



1. **JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.**
 - 1.1. INTRODUCCIÓN
 - 1.2. ANTECEDENTES.
 - 1.3. JUSTIFICACIÓN.
2. **OBJETO**
3. **NORMATIVA VIGENTE EN EL MARCO DEL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO Y LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES.**
 - 3.1. COMPETENCIAS.
 - 3.2. MARCO LEGISLATIVO.
 - 3.3. CONTENIDO DE LOS INFORMES.
4. **ÁMBITO DE ACTUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RELEVANCIA HIDROLÓGICA**
 - 4.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.
 - 4.2. CARACTERÍSTICAS OROGRÁFICAS.
 - 4.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.
 - 4.4. USOS DEL SUELO.
 - 4.5. ORDENACIÓN URBANÍSTICA.
 - 4.6. HIDROLOGÍA. CAUCES DE ESTUDIO.
5. **ESTUDIO HIDROLÓGICO**
 - 5.1. OBJETIVO Y ANTECEDENTES.
 - 5.2. CUENCAS DE APORTACIÓN.
 - 5.3. CONSIDERACIONES GENERALES DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO.
 - 5.4. CONSIDERACIONES PARTICULARES DE CÁLCULO.
 - 5.5. RESULTADOS
6. **ESTUDIO HIDRÁULICO**
 - 6.1. INTRODUCCIÓN.
 - 6.2. TRAMOS DE ESTUDIO.
 - 6.3. CÁLCULO HIDRÁULICO.
 - 6.4. RESULTADOS.
7. **PROPUESTAS DE ACTUACIÓN Y DE ORDENACIÓN**
 - 7.1. DETERMINACIONES DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO.
 - 7.2. DETERMINACIONES EN ZONA INUNDABLE.

ANEJO 1. PLANOS

1

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. ANTECEDENTES.
- 1.3. JUSTIFICACIÓN.



1.1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de hidrológico-hidráulico se realiza a petición del equipo redactor del Plan Parcial del Sector SUS-O1-GL "Guadalquitón", en cumplimiento con el documento de avance emitido por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, y que tiene como objetivo, determinar la lámina de inundación para un periodo de retorno de 500 años, así como la Máxima Crecida Ordinaria de los cauces que se encuentran dentro del sector, y que en cierto modo pueden ser afectados por la ordenación urbanística propuesta en el Plan Parcial SUS-O1-GL.

1.2. ANTECEDENTES.

Plan Parcial del Sector 001-GL "Guadalquitón" del vigente PGOU de San Roque, cuya clasificación fue ratificada por la Adaptación Parcial a la LOUA del PGOU de San Roque, aprobado por acuerdo plenario de 30 de enero de 2009. Aun así, el documento técnico de Plan Parcial definitivo, así como su Anexo relativo al Estudio Ambiental Estratégico, representa el documento de subsanación requerido por el Ayuntamiento de San Roque en la resolución de aprobación inicial de 7 de noviembre de 2002 con la finalidad de que se siga el procedimiento de evaluación ambiental previsto en el capítulo quinto del Decreto 292/1995, de 12 de diciembre, y posteriormente se continúe el expediente hasta la resolución de aprobación definitiva.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

Ante la ausencia de deslinde administrativo del Dominio Público Hidráulico de los cauces existentes, este estudio procede a la delimitación de las zonas inundables (500 años de periodo de retorno) y Máxima Crecida Ordinaria, de todos los cauces públicos que discurren por el sector objeto de ordenación,

Si bien es cierto que un Plan Parcial no es la figura apropiada para cambiar la clasificación del suelo, si es necesario indicar que tanto el Dominio Público Hidráulico como su zona de servidumbre deben ser clasificadas en el próximo PGOU como Suelo no Urbanizable de especial Protección por legislación específica. Mientras tanto deberán tratarse dichos espacios acorde a su futura clasificación.

El DPH y sus zonas de servidumbre comprenden áreas que carecen de utilización activa y que precisan preservar sus características naturales, en consecuencia, no computan como aprovechamiento urbanístico ni como suelos útiles de espacios libres en el planeamiento adscritos a la categoría Sistema General de espacios libres.

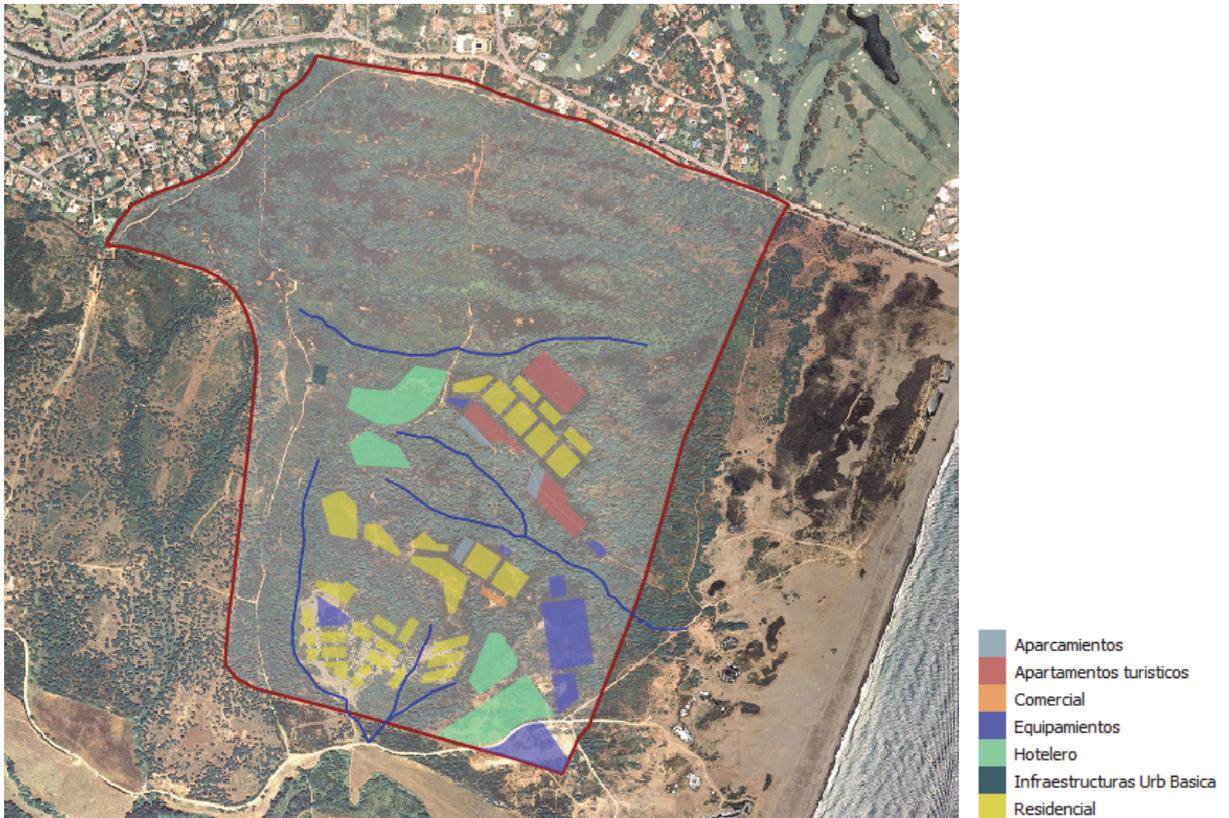
Deberá representarse en los planos de ordenación la mencionada delimitación técnica del D.P.H. así como su zona de servidumbre y policía.

2

OBJETO



Este estudio contiene la memoria metodológica empleada para el cumplimiento de las especificaciones establecidas por la administración hidráulica competente en materia de agua dentro de las determinaciones incluidas del documento de avance relativo al Plan Parcial, y que tienen una relación directa con la recomendaciones sobre el contenido mínimo en materia de aguas de los planeamientos urbanísticos y de los actos y ordenanzas de las entidades locales.

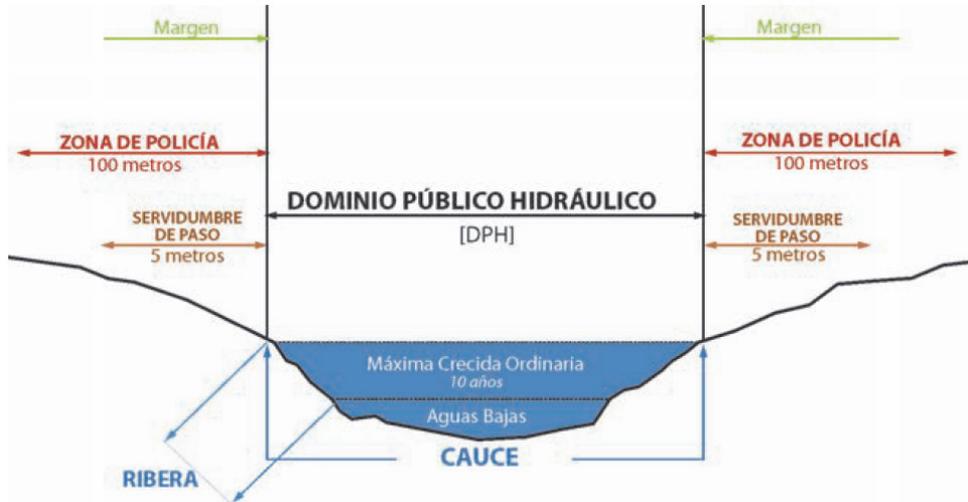


Sector SUS-01-GL "GUADALQUITÓN".

La simulación del riesgo de inundación, así como la delimitación de la MCO, podrá permitir a las administraciones, clasificar y ordenar el suelo, con el objetivo de reducir considerablemente las pérdidas humanas y materiales de la zona, así como salvaguardar el dominio público en los ámbitos afectados por la ordenación urbanística.



En este sentido, de forma general, habrá que conservar la sección tipo de los arroyos conforme al reglamento de Dominio Público, principalmente, y todas las determinaciones incluidas en la legislación vigente en materia de agua. Así, en la siguiente figura podemos apreciar el esquema básico de afecciones a cauce según el propio reglamento.



Ordenación y afecciones a cauces. Imagen extraída de la C.H.Duero.

3

NORMATIVA VIGENTE EN EL MARCO DEL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO Y LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES.

- 3.1. COMPETENCIAS.
- 3.2. MARCO LEGISLATIVO.
- 3.3. CONTENIDO DE LOS INFORMES.
 - 3.3.1. DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO.
 - 3.3.2. ZONAS INUNDABLES Y PREVENCIÓN DE RIEGO DE INUNDACIÓN.



3.1. COMPETENCIAS.

El 1 de junio de 2009 la Dirección General de Dominio Público Hidráulico de la Agencia Andaluza del Agua aprobó la Instrucción relativa a la elaboración de informes en materia de aguas a los planeamientos urbanísticos. Desde esa fecha han cambiado muchos aspectos relativos al agua en Andalucía, entre ellos la legislación, el marco competencial y la administración hidráulica andaluza, que aconsejan la redacción de unas nuevas recomendaciones en materia de aguas.

La Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía reguló, en su artículo 42, los aspectos básicos de los informes de aguas. Aunque la Ley entró en vigor el 10 de agosto de 2010, el contenido global de dicho artículo no es de aplicación hasta el 10 de febrero de 2012.

