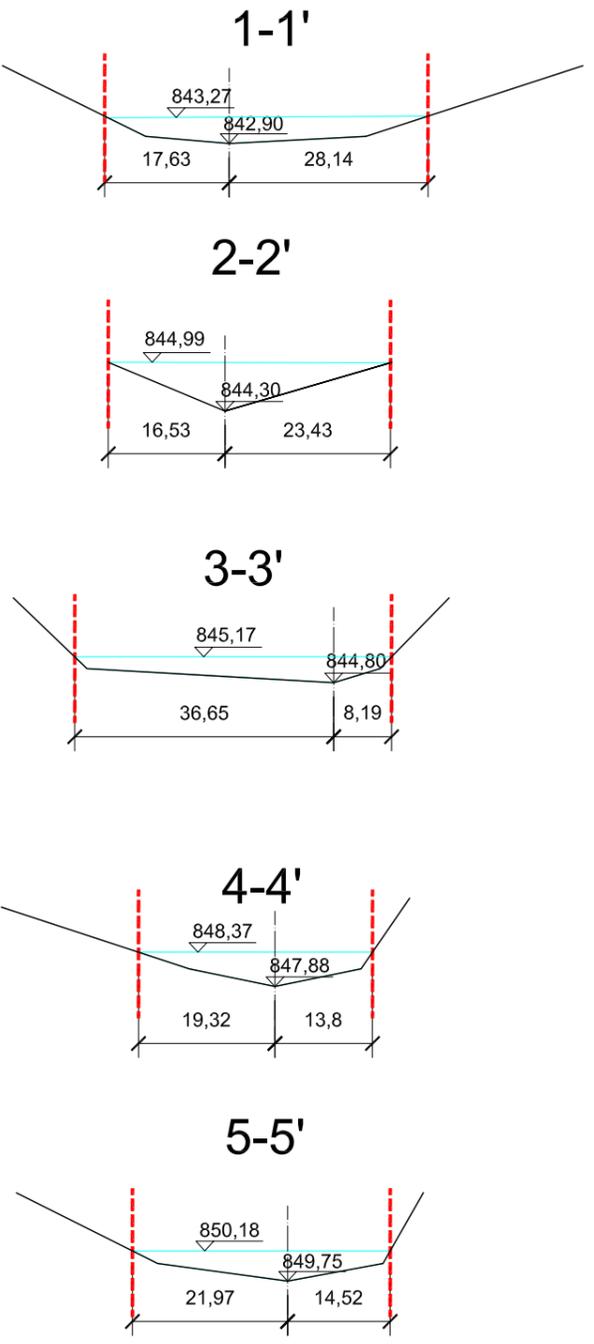
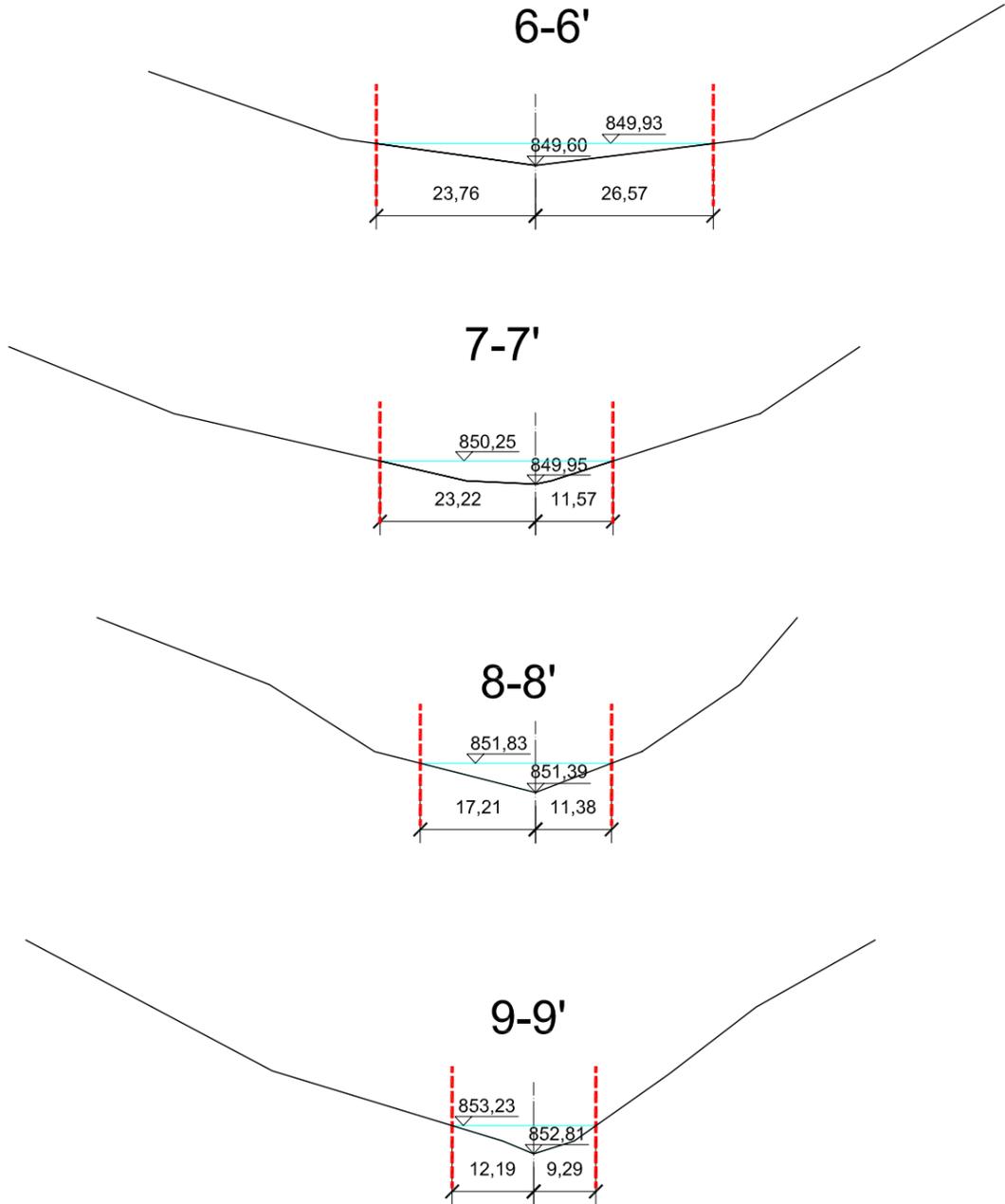
ESCALA: H=1/2.000 V=1/200 (ORIGINAL A-3)