La Sentencia del Tribunal Constitucional 30/2011 de 16 de marzo de 2011 declaró la inconstitucionalidad y nulidad del artículo 51 de la Ley Orgánica 2/2007, de 19 de marzo, de reforma del Estatuto de Autonomía para Andalucía. El Tribunal Supremo, en sus sentencias de 13 y 14 de junio de 2011, declaró la nulidad del Real Decreto 1666/2008. El Real Decreto 1498/2011, de 21 de octubre, ejecutó dichas sentencias e integró en la Administración del Estado los medios personales y materiales traspasados a la Comunidad Autónoma de Andalucía por el Real Decreto 1666/2008, de 17 de octubre.

La Ley 1/2011, de 17 de febrero, de reordenación del sector público andaluz, extinguió la Agencia Andaluza del Agua, con efectos desde 30 de abril de 2011, para integrar en la estructura orgánica de la Consejería de Medio Ambiente las competencias y órganos propios de la Administración hidráulica de la Junta de Andalucía. Creándose la Secretaría General de Agua, de la que dependen la Dirección General de Infraestructuras y Explotación del Agua y la Dirección General de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico.

En base a los antecedentes expuestos, las presentes recomendaciones se redactan teniendo en cuenta la Instrucción de 20 de febrero de 2012 de la Dirección General de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico sobre la elaboración de informes en materia de aguas a los planes con incidencia territorial, a los planeamientos urbanísticos y a los actos y ordenanzas de las entidades locales es que se aprobó al objeto de simplificar el procedimiento administrativo en la emisión de los informes de aguas a los planeamientos urbanísticos andaluces y a los actos y ordenanzas de las entidades locales, ajustarse al actual marco competencial y normativo en materia de aguas, facilitar y clarificar el papel de la Administración Local ante la Administración Hidráulica y ofrecer una directriz para la valoración técnica del planeamiento urbanístico y territorial, así como la de sus revisiones, en aquellos aspectos recogidos en la legislación de aguas, estableciendo el nivel de detalle con el que deben ser analizados una serie de aspectos y conceptos que afectan al patrimonio hidráulico: agua como bien natural, medio físico por el que discurre de forma natural e infraestructuras del agua (regulación, captación, transporte, tratamiento, vertido y de defensa ante riesgos de inundación). Estableciéndose criterios generales, recomendaciones y determinaciones a los fines de armonizar los aspectos comunes, así como una serie de limitaciones de uso y prohibiciones que deben ser observadas.



El marco competencial en materia de aguas en Andalucía se estructura en dos grandes bloques establecidos a partir del carácter intercomunitario o intracomunitario de las Demarcaciones Hidrográficas. Para las primeras, intercomunitarias, las competencias recaen en la Administración General del Estado. En las intracomunitarias, las competencias corresponden a la Junta de Andalucía.

En Andalucía tenemos las siguientes Demarcaciones Hidrográficas intercomunitarias:

- Guadiana
- Guadalquivir
- Segura

Por su parte, las Demarcaciones Hidrográficas intracomunitarias existentes en Andalucía son:

- Tinto, Odiel y Piedras
- Guadalete y Barbate
- Cuencas Internas Mediterráneas

La alteración del régimen natural del agua como recurso natural con disponibilidad limitada, debe contemplarse valorando los aspectos ecológicos, de cantidad, calidad, degradación por su utilización y oportunidad de su uso. Las infraestructuras del agua, existentes y proyectadas, no deben ser consideradas como meras actuaciones de remoción de los efectos negativos derivados de la estacionalidad, irregularidad y severidad de las situaciones climáticas extremas.

Además de cuestiones de tipo natural, ambiental y paisajístico, la planificación de actividades en terrenos expuestos a riesgos naturales cuya ordenación se pretende, debe aplicarse racionalizando la utilización del medio y sus recursos con criterios de sostenibilidad, crecimiento racional y ordenado de la ciudad, adecuado a las propias características estructurales del municipio.

3.2. MARCO LEGISLATIVO.

La Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía establece en su artículo 42 que la Administración Hidráulica Andaluza emitirá informe sobre los actos y planes con incidencia en el territorio de las distintas Administraciones Públicas que afecten o se refieran al régimen y aprovechamiento de las aguas continentales, superficiales o subterráneas, a los perímetros de protección, a las zonas de salvaguarda de las masas de agua subterránea, a las zonas protegidas o a los usos permitidos en terrenos de dominio público hidráulico y en sus zonas de servidumbre y policía, teniendo en cuenta a estos efectos lo previsto en la planificación hidrológica y en las planificaciones sectoriales aprobadas por el Consejo de Gobierno.





Dicho informe se pronunciará expresamente sobre si los planes de ordenación del territorio y urbanismo respetan el deslinde del dominio público hidráulico, la delimitación técnica de la línea de deslinde, las zonas de servidumbre y policía, la delimitación de las zonas inundables, la existencia de recursos hídricos suficientes para satisfacer las nuevas demandas hídricas y la adecuación del tratamiento de los vertidos a la legislación vigente. En cualquier caso, se informará sobre las infraestructuras de aducción y depuración de aguas.

En los instrumentos de ordenación del territorio y planeamiento urbanístico, no se podrá prever ni autorizar en las vías de intenso desagüe ninguna instalación o construcción, ni de obstáculos que alteren el régimen de corrientes.

El Decreto 189/2002, de 2 de julio, por el que se aprueba el Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Cauces Urbanos Andaluces establece en su artículo 18 que los nuevos crecimientos urbanísticos deberán situarse en terrenos no inundables.

La Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía en su artículo 32 determina que en la aprobación inicial y provisional del instrumento de planeamiento la Administración competente solicitará a la Administración Hidráulica Andaluza el preceptivo informe de aguas que deberá ser emitido en los plazos establecidos. Por su parte, la Ley 9/2010 regula que la Administración competente para la tramitación de los instrumentos de planeamiento urbanístico solicitará a la Administración Hidráulica Andaluza informe con anterioridad a la aprobación inicial y definitiva de los mismos.

El Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de Aguas establece en su artículo 25.4, que la Administración Hidráulica emitirá informe previo sobre los actos, planes y ordenanzas de competencia autonómica o local que afecten al régimen y aprovechamiento de las aguas continentales, a los usos permitidos en terrenos de dominio público hidráulico y en sus zonas de servidumbre y policía y cuando comporten nuevas demandas de recursos hídricos.

Los instrumentos de planeamiento urbanísticos sometidos a informe de aguas son los definidos en el artículo 7 de la Ley 7/2002. Además quedan sometidos a dicho informe los proyectos de urbanización, los proyectos de actuación y los planes especiales de las actuaciones de interés público en terrenos con el régimen del suelo no urbanizable, así como las edificaciones o asentamientos regulados en el Decreto 2/2012 de 10 de enero de 2012.

La Administración Hidráulica Andaluza con el objetivo del cumplimiento de los principios de racionalización, simplificación, agilidad de los trámites administrativos y seguridad jurídica informará con el máximo detalle a los instrumentos de planeamiento general, posponiendo para los planeamientos de desarrollo aquellos condicionantes que sólo se pueden alcanzar en dicha fase. Para ello en sus informes se definirá claramente los aspectos que deben cumplirse en cada tipo de planeamiento. Asimismo, cuando se hayan observado todos los condicionantes establecidos en sus informes se pronunciará expresamente sobre la falta de necesidad de informar a las figuras de planeamiento de desarrollo subsiguientes.



Las recomendaciones se han estructurado en tres bloques:

- Contenido de los informes
- Procedimiento
- Plazo

A su vez, el primer bloque se ha dividido en cinco apartados:

- Dominio público hidráulico
- Zonas inundables y prevención de riesgos por inundación
- Disponibilidad de recursos hídricos
- Infraestructuras del ciclo integral del agua:
- Abastecimiento
- Saneamiento y depuración
- Financiación de estudios e infraestructuras

Teniendo en cuenta el marco competencial en materia de aguas existente en Andalucía, en las cuencas intercomunitarias correspondería a las Confederaciones Hidrográficas informar en los apartados de Dominio público hidráulico y Disponibilidad de recursos hídricos, sin perjuicio de lo que corresponda informar en los apartados señalados a la Administración Hidráulica Andaluza en función de las competencias que la Junta de Andalucía ostenta en materia de ordenación del territorio y medio ambiente. Para el resto de apartados: zonas inundables y prevención de riesgos por inundación, infraestructuras del ciclo integral del agua y financiación de estudios e infraestructuras, corresponde informar a la Administración Hidráulica Andaluza.

En la presente Recomendación se articulan los procedimientos a seguir en las Demarcaciones Hidrográficas Intercomunitarias por la Administración Hidráulica Andaluza para recabar de las Confederaciones Hidrográficas los informes de Dominio público hidráulico y Disponibilidad de recursos hídricos.

Para las cuencas intracomunitarias correspondería a la Administración Hidráulica Andaluza informar sobre la totalidad de los apartados en los que se estructuran los informes a los planeamientos urbanísticos y a los actos y ordenanzas de las Entidades Locales.

La Recomendación incorpora diversos recordatorios legales de los aspectos que van a ser desarrollados con objeto de facilitar la realización del informe. A este respecto la normativa citada es la siguiente:

- Directiva Marco del Agua 2000/60/CE del 23 de octubre de 2000
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.



- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, modificado por Real Decreto 9/2008, de 11 de enero.
- Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía.
- Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía.
- Decreto 189/2002, de 2 de julio, por el que se aprueba el Plan de avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Decreto 206/2006, de 28 de noviembre, por el que se adapta el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía a las Resoluciones aprobadas por el Parlamento de Andalucía.

3.3. CONTENIDO DE LOS INFORMES.

3.3.1. DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO.

De su delimitación.

1. Los planes con incidencia territorial, los instrumentos de planeamiento urbanístico y los actos de las Entidades Locales, en su ámbito territorial, incorporarán el deslinde del dominio público hidráulico que tenga efectuado la Administración Hidráulica, la delimitación técnica de la línea de deslinde y la delimitación de las zonas de servidumbre y policía. Así mismo, recogerá una delimitación de las masas de aguas subterráneas existentes en su ámbito y la de los correspondientes perímetros de protección de las captaciones.
2. Previo a la aprobación de los planes de ordenación territorial y a la aprobación inicial de los instrumentos de planeamiento urbanístico, la Administración competente en su tramitación solicitará a la Administración Hidráulica el deslinde del dominio público hidráulico que tenga efectuado, la delimitación técnica de la línea de deslinde y la delimitación de las zonas de servidumbre y policía.
3. En el supuesto de que la Administración Hidráulica no dispusiera de la delimitación del dominio público hidráulico y de sus zonas de protección, los planes con incidencia territorial, el planeamiento urbanístico y los actos de las Entidades Locales, dentro de su ámbito territorial, incluirán un estudio hidrológico-hidráulico para su determinación, al menos, de aquellos cauces afectados por el planeamiento vigente y por sus previsiones, independientemente de la clasificación del suelo (urbano, urbanizable y no urbanizable).
4. El instrumento de planeamiento identificará, mediante plano topográfico a escala 1:1.000, los cauces y sus zonas de protección. Además, incluirá plano de planta y plano con perfiles transversales al menos, cada 50 metros, definiendo el cauce y las zonas de servidumbre y policía así como la máxima crecida ordinaria y la zona de flujo preferente (vía de intenso desagüe y zona para la avenida de 100 años donde se puedan producir



graves daños sobre las personas y los bienes). En los planos de planta donde se delimiten los cauces y sus zonas de protección se superpondrá el planeamiento. Los perfiles se numerarán correlativamente con pK creciente desde aguas abajo hacia aguas arriba y se representarán en alzado según el sentido del flujo. Los perfiles se ubicarán en plano de planta. El estudio hidrológico-hidráulico será redactado por técnico competente.

5. El estudio hidrológico e hidráulico deberá ser supervisado por la Administración Hidráulica Andaluza en cuanto a sus hipótesis de partida y métodos de cálculo. Para ello, junto al estudio se remitirá la cartografía utilizada y las entradas y salidas del programa hidráulico en formato digital. Dicha supervisión no supone, salvo señalamiento expreso, aceptación por parte de la misma en cuanto a sus resultados.
6. A partir de los resultados obtenidos de la máxima crecida ordinaria en el estudio hidrológico-hidráulico, la Administración Hidráulica Andaluza incorporará criterios geomorfológicos, ecológicos, cartográficos, ortográficos y referencias históricas para realizar la delimitación técnica de la línea de deslinde que será trasladada a la Entidad Local para su incorporación a los actos e instrumentos urbanísticos correspondientes.
7. La zona de policía a la que se refiere el artículo 6.1.b) del Texto Refundido de la Ley de Aguas incluirá la zona o zonas donde se concentra referentemente el flujo de las aguas.
8. El informe emitido por la Administración Hidráulica Andaluza deberá hacer un pronunciamiento expreso sobre si los planes de ordenación del territorio y urbanismo respetan los datos del deslinde del dominio público hidráulico, o la delimitación técnica del mismo, y sus zonas de servidumbre y policía.

De su clasificación.

9. Una vez definida la línea que delimita el dominio público hidráulico, el planeamiento urbanístico general clasificará a dicho dominio y a sus zonas de servidumbre como Suelo No Urbanizable de Especial Protección por Legislación Específica, independientemente de la clasificación que ostentasen con anterioridad.
10. Los planes de desarrollo al no poder clasificar suelo, deberán delimitar y respetar el dominio público hidráulico y las zonas de servidumbre, estableciéndose en estas zonas las mismas garantías que si tuviesen la clasificación de suelo no urbanizable de especial protección por legislación específica. El planeamiento general deberá regularizar su clasificación.
11. El dominio público hidráulico y sus zonas de servidumbre comprenden áreas que carecen de utilización activa y que precisan preservar sus características naturales, en consecuencia, no computan como aprovechamiento urbanístico ni como suelos útiles de espacios libres en el planeamiento urbanístico y no serán adscritos a la categoría de Sistemas Generales de espacios libres.
12. Las zonas de policía podrán ser clasificadas como suelos no urbanizables o suelos urbanos y urbanizables con las limitaciones de actividades y usos establecidos en la normativa vigente.



13. El deslinde del dominio público hidráulico o la delimitación técnica de la línea de deslinde efectuado por la Administración Hidráulica implicará la adaptación del planeamiento urbanístico en vigor de forma que los suelos delimitados se clasifiquen como suelo no urbanizable de especial protección por legislación específica.
14. Los Planes Generales de Ordenación Urbanística recogerán los cauces de dominio público hidráulico soterrados bajo viales que discurren por suelo urbano o urbanizable, regularizando su clasificación como suelo no urbanizable de especial protección por legislación específica.

De sus usos.

15. En el dominio público hidráulico y en sus zonas de servidumbre se garantizará la continuidad ecológica.
16. En los planes con incidencia territorial, en los planeamientos urbanísticos y en los actos y ordenanzas de la Entidades Locales no se podrá prever acciones sobre el medio físico o biológico afecto al dominio público hidráulico que constituyan o puedan constituir una degradación del mismo.
17. Para el correcto mantenimiento y preservación de los valores naturales de los cauces que discurren por suelo urbano, corresponde a las Entidades Locales la recogida de los residuos sólidos arrojados a los cauces públicos.
18. En la zona de dominio público hidráulico se prohibirá cualquier tipo de ocupación temporal o permanente, con las excepciones relativas a los usos comunes especiales legalmente previstas. El planeamiento deberá señalar la previsión de autorizaciones temporales o permanentes de ocupación del dominio público hidráulico.
19. En las zonas de servidumbre sólo se podrá prever ordenación urbanística para uso público orientada a los fines de paso público peatonal y para el desarrollo de los servicios de vigilancia, conservación y salvamento y para el varado y amarre ocasional de embarcaciones, por tanto, no podrán prever construcciones. En estas zonas el planeamiento podrá planificar siembras o plantaciones de especies no arbóreas, que den continuidad a la vegetación de ribera específica del ámbito. Cualquier uso que demande la disposición de infraestructuras, mobiliario, protecciones, cerramiento u obstáculos deberá ser acorde a los fines indicados. En la zona de servidumbre no se permitirá la instalación de viales rodados.
20. En el caso de cauces de dominio público hidráulico encauzados o soterrados bajo viales que discurren por suelo urbano consolidado y edificado deberá dejarse libre al menos la zona correspondiente al Dominio Público Hidráulico, delimitándose, caso de no disponer de deslinde, en base a las dimensiones del encauzamiento o de la canalización ejecutada, ajustándose la zona de servidumbre al límite de la alineación de las fachadas ya existentes.

Las normas urbanísticas del planeamiento deberán incorporar que las construcciones que en un futuro sustituyan a las existentes, y afecten a la zona de servidumbre, deberán retranquearse de forma que se posibilite la recuperación de la zona de servidumbre de 5 metros a cada lado del cauce.



21. Las fichas urbanísticas de los sectores que afectan a cauces de dominio público hidráulico o a sus zonas de protección deberán recoger tal afección y la limitación de usos que corresponda, citando además que para la aprobación de la figura de desarrollo correspondiente el Ayuntamiento deberá solicitar informe en materia de aguas a la Administración Hidráulica.
22. En la zona de policía quedan prohibidas aquellas actuaciones que supongan alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno, las extracciones de áridos, así como cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que pueda ser causa de degradación o deterioro del dominio público hidráulico. También queda prohibida la instalación de balsas-depósitos de efluentes procedentes de actividades industriales o agrarias, aunque dispongan de medidas para evitar filtraciones o rebosamientos, salvo que estén fuera de zona inundable y que por su naturaleza no puedan tener otra ubicación.
23. Cualquier tipo de construcción que se realice en la zona de policía necesitará autorización previa de la administración hidráulica competente en materia de agua. A la petición de autorización se acompañará plano de planta que incluya la construcción y los márgenes del cauce, con perfiles transversales, al menos, uno por el punto de emplazamiento de la construcción más próximo al cauce, en el que quedarán reflejadas las posibles zonas exentas de edificios. Si la citada documentación se incorpora al documento de planeamiento, la Administración Hidráulica Andaluza podrá autorizar la actuación en el informe en materia de aguas.
24. Para embalses y humedales se establecerán unas franjas de protección medidas a partir del límite del máximo nivel normal de sus aguas, donde, salvo autorización expresamente justificada, se prohibirán las siguientes actuaciones:
 1. En la franja perimetral de protección de 100 metros:
 - Las actividades extractivas y de cantería, areneros y graveras, salvo expresa autorización otorgada para fines compatibles con la conservación de la zona.
 - La generación de vertederos o depósitos de materiales y los vertidos no autorizados por la Administración Hidráulica Andaluza.
 - Las explotaciones de las aguas superficiales o subterráneas o la alteración de los cauces sin las autorizaciones pertinentes.
 - Las edificaciones, construcciones y obras de todo tipo, salvo que cuenten con las autorizaciones preceptivas. El suelo residencial o terciario se ordenará volcando las zonas verdes hacia el embalse o humedal, de forma que estas zonas verdes se ubiquen en la banda de protección.
 - Toda actuación que cause alteraciones del terreno y no vaya encaminada a la restauración de la zona.
 - Toda acción que provoque directa o indirectamente contaminación de las aguas o que altere su calidad o condiciones ecológicas.



La aplicación de fertilizantes inorgánicos y productos fitosanitarios cuyo grado de toxicidad esté calificado como de tóxico o muy tóxico según la Reglamentación Técnico sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas.

Con carácter general esta banda de 100 metros caso de que pudiera estar afectada por un proceso urbanizador se destinará a jardines, parques y áreas de juego y recreo, siempre al aire libre, sobre tierra y sin ningún tipo de cerramiento ni relleno.

2. La franja perimetral de protección se extenderá a 500 metros para las actuaciones siguientes:
 - La instalación de suelo industrial.
 - La instalación de balsas-depósitos de efluentes procedentes de actividades industriales o agrarias, aunque dispongan de medidas para evitar filtraciones o rebosamientos.
 - El desarrollo de instalaciones dedicadas a actividades agrarias intensivas.
25. En los instrumentos de ordenación del territorio, planeamiento urbanístico y actos y ordenanzas de las entidades locales, no se podrá prever ni autorizar en las vías de intenso desagüe ninguna instalación o construcción, ni de obstáculos que alteren el régimen de corrientes.
26. Cuando se trate de campos de golf, el dominio público hidráulico, las zonas de servidumbre y las zonas inundables tendrán la misma consideración respecto a la clasificación y usos del suelo señaladas en la presente Instrucción, además, deberán cumplir los siguientes condicionantes:
 - No se permitirán actuaciones que puedan modificar la red natural de drenaje e incrementen la erosión.
 - No se podrán modificar, desviar o rellenar los cauces de agua existentes en el área de actuación sin la expresa aprobación del organismo de cuenca correspondiente.
 - No se considerarán aptos para la construcción de campos de golf, los terrenos ubicados en las cabeceras de las cuencas o subcuencas hidrológicas, los situados en las cuencas endorreicas o en zonas húmedas sometidas a protección ambiental, los que presenten un grado de permeabilidad elevado o bien los que afecten a zonas delimitadas en el perímetro de protección de la captación de agua potable destinada al consumo humano y manantiales.

De las infraestructuras.

27. Las infraestructuras de paso se diseñarán de forma que no afecten al dominio público hidráulico, preserven la continuidad ecológica de las zonas de servidumbre y evacuen, al menos, la avenida de 500 años de periodo de retorno.





28. En los cauces se prohibirán, con carácter general, los entubados, embovedados, marcos cerrados, canalizaciones y encauzamientos por provocar la degradación el dominio público hidráulico. Estos últimos sólo podrán autorizarse cuando se requieran para la defensa de los núcleos urbanos consolidados frente a los riesgos de inundación.
29. Las infraestructuras de paso en cauces deberán ser calculadas y diseñadas atendiendo a las siguientes condiciones:
- a) Deberán ser dimensionadas de forma que se garantice la evacuación del caudal correspondiente a la avenida de los 500 años de periodo de retorno, evitando que el posible incremento de la llanura de inundación produzca remansos aguas arriba, u otras afecciones aguas abajo, que originen daños a terceros. Se respetará la pendiente longitudinal del cauce natural, sin aumentarla.
 - b) No se colocarán tubos ni marcos pluricelulares en cauces de dominio público hidráulico. Se tenderá a estructuras de sección libre que no alteren el lecho ni la sección del cauce. En el caso que se proyecten marcos, sus soleras irán enterradas, al menos, un metro en cauces con carácter erosivo o medio metro para el resto de cauces, con objeto de reponer el lecho a su estado natural. El perfil longitudinal del cauce no se modificará por la implantación de la obra de paso, evitando que se produzcan resaltos.
 - c) Los apoyos y estribos en ningún caso afectarán al dominio público hidráulico y deberán ubicarse fuera de la zona de servidumbre y de la vía de intenso desagüe, salvo que razones económicas o técnicas justificadas lo imposibiliten. En este supuesto las estructuras se diseñarán de forma que los apoyos se sitúen en las franjas más externas de las citadas zonas.
 - d) Las estructuras deberán tener unas dimensiones mínimas que permitan el acceso de personal para labores de conservación y mantenimiento.
 - e) Todas las obras a ejecutar en el dominio público hidráulico, zona de servidumbre y zona de policía deben ser autorizadas por la administración hidráulica.
 - f) Las estructuras deben favorecer la pervivencia de la identidad territorial, la función natural y la continuidad de los cauces y la conservación y mejora de la biodiversidad acuática y de las especies asociadas.