Nº: 3

DESIGNACIÓN: PERFILES TRANSVERSALES

FECHA: OCT 2007 (REVISADO JUNIO 2013)
HOJA: 01 DE 03

POZUELO CUENCA Nº 3



LEYENDA
 — COTA CAUDAL AVENIDA T=500 AÑOS
 - - - LÍMITE INUNDABLE T=500 AÑOS

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE POZUELO

CONSULTOR: FERNÁNDEZ-PACHECO INGENIEROS, S.L.
 Plaza del Alfozano, 9-Bis. 1º 02001 Albacete
 Telf: 967 193 738 Fax: 967 193 739 E-mail: fp@fpingenieros.com

EXPEDIENTE: A07.n02.ene.POZ. POM.V4.M0

LOS AUTORES DEL P.O.M.:
 ANDRÉS FERNÁNDEZ-PACHECO SÁNCHEZ ING. DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS
 JAVIER CONTRERAS BUENO ING. DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS

PLAN DE ORDENACIÓN MUNICIPAL DE POZUELO (ALBACETE)

FASE ADMINISTRATIVA: Art. 136

SISTEMA GEODÉSICO: ED 50

ESCALA: H=1/2.000 V=1/200 (ORIGINAL A-3)

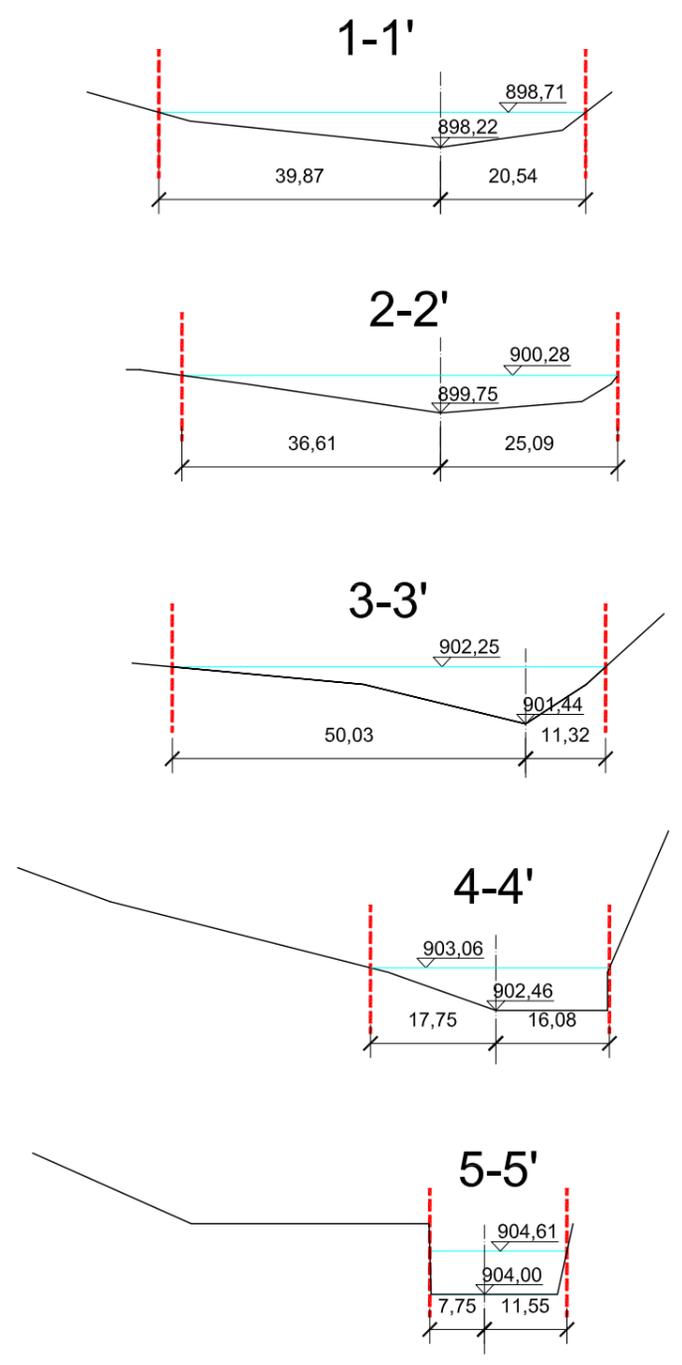
Nº: 3

DESIGNACIÓN: PERFILES TRANSVERSALES

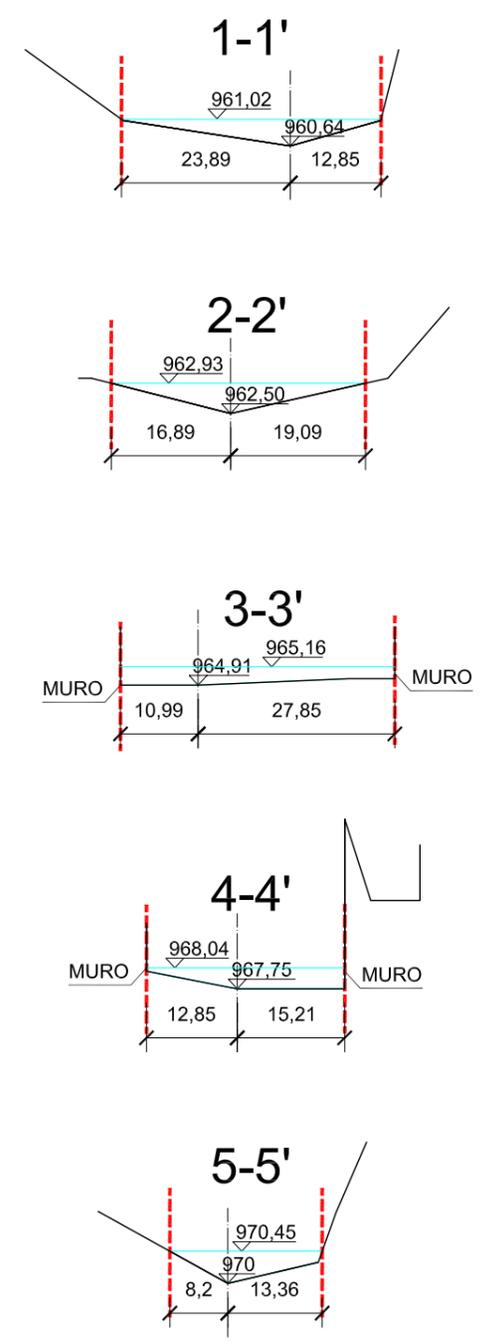
FECHA: OCT 2007 (REVISADO JUNIO 2013)
HOJA: 02 DE 03