De su integración.

30. El planeamiento urbanístico dará un tratamiento respetuoso al cauce, a sus riberas y márgenes así como a las aguas que circulan por ellos, de forma que el medio ambiente hídrico no sea alterado y en los casos que exista una degradación del mismo se adopten las medidas necesarias para su recuperación.
31. Queda prohibido, con carácter general, el vertido directo o indirecto de aguas residuales urbanas u otros productos sin depurar a cauce público.



32. El tratamiento dado al dominio público hidráulico debe ser conjunto con la cuenca vertiente, contemplando su integración con el medio urbano, respetando el paisaje y potenciando el uso y disfrute ciudadano del cauce y de sus zonas de servidumbre y policía. A la vez que se favorezca la identidad territorial, la función natural de los cauces y la conservación y mejora de la biodiversidad acuática y de las especies asociadas.
33. Respecto a las aguas subterráneas que puedan verse afectadas en su cantidad y calidad por las actividades previstas en el planeamiento, el mismo incorporará un estudio hidrogeológico que evalúe su impacto sobre dichas aguas, prohibiendo aquellas actuaciones que provoquen impactos irreversibles al acuífero o cuya recuperación sea gravosa económica o temporalmente.
34. Los instrumentos de ordenación urbanística contendrán las previsiones adecuadas para garantizar la no afección de los recursos hídricos de las zonas incluidas en las siguientes letras a), b) y c) y los perímetros de protección que al efecto se establezcan por la Administración Hidráulica.
 - a) Las zonas en las que se realiza una captación de agua destinada a consumo humano, siempre que proporcione un volumen medio de al menos 10 metros cúbicos diarios o abastezca a más de cincuenta personas.
 - b) Las zonas que, de acuerdo con el respectivo plan hidrológico, se vayan a destinar en un futuro a la captación de aguas para consumo humano.
 - c) Las masas de agua declaradas de uso recreativo, incluidas las zonas declaradas aguas de baño.
35. De cara a minimizar el impacto que genera el sellado del suelo sobre la recarga de las masas de aguas subterráneas existentes en el término municipal sería oportuno que el Plan introdujera normas para los proyectos de urbanización, los proyectos de obra de urbanización de espacios libres públicos y los proyectos de edificación, de tal manera que estos incluyan en el tratamiento de espacios libres de parcela la utilización de superficies permeables, minimizándose la cuantía de pavimentación u ocupación impermeable a aquellas superficies en las que sea estrictamente necesario. Esta medida sería de aplicación en todos los espacios libres.
36. Igualmente, con objeto de favorecer la infiltración y evitar en lo posible la compactación del suelo sería oportuno que para las zonas ajardinadas se favoreciera la permeabilidad mediante la utilización de acolchados u otras tecnologías con el mismo fin. Sin perjuicio de estas previsiones generales, el Plan podría establecer los siguientes mínimos orientativos para los elementos siguientes:
 - a) En las aceras de ancho superior a 1,5 m: 20 % como mínimo de superficie permeable.
 - b) Para bulevares y medianas: 50 % como mínimo de superficie permeable.
 - c) Para las plazas y zonas verdes urbanas: 35 % como mínimo de superficie permeable.



3.3.2. ZONAS INUNDABLES Y PREVENCIÓN DE RIEGO DE INUNDACIÓN.

37. Las zonas inundables son los terrenos delimitados por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas, en régimen real con suelo semisaturado, en las avenidas cuyo período estadístico de retorno sea de quinientos años, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como de series de avenidas históricas y documentos o evidencias históricas de las mismas.
38. Los riesgos ciertos de inundación, establecidos en el artículo 46 de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía son los que se producen en los terrenos cubiertos por las zonas inundables.
39. En los planes con incidencia territorial, en los instrumentos de planeamiento urbanístico y en los actos de las entidades locales se identificarán las zonas con riesgo de inundación tanto hidráulicas como costeras y se establecerán los criterios y las medidas necesarios para la prevención del riesgo de inundación, así como la determinación de las edificaciones e instalaciones aisladas o construidas sin autorización que por encontrarse en lugares de riesgo quedarán fuera de ordenación.
40. El Decreto 2/2012, de 10 de enero, por el que se regula el régimen de las edificaciones y asentamientos existentes en suelo no urbanizable en la Comunidad Autónoma de Andalucía, establece:
 1. Para las edificaciones aisladas no conformes con la ordenación territorial y urbanística, ubicadas en suelo no urbanizable de especial protección por normativa específica, territorial o urbanística, en terrenos de la Zona de Influencia del Litoral o en suelos con riesgos ciertos de erosión, se aplicarán los siguientes criterios:
 - a) Si fueron construidas con licencia urbanística conforme a la ordenación territorial y urbanística vigente en el momento de la licencia urbanística se considerarán en situación legal de fuera de ordenación. En este caso, solo se podrán autorizar las obras que sean compatibles con la protección y no agraven la situación de riesgo. El Plan General considerará totalmente incompatible con la ordenación las edificaciones ubicadas en suelos con la condición de DPH, de especial protección por legislación específica o que presenten riesgos de inundación, en cuyo caso sólo se permitirán las obras citadas anteriormente.
 - b) Si fueron construidas sin licencia urbanística o contraviniendo sus condiciones, y se hubiere agotado el plazo para adoptar medidas de protección de la legalidad urbanística y de restablecimiento del orden jurídico infringido que establece el artículo 185 de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre y sus modificaciones, con anterioridad al establecimiento del régimen de protección especial o la imposición de cualquier otra de las limitaciones previstas en el primer párrafo de este apartado, procederá el reconocimiento de la situación de asimilado al régimen de fuera de ordenación. Otorgado el reconocimiento de la situación de asimilado al régimen de fuera de ordenación solo podrán autorizarse obras de reparación y conservación que exija el estricto mantenimiento de las



condiciones de seguridad, habitabilidad y salubridad de inmueble. No procederá la concesión de licencia de ocupación.

- c) En los demás casos, la Administración deberá adoptar medidas de protección de la legalidad urbanística y del orden jurídico infringido, estableciendo las prioridades y los plazos para dicho ejercicio en los correspondientes Planes municipales y autonómicos de Inspección Urbanística.

2. Caso de Asentamientos Urbanísticos, no procederá la incorporación al planeamiento urbanístico de los asentamientos que se ubiquen en suelo no urbanizable de especial protección por legislación específica que sean incompatibles con el régimen de protección y los ubicados en suelos con riesgo de inundación cuando queden acreditados en la tramitación del planeamiento urbanístico por el órgano sectorial competente.

Para los asentamientos que no se incorporen a la ordenación establecida por el Plan General de Ordenación Urbanística, la Administración adoptará las medidas que procedan para el restablecimiento de la legalidad urbanística y del orden jurídico infringido. En el caso de los asentamientos ubicados en suelos protegidos o con riesgos señalados en el apartado anterior, la Administración establecerá las prioridades y los plazos para el ejercicio de estas medidas, que se concretarán en los correspondientes Planes municipales y autonómicos de Inspección Urbanística.

3. El PGOU identificará y delimitará los ámbitos de Hábitat Rural Diseminado

De su delimitación.

41. El planeamiento incluirá, en los límites de su ámbito territorial, la delimitación de las zonas inundables que tenga efectuada la Administración Hidráulica Andaluza, así como los puntos de riesgo recogidos en el Plan de Prevención de Avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces.
42. Para ello, previo a la aprobación de los documentos de planificación territorial y a la aprobación inicial de los instrumentos de planeamiento urbanístico, la Administración competente en su tramitación solicitará a la Administración Hidráulica Andaluza las zonas inundables que tenga delimitada.
43. En el supuesto de que la Administración Hidráulica no dispusiera de dicha delimitación, el planeamiento urbanístico incluirá un estudio hidrológico-hidráulico específico para su determinación, al menos, en aquellos cauces afectados por el desarrollo que se planifique. Para la delimitación de las zonas inundables de los tramos de cauces de dominio público marítimo terrestre se deberá tener en cuenta la influencia de las mareas.
44. El instrumento de planeamiento identificará, mediante plano topográfico a escala 1:1.000, las zonas inundables. Además, incluirá plano de planta y plano con perfiles transversales del cauce, al menos, cada 50 metros donde se acotarán los calados (cada 0,50 m) y las velocidades del agua (cada 1 m/s) en la zona inundable, así como la zona de flujo preferente (vía de intenso desagüe y zona para la avenida de 100 años donde se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes). Los perfiles se numerarán





correlativamente con pK creciente desde aguas abajo hacia aguas arriba y se representarán en alzado según el sentido del flujo. Los perfiles se ubicarán en plano de planta. El estudio hidrológico-hidráulico será redactado por técnico competente.

45. El estudio hidrológico e hidráulico deberá ser supervisado por la Administración Hidráulica Andaluza en cuanto a sus hipótesis de partida y métodos de cálculo. Para ello, junto al estudio se remitirá la cartografía utilizada y las entradas y salidas del programa hidráulico en formato digital. Dicha supervisión no supone, salvo señalamiento expreso, aceptación por parte de la misma en cuanto a sus resultados (área inundable, velocidad y calado para los diferentes periodos de retorno y niveles de riesgo).
46. Los puntos de riesgo por inundación inventariados en los municipios serán clasificados según su riesgo en las categorías A, B, C y D, de acuerdo con el Plan de prevención de avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces.
47. El informe emitido por la Administración Hidráulica Andaluza deberá hacer un pronunciamiento expreso sobre si los planes de ordenación del territorio y urbanismo respetan la delimitación de las zonas inundables.

De su clasificación.

48. El planeamiento territorial o urbanístico clasificará las zonas inundables como suelos no urbanizables de especial protección por legislación específica, siendo posible su adscripción a zonas verdes públicas de sistemas generales de espacios libres con limitaciones de uso.
49. Los planeamientos de desarrollo, al no poder clasificar suelo incorporarán, al menos, las limitaciones de usos en las zonas inundables. Así mismo, en el momento que se inicie cualquier figura de planeamiento general deberá clasificar las zonas inundables como suelo no urbanizable de especial protección por legislación específica.
50. Las zonas inundables, una vez excluidos el dominio público hidráulico y las zonas de servidumbre, podrán computar como aprovechamiento urbanístico.

De sus usos.

51. Con carácter general, en las zonas inundables estarán permitidos los usos agrícolas, forestales y ambientales que sean compatibles con la función de evacuación de caudales extraordinarios. Quedarán prohibidos las instalaciones y edificaciones provisionales o definitivas y el depósito y/o almacenamiento de productos, objetos, sustancias o materiales diversos, que puedan afectar el drenaje de caudales de avenidas extraordinarias o al estado ecológico de las masas de agua o pueda producir alteraciones perjudiciales del entorno afecto al cauce. Así mismo, quedarán prohibidas aquellas actuaciones que supongan un incremento de los riesgos de inundación.
52. En los núcleos de población, las zonas inundables pueden ser compatibles con espacios libres, permitiéndose los usos de jardines, parques y áreas de juego y recreo, siempre al aire libre, sobre tierra y sin ningún tipo de cerramiento ni relleno. Dichos espacios libres serán de dominio y uso público.



53. Los usos que se establezcan en los espacios libres que ocupen zonas inundables deben de cumplir los siguientes requisitos:
- No disminuyan la capacidad de evacuación de los caudales de avenidas.
 - No incrementen la superficie de zona inundable.
 - No produzcan afección a terceros.
 - No agraven los riesgos derivados de las inundaciones, ni se generen riesgos de pérdidas de vidas humanas. No se permitirá su uso como zona de acampada.
 - No degraden la vegetación de ribera existente.
 - Permitan una integración del cauce en la trama urbana, en forma tal que la vegetación próxima al cauce sea representativa de la flora autóctona riparia, preservando las especies existentes y acometiendo el correspondiente proyecto de restauración, rehabilitación o mejora ambiental del cauce y sus márgenes, así como previendo su mantenimiento y conservación.
 - Las especies arbóreas no se ubiquen en zonas que reduzcan la capacidad de evacuación de caudales de avenida.
54. Con carácter general, no se permite la ejecución de rellenos en zona inundable, salvo la restauración de canteras, graveras u otras explotaciones, siempre sin aumentar la cota natural de terreno anterior a la explotación, sin producir daños a terceros y siempre que cuenten con la correspondiente autorización. Queda prohibida la alteración del relieve natural de terreno creando zonas o puntos bajos susceptibles de inundación.
55. Cualquier actuación que se pretenda desarrollar en zona inundable requerirá de informe previo favorable de la Administración Hidráulica Andaluza.
56. Las propuestas del planeamiento urbanístico deberán justificarse de forma que se preserve del proceso de urbanización para el desarrollo urbano los terrenos en los que se hagan presentes riesgos de inundación.
57. Los nuevos crecimientos urbanísticos deberán situarse en zona no inundable. En caso de que resultara inevitable la ocupación de terrenos con riesgo de inundación, dado que, por circunstancias territoriales e históricas, numerosos núcleos de población en Andalucía se encuentran asentados en zona de riesgo de inundación por avenidas extraordinarias de 500 años de periodo de retorno, se procurará orientar los nuevos crecimientos hacia las zonas inundables de menor riesgo, siempre que se tomen las medidas oportunas y se efectúen las infraestructuras necesarias para su defensa. Estas infraestructuras de defensa no deben afectar a terceros, en caso contrario se informará desfavorablemente el nuevo crecimiento. La afección a terceros se medirá en términos de superficie, calados y velocidades de la lámina de agua.
58. El planeamiento recogerá para los puntos de riesgo inventariados la solución prevista para su corrección, así como las medidas que se prevean adoptar mientras se alcanza la citada solución.



59. Las zonas verdes y espacios libres de los campos de golf son compatibles con las zonas inundables. Los equipamientos, lagunas y edificios de los campos de golf no serán autorizables en zonas inundables.
60. Los actos e instrumentos de planeamiento prohibirán las acampadas y los campings en zonas inundables. Este extremo se recogerá en la normativa del planeamiento correspondiente. Promoviéndose las medidas necesarias para la reubicación de las instalaciones existentes en zonas inundables.

De las infraestructuras.

61. Las infraestructuras programadas evitarán incrementar artificialmente la llanura de inundación y los riesgos aguas arriba y abajo de su ubicación. Dichas infraestructuras deben contar con una valoración de riesgos potenciales y unas medidas de prevención e indemnización adecuadas. Las actuaciones programadas deberán garantizar la evacuación de caudales correspondientes a avenidas de 500 años de periodo de retorno sin producir daños a terceros.
62. Las construcciones o edificaciones ejecutadas sin autorización de la Administración Hidráulica situadas en zona inundable deberán ser calificadas por el planeamiento urbanístico como fuera de ordenación. Aquellas otras edificaciones que hayan obtenido las correspondientes autorizaciones administrativas situadas en zonas inundables, calificadas con riesgos de inundación, que no tienen una continuidad con el resto del núcleo urbano y cuyas obras de defensa supongan un coste económico desmedido o un deterioro ecológico del cauce o de la continuidad del mismo y de sus zonas de servidumbre serán calificadas por los instrumentos de planeamiento como fuera de ordenación o en situación de asimilado a fuera de ordenación, según el caso.
63. En las zonas de mayor vulnerabilidad ante lluvias torrenciales los proyectos de urbanización deberán definir las medidas de prevención de riesgos a adoptar durante las fases de ejecución de obras para asegurar la evacuación ordenada de las pluviales generadas y la retención de los materiales sueltos en las zonas de obra sin suficiente consolidación.
64. Los instrumentos de planeamiento cuyos ámbitos propuestos atraviesen vaguadas de pluviales cuya cuenca de aportación sea importante y puedan ocasionar episodios torrenciales de cierta entidad, deberán tener en cuenta dicha circunstancia, de manera que la ordenación a adoptar favorezca el desagüe de las avenidas. Por tanto, deberá proponerse una red de drenaje debidamente justificada en el correspondiente estudio hidrológico e hidráulico. El dominio privado de estos cauces no autoriza para hacer en ellos labores ni construir obras que puedan hacer variar el curso natural de las aguas o alterar su calidad en perjuicio del interés público o de tercero, o cuya destrucción por la fuerza de las avenidas pueda ocasionar daños a personas o cosas.

De su integración.

65. Las zonas inundables deberán ser consideradas en el planeamiento como elementos de transición entre el medio natural y urbano, asignándoles unos usos que sean compatibles con la evacuación de avenida y con el disfrute por los ciudadanos del medio hídrico.



66. El diseño de las ciudades tenderá a la definición de espacios abiertos en los entornos de los cauces, constituyendo las zonas inundables elementos coadyuvantes entre la ciudad y el espacio fluvial.
67. Los actos con incidencia en el territorio y los instrumentos de ordenación del territorio y de planeamiento urbanístico deberán incorporar las determinaciones y medidas correctoras contenidas en el informe de la Administración Hidráulica Andaluza que minimicen la alteración de las condiciones hidrológicas de las cuencas de aportación y sus efectos sobre los caudales de avenida.

4

ÁMBITO DE ACTUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RELEVANCIA HIDROLÓGICA

- 4.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.
- 4.2. CARACTERÍSTICAS OROGRÁFICAS.
- 4.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.
- 4.4. USOS DEL SUELO.
- 4.5. ORDENACIÓN URBANÍSTICA.
- 4.6. HIDROLOGÍA. CAUCES DE ESTUDIO.



4.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.

El área objeto del presente Plan Parcial cuenta con una superficie total de 2.015.512 m², y se corresponde con el sector de suelo urbanizable SUS 01-GL "Guadalquitón" del vigente Plan General de Ordenación Urbanística de San Roque, cuyo Texto Refundido se aprobó el 18 de abril de 1.996 ratificado por acuerdo de la Comisión Provincial de Ordenación del Territorio y Urbanismo de 25 de marzo de 2.000 y completado con la aprobación de la Adaptación Parcial a la LOUA de 30 de Enero de 2.009- para el que se propone una densidad global de 20 viviendas/hectárea (2.800 viviendas) y una edificabilidad de 0,2895 m²/m² (579.047 m² de techo edificable).



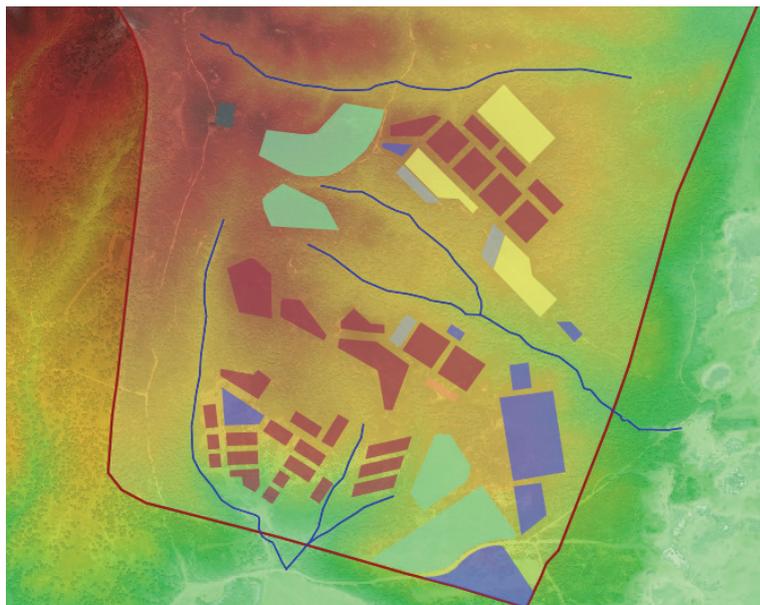
Localización del ámbito de actuación.

4.2. CARACTERÍSTICAS OROGRÁFICAS.

El sector se encuentra en una zona abrupta, con fuerte pendiente cuyas cotas discurren entre los 80m sobre el nivel del mar en la parte NO, hasta los 2m en la zona Este del sector, donde el límite de los terrenos se encuentran a escasos metros de la Playa sur de Sotogrande.

Como explicaremos más adelante, desde un punto de vista hidrológico, la pendiente influye considerablemente en la tipología de cauces que podemos encontrar en el sector. Así, la corta longitud de los cursos unido a su elevada pendiente, nos permite catalogar dichos arroyos como torrentes. Estos cauces se caracterizan por tener un caudal escaso, que vinculado con su alta velocidad, nos genera arroyos muy estrechos y encajonados.

En cuanto a la orientación de las parcelas incluidas en el sector, éstas se inclinan principalmente desde el extremo NO - Sur o Sureste (ver imagen inferior).



4.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.

La zona posee unos de los climas con menos variación de temperatura entre el mes más frío y mes más cálido en toda España, con una temperatura media anual que ronda los 19 °C.

A pesar de ello, las grandes rachas de viento en invierno bajan la sensación térmica y en verano la humedad la aumenta. Las precipitaciones anuales son de 650 mm y se concentran entre octubre y marzo,

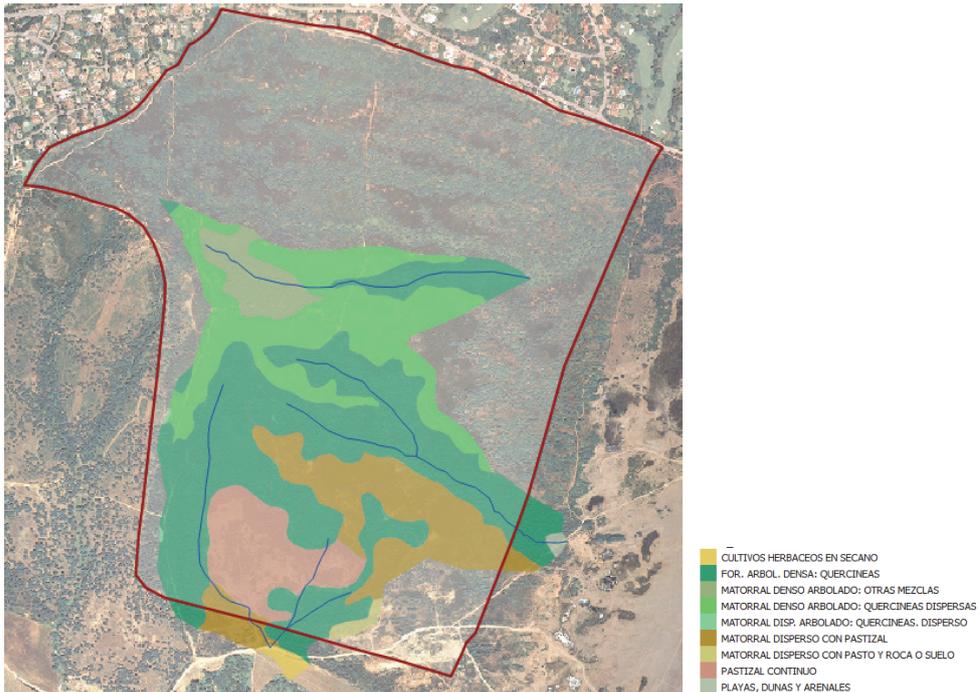
Las horas de sol anuales rondan las 2.900 horas y la humedad suele ser alta, alcanzando el 74%.