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el diario "La Tribuna" de fecha 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma inicial por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 08/10/2010 y revisado en junio de 2013 para su aprobación definitiva. El Secretario. Fdo.: Enrique González Carrasco.

LA ZARZA



CASICA DEL MADROÑO



LEYENDA

	COTA CAUDAL AVENIDA T=500 AÑOS
	LÍMITE INUNDABLE T=500 AÑOS

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE POZUELO

CONSULTOR: **FERNÁNDEZ-PACHECO INGENIEROS, S.L.**
 Plaza del Alcazaro, 9-Bis. 1º Telf: 967 193 738
 02001 Albacete Fax: 967 193 739
 E-mail: fp@fpingenieros.com

EXPEDIENTE: A07.n02.ene.POZ. POM.V4.M0

LOS AUTORES DEL P.O.M.:
 ANDRÉS FERNÁNDEZ-PACHECO SÁNCHEZ ING. DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS
 JAVIER CONTRERAS BUENO ING. DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS

PLAN DE ORDENACIÓN MUNICIPAL DE POZUELO (ALBACETE)

FASE ADMINISTRATIVA: Art. 136

SISTEMA GEODÉSICO: ED 50

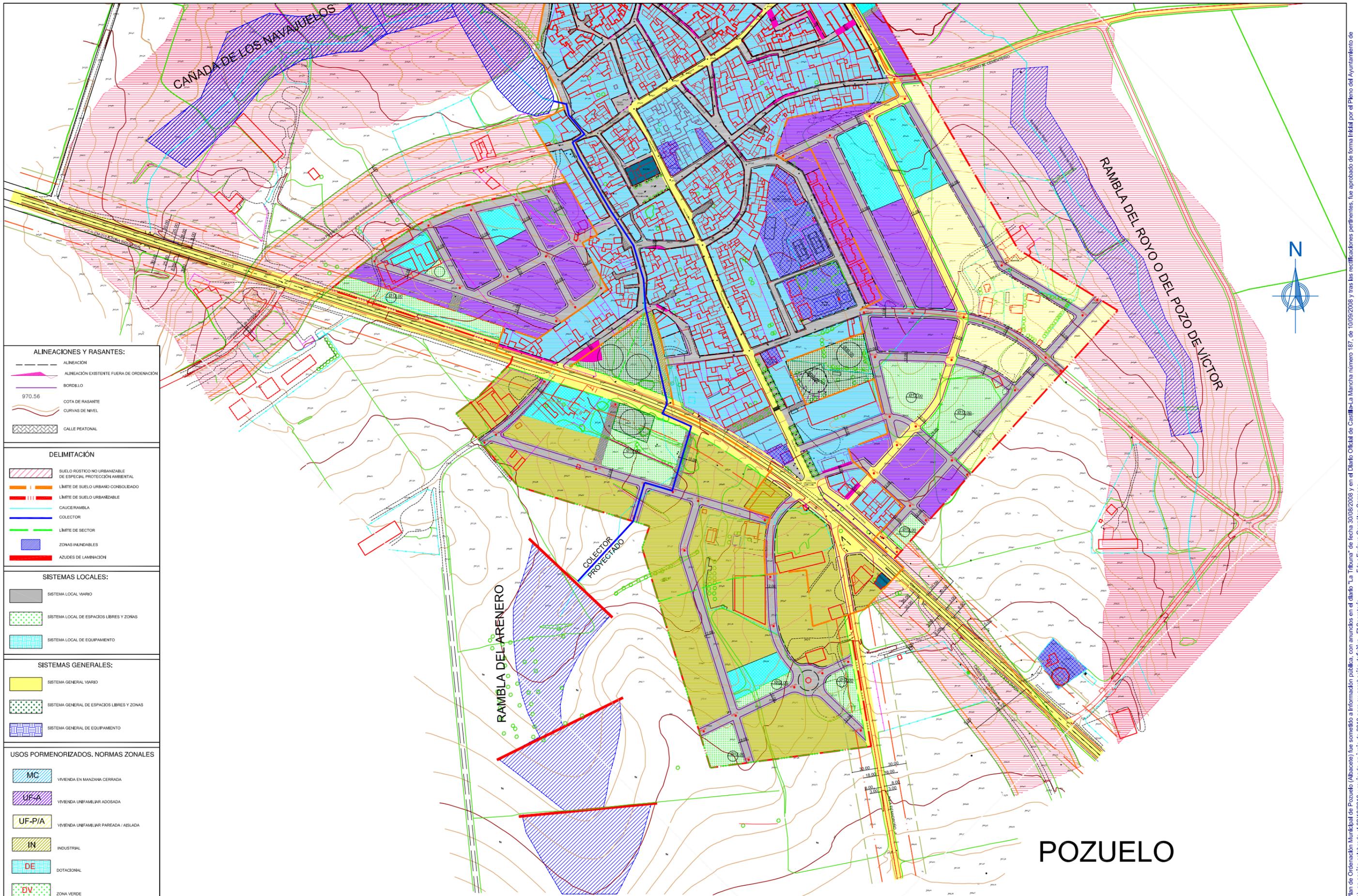
ESCALA: H=1/2.000 V=1/200 (ORIGINAL A-3)