El resto de factores climáticos de relevancia en el presente estudio, serán abordados en el siguiente capítulo, donde se valorarán los condicionantes en relación a aspectos propiamente hidrológicos.

4.4. USOS DEL SUELO.

En cuanto a los usos del suelo, el sector cuenta con vegetación propia de la zona, influenciada por la cercanía al litoral así como por su uso y aprovechamiento natural. En este sentido, la mayor parte de la superficie se encuentra cubierta de matorral, entremezclada con quercíneas. Por otro lado, en el costado éste afloran los arenales y zonas casi desérticas, consecuencia de la proximidad a la playa.

En las proximidades del sector, pero fuera de sus límites, encontramos algunos usos antrópicos, fundamentalmente edificaciones en toda la parte norte y algunos cultivos de herbáceos en secano en la parte sur.



4.5. ORDENACIÓN URBANÍSTICA.

Como podemos observar en la memoria de Plan Parcial, o de forma resumida en el presente estudio hidrológico-hidráulico, la ordenación propuesta trata de adaptarse a los condicionantes ambientales, con el objetivo principal de mitigar los impactos y reducir de manera evidente los posibles riesgos derivados de factores naturales.

Así, el norte del sector queda desligado del proceso de antropización, siendo por tanto, a partir de la mitad sur del mismo, donde se desarrollaran las actuaciones urbanísticas. Grosso modo encontramos una ordenación con zonas residenciales, comerciales y de equipamientos, sin una estructura muy definida, hecho que demuestra la adaptación completa al medio.





4.6. HIDROLOGÍA. CAUCES DE ESTUDIO.

Según los estudios previos, cartografía consultada, trabajo de campo, así como los informes de los diferentes organismos competentes en materia de agua, se han identificado un total de 6 cauces públicos que pueden verse afectados por ordenación prevista. Es decir, aunque existen un par de cauces más al norte del sector, el estudio hidrológico-hidráulico tiene por objetivo estudiar aquellos arroyos que conciernan las actuaciones antrópicas previstas, bien para definir los límites de protección de los cauces, bien para preservar las futuras edificaciones e infraestructuras de los riesgos potenciales que pudiera provocar una potencial inundación.



Arroyos innominados de afección

Así pues, como podemos apreciar en la imagen superior, estos cauces son de escasa entidad, puesto que todos ellos nacen dentro del sector y vierten sus aguas justo a la salida del mismo, unos directamente hacia el mar y otros hacia el Guadalquitón, ya en su tramo final.



5

ESTUDIO HIDROLÓGICO

- 5.1. OBJETIVO Y ANTECEDENTES.
- 5.2. CUENCAS DE APORTACIÓN.
- 5.3. CONSIDERACIONES GENERALES DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO.
 - 5.3.1. CONCEPTO
 - 5.3.2. MÉTODO DE CÁLCULO ADOPTADO.
- 5.4. CONSIDERACIONES PARTICULARES DE CÁLCULO.
 - 5.4.1. PRECIPITACIONES MÁXIMAS.
 - 5.4.2. PERIODOS DE RETORNO.
 - 5.4.3. USOS DEL SUELO Y EDAFOLOGÍA.
- 5.5. RESULTADOS



5.1. OBJETIVO Y ANTECEDENTES.

Este apartado tiene como objetivo calcular los caudales de avenida de cada una de las cuencas de aportación de los cauces identificados.

En este sentido, cabe indicar que hasta el año 2016, en España, para cuencas de dimensiones pequeñas, la metodología utilizada en el cálculo de caudales punta se realizaba siguiendo la Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras del 14 de mayo de 1990, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

Desde entonces se han producido importantes avances en el campo de la hidrología y del cálculo hidráulico, debidos a la aplicación de nuevas tecnologías que aportan una mayor aproximación a la realidad hidrológica.

Por otro lado, también se han incorporados importantes cambios normativos en materia de aguas, entre los que destacan los planteados en las directivas comunitarias, han dado lugar a la introducción de nuevos conceptos necesario en la aplicación de normativa en el ámbito hidrológicos.

También es destacable el aumento de la sensibilidad social respecto a las cuestiones medioambientales, que aconsejan la introducción de nuevas herramientas para contribuir a la mejora de la gestión de las aguas de escorrentía.

Por último, la propia evolución de la Red de Carreteras del Estado, la experiencia acumulada y los cambios normativos en el campo de los materiales, el trazado, la geotecnia, los firmes, las estructuras o el balizamiento, hizo necesaria una actualización de la normativa sobre Drenaje Superficial, y que es utilizado para el cálculo de caudales en estudios hidrológicos-hidráulicos, independientemente del destino de dichos trabajos.

Por tanto, desde comienzos de 2016, el Ministerio decide renovar la metodología de cálculo, aprobando la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, "5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras".

Esta nueva norma tiene como objetivo, es establecer reglas generales y definir prescripciones para proyectar, construir y conservar adecuadamente las obras, elementos y sistemas de drenaje superficial de la Red de Carreteras del Estado, y cuyas características se describen a continuación.

5.2. CUENCAS DE APORTACIÓN.

La metodología utilizada se basa en la generación de cuencas de aportación (aguas arriba de cada punto de cierre de interés), de manera que para éstas puedan calcularse los parámetros hidrológicos fundamentales: área, suelos, usos, tiempo de concentración del cauce principal.... Estos parámetros serán los que determinen, junto a los factores pluviométricos, el caudal punta.



Así pues, mediante la creación de un Modelo Digital de Elevación (basado en la información cartográfica del Mapa Digital de Andalucía a escala 1.10.000), se ha determinado el límite de las cuenca de los 6 arroyos identificados. Las características serán aportadas en el apartado 5 de este mismo capítulo.



Elaboración propia a partir del mapa topográfico 1:10.000 de Andalucía.

5.3. CONSIDERACIONES GENERALES DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO.

5.3.1. CONCEPTO

Como se ha comentado, el concepto clave para los estudios hidrológicos es el de CAUDAL, el cual determina la velocidad y la sección de agua que discurre por un punto concreto en un momento dado.

Para los estudio hidrológicos unidimensionales, como es el caso, se valora normalmente el caudal punta, es decir, el caudal máximo para los periodos retornos de interés. En este caso $QT=5$ (concerniente al MCO), y $QT=500$ para determinar la zona inundable.



Este caudal máximo anual correspondiente a un determinado período de retorno QT, se debe determinar a partir de la información sobre caudales máximos que proporcione la Administración Hidráulica competente. En caso de no disponer de dicha información, se debe calcular a través de la metodología que se establece en este capítulo.

A los efectos de esta norma se consideran los siguientes métodos de cálculo de caudales:

- Racional: Supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie. No tiene en cuenta:
 - Aportación de caudales procedentes de otras cuencas o trasvases a ellas.
 - Existencia de sumideros, aportaciones o vertidos puntuales, singulares accidentales de cualquier clase.
 - Presencia de lagos, embalses o planas inundables que puedan producir efecto laminador o desviar caudales hacia otras cuencas.
 - Aportaciones procedentes del deshielo de la nieve u otros meteoros.
 - Caudales que afloran en puntos interiores de la cuenca derivados de su régimen hidrogeológico.

Cuando se aplique el método racional se debe comprobar que ninguno de estos factores pueda resultar relevante. Este método se desarrolla en el apartado 05.2.2.

- Estadístico: Se basa en el análisis de series de datos de caudal medidos en estaciones de aforo u otros puntos. Dichas series se pueden complementar con datos sobre avenidas históricas.
- Otros métodos hidrológicos: que deben ser adecuados a las características de cada cuenca.

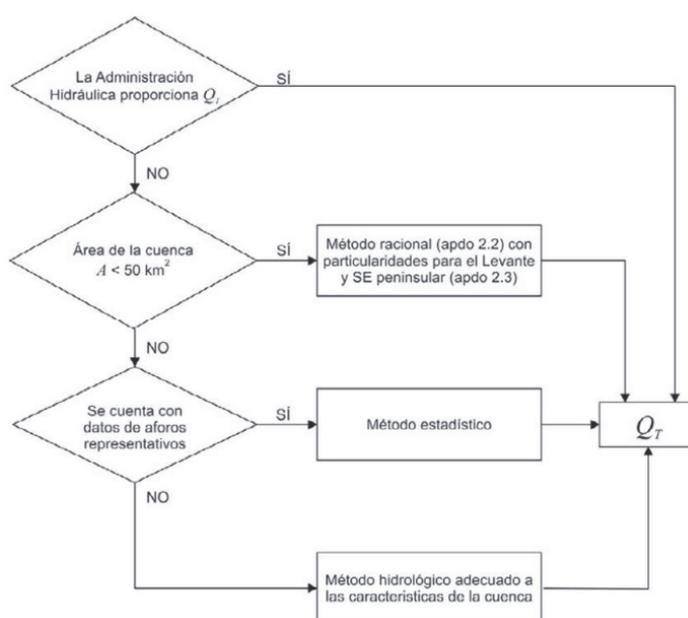
La elección del método de cálculo más adecuado a cada caso concreto debe seguir el siguiente procedimiento:

- En cuencas de área inferior a cincuenta kilómetros cuadrados ($A < 50 \text{ km}^2$):
 - Utilización de datos sobre caudales máximos proporcionados por la Administración Hidráulica.
 - Si la Administración Hidráulica no dispone de datos sobre caudales máximos se debe aplicar el método racional, con las particularidades del apartado 2.3 cuando las obras se ubiquen en el Levante y Sureste peninsular.
- En cuencas de área superior o igual a cincuenta kilómetros cuadrados ($A > 50 \text{ km}^2$):
 - Utilización de datos sobre caudales máximos proporcionados por la Administración Hidráulica.



- Si la Administración Hidráulica no dispone de datos sobre caudales máximos:
- Cuando existan estaciones de aforo próximas, que se consideren suficientemente representativas, se utilizará el método estadístico.
- Cuando los caudales no puedan estimarse a partir de estaciones de aforo, se deben aplicar métodos hidrológicos adecuados a las características de la cuenca, que se deben contrastar con la información de que se disponga sobre caudales de avenida. En la realización de estos estudios se tendrá en cuenta la información disponible sobre avenidas históricas o grandes eventos de precipitación.

En la siguiente figura se recoge el diagrama de flujo para la elección del método de cálculo más adecuado a cada caso concreto.