Nº: 3

DESIGNACIÓN: PERFILES TRANSVERSALES

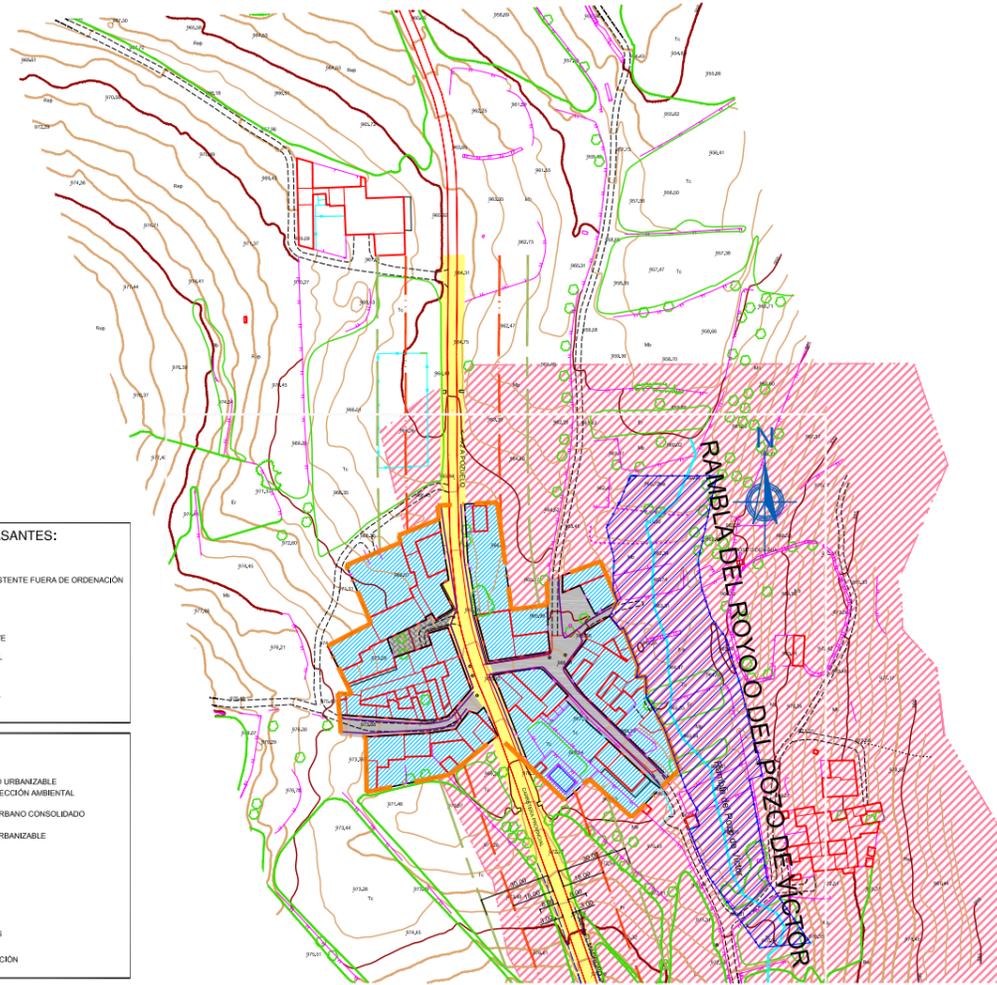
FECHA: OCT 2007 (REVISADO JUNIO 2013)
 HOJA: 03 DE 03

DILIGENCIA: El Plan de Ordenación Municipal de Pozuelo (Albacete) fue sometido a información pública, con anuncios en el diario "La Tribuna" de fecha 30/08/2008 y en el diario "La Tribuna" de fecha 10/09/2008 y tras las rectificaciones pertinentes, fue aprobado de forma inicial por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo (Albacete), en sesión celebrada el 08/10/2010 y revisado en junio de 2013 para su aprobación definitiva. El Secretario. Fdo.: Enrique González Carrasco.

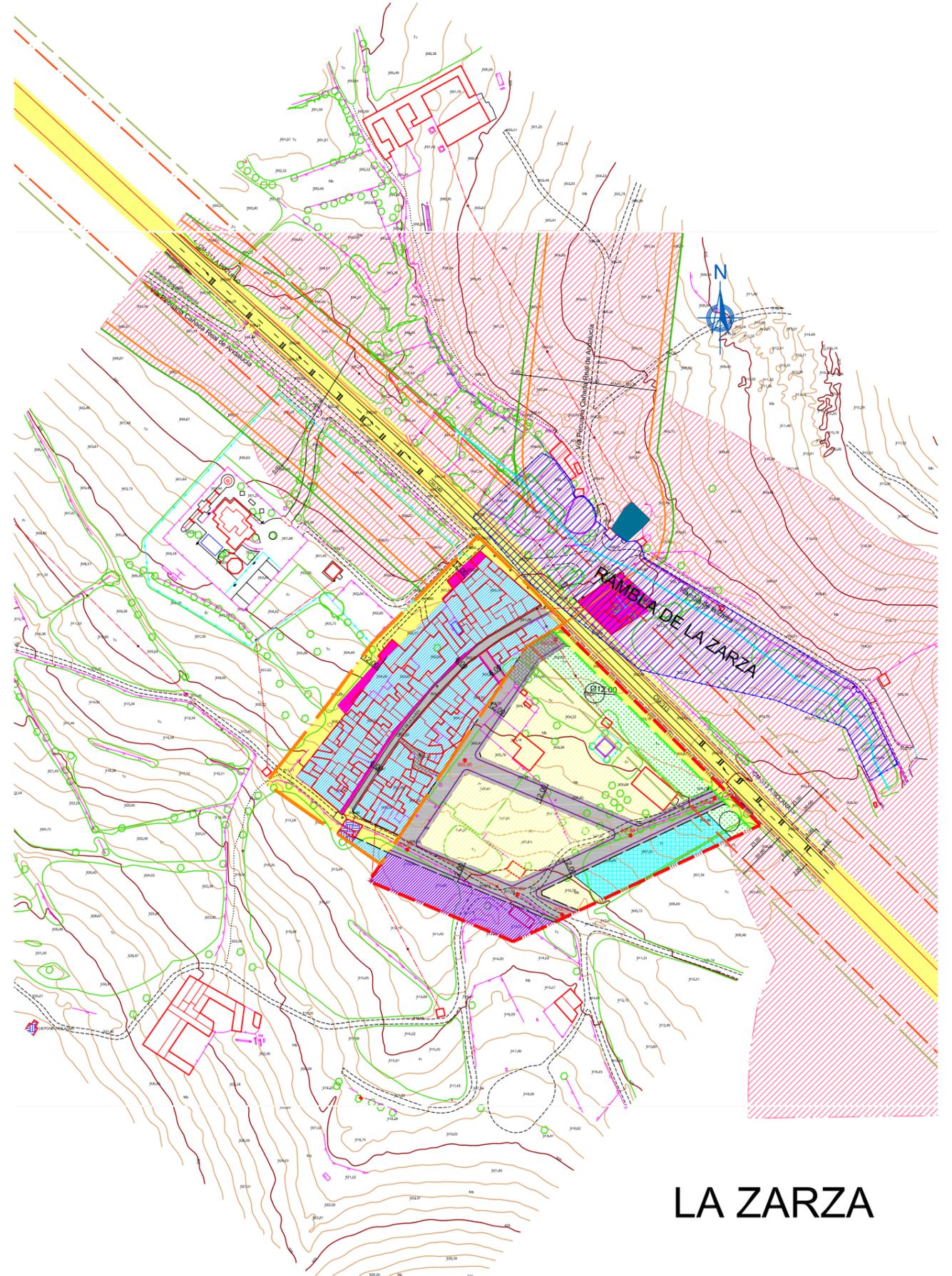


ALINEACIONES Y RASANTES:	
	ALINEACION
	ALINEACION EXISTENTE FUERA DE ORDENACION
	BORDILLO
	970.56 COTA DE RASANTE
	CURVAS DE NIVEL
	CALLE PEATONAL
DELIMITACION	
	SUELO RUSTICO NO URBANIZABLE DE ESPECIAL PROTECCION AMBIENTAL
	LIMITE DE SUELO URBANO CONSOLIDADO
	LIMITE DE SUELO URBANIZABLE
	CAUCE/RAMBLA
	COLECTOR
	LIMITE DE SECTOR
	ZONAS INUNDABLES
	AZUDES DE LAMINACION
SISTEMAS LOCALES:	
	SISTEMA LOCAL VIARIO
	SISTEMA LOCAL DE ESPACIOS LIBRES Y ZONAS
	SISTEMA LOCAL DE EQUIPAMIENTO
SISTEMAS GENERALES:	
	SISTEMA GENERAL VIARIO