5.3.2. MÉTODO DE CÁLCULO ADOPTADO.

5.3.2.1. FÓRMULA GENERAL DEL MÉTODO RACIONAL

Siguiendo el método racional, el caudal máximo anual Q_T , correspondiente a un período de retorno T , se calcula mediante la fórmula:



$$Q_r = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

donde:

Q_r	(m ³ /s)	Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca (figura 2.2).
$I(T, t_c)$	(mm/h)	Intensidad de precipitación (epígrafe 2.2.2) correspondiente al período de retorno considerado T , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c , de la cuenca.
C	(adimensional)	Coficiente medio de escorrentía (epígrafe 2.2.3) de la cuenca o superficie considerada.
A	(km ²)	Área de la cuenca o superficie considerada (epígrafe 2.2.4).
K_t	(adimensional)	Coficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación (epígrafe 2.2.5).

La fórmula anterior es válida para cuencas homogéneas. En el epígrafe 2.2.4 se generaliza para cuencas heterogéneas.

Cuando las obras se ubiquen en el Levante y Sureste peninsular, se debe proceder según se especifica en el apartado 2.3.

En cualquier caso, e independientemente de la zona geográfica en la que se encuentren las obras, siempre que existan datos sobre caudales o referencias sobre inundaciones históricas se deben contrastar con los resultados obtenidos.

5.3.2.2. INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA.

Consideraciones generales

La intensidad de precipitación $I(T, t)$ correspondiente a un período de retorno T , y a una duración del aguacero t , a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá por medio de la siguiente fórmula:



$$I(T, t) = I_d \cdot F_{int}$$

donde:

$I(T, t)$	(mm/h)	Intensidad de precipitación correspondiente a un período de retorno T y a una duración del aguacero t .
I_d	(mm/h)	Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T (epígrafe 2.2.2.2).
F_{int}	(adimensional)	Factor de intensidad (epígrafe 2.2.2.4).

La intensidad de precipitación a considerar en el cálculo del caudal máximo anual para el período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca QT, es la que corresponde a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración ($t = t_c$) de dicha cuenca (epígrafe 2.2.2.5).

Intensidad media diaria de precipitación corregida

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T , se obtiene mediante la fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

donde:

I_d	(mm/h)	Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T
P_d	(mm)	Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T
K_A	(adimensional)	Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (epígrafe 2.2.2.3).

Para la determinación de la precipitación diaria correspondiente al período de retorno T , P_d , se debe adoptar el mayor valor de los obtenidos a partir de:

- Datos publicados por la Dirección General de Carreteras.
- Estudio estadístico de las series de precipitaciones diarias máximas anuales, medidas en los pluviómetros existentes en la cuenca, o próximos a ella. Se debe ajustar a la serie de precipitaciones máximas registrada en cada pluviómetro, la función de distribución extrema más apropiada a los datos de la zona, considerando al menos las funciones Gumbel y SQRT ET-max.



A los efectos de esta norma, para la aplicación del método racional se toma como precipitación diaria Pd, la correspondiente al valor medio en la superficie de la cuenca (media areal), que se obtiene mediante la interpolación espacial de los valores obtenidos en cada uno de los pluviómetros considerados.

Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca K_A , tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Si } A < 1 \text{ km}^2 & \quad K_A = 1 \\ \text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2 & \quad K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15} \end{aligned}$$

donde:

K_A	(adimensional)	Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca
A	(km ²)	Área de la cuenca (epígrafe 2.2.4).

Factor de intensidad

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca K_A , tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Se obtiene a partir de la siguiente fórmula

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero t.
- El período de retorno T, si se dispone de curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras, en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo de su comportamiento.

$$F_{int} = \text{máx} (F_a, F_b)$$

donde:

F_{int}	(adimensional)	Factor de intensidad
F_a	(adimensional)	Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_t/I_d)
F_b	(adimensional)	Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.





a) Obtención de F_a

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 t^{0,1}}$$

donde:

- F_a (adimensional) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d). Se representa en la figura 2.3.
- I_1/I_d (adimensional) Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa de la figura 2.4.
- t (horas) Duración del aguacero.

Para la obtención del factor F_a , se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración $T=T_c$.

b) Obtención de F_b

$$F_b = k_b \frac{I_{IDF}(T, t_c)}{I_{IDF}(T, 24)}$$

donde:

- F_b (adimensional) Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo..
- $I_{IDF}(T, t_c)$ (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y al tiempo de concentración t_c , obtenido a través de las curvas IDF del pluviógrafo (figura 2.5).
- $I_{IDF}(T, 24)$ (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y a un tiempo de aguacero igual a veinticuatro horas ($t = 24$ h), obtenido a través de curvas IDF (figura 2.5).

Tiempo de concentración

Tiempo de concentración t_c , es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe, mediante las siguientes formulaciones:



Para cuencas principales (apartado 1.4):

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

donde:

t_c	(horas)	Tiempo de concentración
L_c	(km)	Longitud del cauce
J_c	(adimensional)	Pendiente media del cauce

Dado que el tiempo de concentración depende de la longitud y pendiente del cauce escogido, deben tantearse diferentes cauces o recorridos del agua, incluyendo siempre en los tanteos los de mayor longitud y menor pendiente. El cauce (o recorrido) que debe escogerse es aquél que da lugar a un valor mayor del tiempo de concentración t_c .

En aquellas cuencas principales de pequeño tamaño en las que el tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno sea apreciable respecto al tiempo de recorrido total no será de aplicación la fórmula anterior, debiendo aplicarse las indicaciones que se proporcionan a continuación para cuencas secundarias. Se considera que se produce esta circunstancia cuando el tiempo de concentración calculado mediante la fórmula anterior sea inferior a cero coma veinticinco horas $t_c < 0,25h$.

- Para cuencas secundarias (apartado 1.4), el tiempo de concentración se debe determinar dividiendo el recorrido de la escorrentía en tramos de característica homogéneas inferiores a trescientos metros de longitud (300 m) y sumando los tiempos parciales obtenidos, distinguiendo entre:
 - Flujo canalizado a través de cunetas u otros elementos de drenaje: se puede considerar régimen uniforme y aplicar la ecuación de Manning.
 - Flujo difuso sobre el terreno:

$$t_{dif} = 2 \cdot L_{dif}^{0,408} \cdot n_{dif}^{0,312} \cdot J_{dif}^{-0,209}$$

donde:

t_{dif}	(minutos)	Tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno.
n_{dif}	(adimensional)	Coefficiente de flujo difuso (tabla 2.1).
L_{dif}	(m)	Longitud de recorrido en flujo difuso
J_{dif}	(adimensional)	Pendiente media

Cobertura del terreno		n_{dif}
Pavimentado o revestido		0,015
No pavimentado ni revestido	Sin vegetación	0,050
	Con vegetación escasa	0,120
	Con vegetación media	0,320
	Con vegetación densa	1,000



El valor del tiempo de concentración t_c , a considerar se obtiene de la siguiente tabla:

t_{dif} (minutos)	t_c (minutos)
≤ 5	5
$5 \leq t_{dif} \leq 40$	t_{dif}
≥ 40	40

5.3.2.3. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.

Fórmula de cálculo

El coeficiente de escorrentía C , define la parte de la precipitación de intensidad I (T , t_c) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

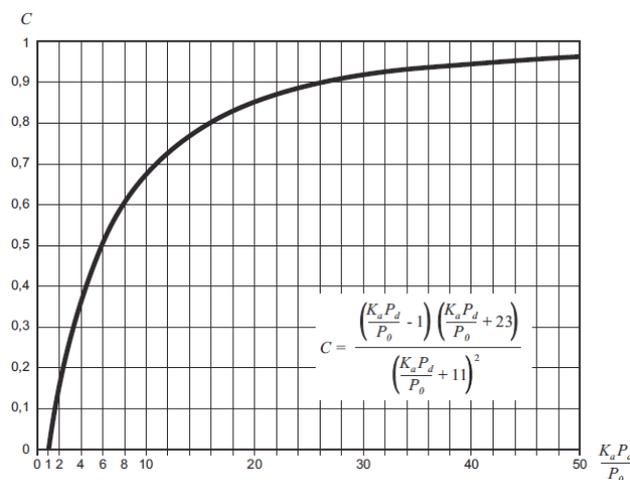
El coeficiente de escorrentía C , se obtendrá mediante la siguiente fórmula, y representada gráficamente igualmente a continuación:

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 \quad C = 0$$

donde:

- C (adimensional) Coeficiente de escorrentía
- P_d (mm) Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T considerado (epígrafe 2.2.2.2).
- K_A (adimensional) Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (epígrafe 2.2.2.3).
- P_0 (mm) Umbral de escorrentía (epígrafe 2.2.3.2).





Umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía P_0 , representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

donde:

P_0	(mm)	Umbral de escorrentía
P_0^i	(mm)	Valor inicial del umbral de escorrentía (epígrafe 2.2.3.3).
β	(adimensional)	Coefficiente corrector del umbral de escorrentía (epígrafe 2.2.3.4)

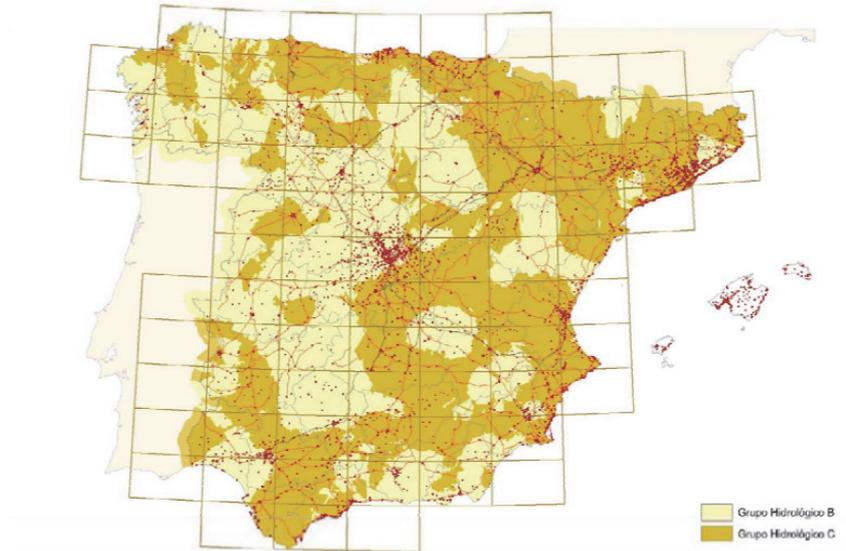
Valor inicial del umbral de escorrentía

El valor inicial del umbral de escorrentía P_0 , se determinará como se refiere a continuación, a partir de:

- Series de datos o mapas publicados por la Dirección General de Carreteras, en los que se obtenga directamente el valor de P_0 , para una determinada localización geográfica. Normalmente, dicho valor en cada punto se obtendrá como promedio en la cuenca vertiente al punto de cálculo de una determinada discretización espacial llevada a cabo sobre el territorio.
- Tabla 2.3, en las siguientes circunstancias:
 - Cuando la información referida en el párrafo precedente no se encuentre disponible.
 - Cuando el tamaño de la cuenca sea similar (o inferior) al tamaño de la discretización espacial efectuada.
 - En problemas específicos de escorrentía urbana.
 - Para la definición del drenaje de plataforma y márgenes
 - Cuando se tenga constancia de cambios de uso del suelo con posterioridad a la elaboración de las series de datos o mapas a que se hace referencia en el párrafo anterior.
 - Para la realización de cálculos en que se supongan modificaciones de los usos del suelo, respecto a lo reflejado en las mencionadas series de datos o mapas.