	SISTEMA GENERAL DE ESPACIOS LIBRES Y ZONAS
	SISTEMA GENERAL DE EQUIPAMIENTO
USOS PORMENORIZADOS. NORMAS ZONALES	
	MC VIVIENDA EN MANZANA CERRADA
	UF-A VIVIENDA UNIFAMILIAR ADOSADA
	UF-PIA VIVIENDA UNIFAMILIAR PAREADA / AISLADA
	IN INDUSTRIAL
	DE DOTACIONAL
	EV ZONA VERDE

POZUELO



LA CASICA



LA ZARZA

ALINEACIONES Y RASANTES:

	ALINEACION
	ALINEACION EXISTENTE FUERA DE ORDENACION
	BORDILLO
	COTA DE RASANTE
	CURVAS DE NIVEL
	CALLE PEATONAL

DELIMITACION

	SUELO RUSTICO NO URBANIZABLE DE ESPECIAL PROTECCION AMBIENTAL
	LIMITE DE SUELO URBANO CONSOLIDADO
	LIMITE DE SUELO URBANIZABLE
	CAUCE/RAMBLA
	COLECTOR
	LIMITE DE SECTOR
	ZONAS INUNDABLES
	AZUDES DE LAMINACION

SISTEMAS LOCALES:

	SISTEMA LOCAL VIARIO
	SISTEMA LOCAL DE ESPACIOS LIBRES Y ZONAS
	SISTEMA LOCAL DE EQUIPAMIENTO

SISTEMAS GENERALES:

	SISTEMA GENERAL VIARIO
	SISTEMA GENERAL DE ESPACIOS LIBRES Y ZONAS
	SISTEMA GENERAL DE EQUIPAMIENTO

USOS PORMENORIZADOS. NORMAS ZONALES

	MC	VIVIENDA EN MANZANA CERRADA
	UF-A	VIVIENDA UNIFAMILIAR ADOSADA
	UF-PIA	VIVIENDA UNIFAMILIAR PAREADA / AISLADA
	IN	INDUSTRIAL
	DE	DOTACIONAL
	EV	ZONA VERDE