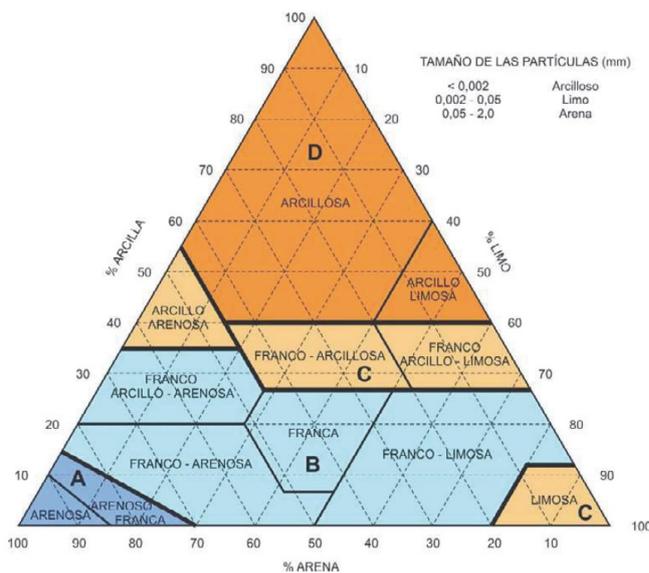


La determinación de los grupos hidrológicos de suelo presentes en la cuenca se debe realizar a partir del mapa de la siguiente figura.



Cuando se disponga de información más detallada, en el proyecto se puede justificar el cambio del grupo hidrológico de suelo en alguna cuenca concreta, según los criterios de las siguientes tablas y figura:

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre





Cuando se considere oportuno, se pueden diferenciar las proporciones de los distintos tipos y usos del suelo existentes en la cuenca, atribuyendo a cada uno el valor correspondiente de PO i (epígrafe 2.2.4) que se indica en la siguiente tabla.

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
11100	Tejido urbano continuo			1	1	1	1
11200	Tejido urbano discontinuo			24	14	8	6
11200	Urbanizaciones			24	14	8	6
11210	Estructura urbana abierta			24	14	8	6
11220	Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			24	14	8	6
12100	Zonas industriales y comerciales			6	4	3	3
12100	Granjas agrícolas			24	14	8	6
12110	Zonas industriales			12	7	5	4
12120	Grandes superficies de equipamiento y servicios			6	4	3	3
12200	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados			1	1	1	1
12210	Autopistas, autovías y terrenos asociados			1	1	1	1
12220	Complejos ferroviarios			12	7	5	4
12300	Zonas portuarias			1	1	1	1
12400	Aeropuertos			24	14	8	6
13100	Zonas de extracción minera			16	9	6	5
13200	Escombreras y vertederos			20	11	8	6
13300	Zonas de construcción			24	14	8	6
14100	Zonas verdes urbanas			53	23	14	10
14200	Instalaciones deportivas y recreativas			79	32	18	13
14210	Campos de golf			79	32	18	13
14220	Resto de instalaciones deportivas y recreativas			53	23	14	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R	≥ 3	29	17	10	8
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	N	≥ 3	32	19	12	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R/N	< 3	34	21	14	12
21100	Tierras de labor en secano (víveros)			0	0	0	0
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R	≥ 3	23	13	8	6
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	N	≥ 3	25	16	11	8
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R/N	< 3	29	19	14	11
21100	Tierras abandonadas		≥ 3	16	10	7	5
21100	Tierras abandonadas		< 3	20	14	11	8
21200	Terrenos regados permanentemente	R	≥ 3	37	20	12	9
21200	Terrenos regados permanentemente	N	≥ 3	42	23	14	11
21200	Terrenos regados permanentemente	R/N	< 3	47	25	16	13
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
21210	Cultivos herbáceos en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
21220	Otras zonas de irrigación			0	0	0	0
21300	Arrozales			47	25	16	13
22100	Víñedos		≥ 3	62	28	15	10
22100	Víñedos		< 3	75	34	19	14
22110	Víñedos en secano		≥ 3	62	28	15	10



Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
22110	Viñedos en secano		< 3	75	34	19	14
22120	Viñedos en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22120	Viñedos en regadío		< 3	75	34	19	14
22200	Frutales y plantaciones de bayas		≥ 3	80	34	19	14
22200	Frutales y plantaciones de bayas		< 3	95	42	22	15
22210	Frutales en secano		≥ 3	62	28	15	10
22210	Frutales en secano		< 3	75	34	19	14
22220	Frutales en regadío		≥ 3	80	34	19	14
22220	Frutales en regadío		< 3	95	42	22	15
22221	Cítricos		≥ 3	80	34	19	14
22221	Cítricos		< 3	95	42	22	15
22222	Frutales tropicales		≥ 3	80	34	19	14
22222	Frutales tropicales		< 3	95	42	22	15
22223	Otros frutales en regadío		≥ 3	80	34	19	14
22223	Otros frutales en regadío		< 3	95	42	22	15
22300	Olivares		≥ 3	62	28	15	10
22300	Olivares		< 3	75	34	19	14
22310	Olivares en secano		≥ 3	62	28	15	10
22310	Olivares en secano		< 3	75	34	19	14
22320	Olivares en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22320	Olivares en regadío		< 3	75	34	19	14
23100	Prados y praderas		≥ 3	70	33	18	13
23100	Prados y praderas		< 3	120	55	22	14
23100	Pastos en tierras abandonadas		≥ 3	24	14	8	6
23100	Pastos en tierras abandonadas		< 3	58	25	12	7
23100	Prados arbolados		≥ 3	70	33	18	13
23100	Prados arbolados		< 3	120	55	22	14
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		< 3	106	48	22	15
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	R	≥ 3	26	15	9	6
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	N	≥ 3	28	17	11	8
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	R/N	< 3	30	19	13	10
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano		≥ 3	62	28	15	10
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano		< 3	75	34	19	14
24213	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24213	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10



Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
24222	Mosaico de cultivos permanentes en regadío		≥ 3	80	34	19	14
24222	Mosaico de cultivos permanentes en regadío		< 3	95	42	22	15
24223	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
24223	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		< 3	106	48	22	15
24230	Mosaico de cultivos mixtos en seco y regadío	R	≥ 3	31	17	10	8
24230	Mosaico de cultivos mixtos en seco y regadío	N	≥ 3	34	20	13	10
24230	Mosaico de cultivos mixtos en seco y regadío	R/N	< 3	37	22	14	11
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en seco con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	26	15	9	6
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en seco con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	28	17	11	8
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en seco con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	30	19	13	10
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	37	20	12	9
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	42	23	14	11
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	47	25	16	13
24330	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		≥ 3	70	33	18	13
24330	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		< 3	120	55	22	14
24400	Sistemas agroforestales		≥ 3	53	23	14	9
24400	Sistemas agroforestales		< 3	80	35	17	10
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adherado		≥ 3	53	23	14	9
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adherado		< 3	80	35	17	10
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adherado		≥ 3	53	23	14	9
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adherado		< 3	80	35	17	10
31100	Frondosas			90	47	31	23
31110	Perennifolias			90	47	31	23
31120	Caducifolias y marcescentes			90	47	31	23
31130	Otras frondosas de plantación		≥ 3	79	34	19	14
31130	Otras frondosas de plantación		< 3	94	42	22	15
31140	Mezclas de frondosas			90	47	31	23



Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
31150	Bosques de ribera			76	34	22	16
31160	Laurisilva macaronésica			90	47	31	23
31200	Bosques de coníferas			90	47	31	23
31210	Bosques de coníferas de hojas aciculares			90	47	31	23
31220	Bosques de coníferas de hojas tipo cupresáceo			90	47	31	23
31300	Bosque mixto			90	47	31	23
32100	Pastizales naturales		≥ 3	53	23	14	9
32100	Pastizales naturales		< 3	80	35	17	10
32100	Prados alpinos		≥ 3	70	33	18	13
32100	Prados alpinos		< 3	120	55	22	14
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, terras bajas		≥ 3	70	33	18	13
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, terras bajas		< 3	120	55	22	14
32110	Pastizales supraforestales		≥ 3	70	33	18	13
32110	Pastizales supraforestales		< 3	120	55	22	14
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos		≥ 3	70	33	18	13
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos		< 3	120	55	22	14
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32121	Otros pastizales templado oceánicos		≥ 3	53	23	14	9
32121	Otros pastizales templado oceánicos		< 3	79	35	17	10
32122	Otros pastizales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
32122	Otros pastizales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32200	Landas y matorrales mesófilas			76	34	22	16
32210	Landas y matorrales en climas húmedos. Vegetación mesófila			76	34	22	16
32220	Fayal-brezal macaronésico			60	24	14	10
32300	Vegetación esclerófila			60	24	14	10
32311	Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso			75	34	22	16
32312	Matorrales subarborescentes o arbustivos muy poco densos			60	24	14	10
32320	Matorrales xerófilos macaronésicos			40	17	8	5
32400	Matorral boscoso de transición			75	34	22	16
32400	Ciaras de bosques			40	17	8	5
32400	Zonas empantanadas fijas o en transición			60	24	14	10
32410	Matorral boscoso de frondosas			75	34	22	16
32420	Matorral boscoso de coníferas			75	34	22	16
32430	Matorral boscoso de bosque mixto			75	34	22	16
33110	Playas y dunas			152	152	152	152
33120	Ramblas con poca o sin vegetación			15	8	6	4
33200	Roquedo			2	2	2	2
33210	Rocas desnudas con fuerte pendiente			2	2	2	2



Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
31150	Bosques de ribera			76	34	22	16
31160	Laurisilva macaronésica			90	47	31	23
31200	Bosques de coníferas			90	47	31	23
31210	Bosques de coníferas de hojas aciculares			90	47	31	23
31220	Bosques de coníferas de hojas tipo cupresáceo			90	47	31	23
31300	Bosque mixto			90	47	31	23
32100	Pastizales naturales		≥ 3	53	23	14	9
32100	Pastizales naturales		< 3	80	35	17	10
32100	Prados alpinos		≥ 3	70	33	18	13
32100	Prados alpinos		< 3	120	55	22	14
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		≥ 3	70	33	18	13
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		< 3	120	55	22	14
32110	Pastizales supraforestales		≥ 3	70	33	18	13
32110	Pastizales supraforestales		< 3	120	55	22	14
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos		≥ 3	70	33	18	13
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos		< 3	120	55	22	14
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32121	Otros pastizales templado oceánicos		≥ 3	53	23	14	9
32121	Otros pastizales templado oceánicos		< 3	79	35	17	10
32122	Otros pastizales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
32122	Otros pastizales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32200	Landas y matorrales mesófilas			76	34	22	16
32210	Landas y matorrales en climas húmedos. Vegetación mesófila			76	34	22	16
32220	Fayal-brezal macaronésico			60	24	14	10
32300	Vegetación esclerófila			60	24	14	10
32311	Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso			75	34	22	16
32312	Matorrales subarbusivos o arbustivos muy poco densos			60	24	14	10
32320	Matorrales xerófilos macaronésicos			40	17	8	5
32400	Matorral boscoso de transición			75	34	22	16
32400	Claras de bosques			40	17	8	5
32400	Zonas empantanadas fijas o en transición			60	24	14	10
32410	Matorral boscoso de frondosas			75	34	22	16
32420	Matorral boscoso de coníferas			75	34	22	16
32430	Matorral boscoso de bosque mixto			75	34	22	16
33110	Playas y dunas			152	152	152	152
33120	Ramblas con poca o sin vegetación			15	8	6	4
33200	Roquedo			2	2	2	2
33210	Rocas desnudas con fuerte pendiente			2	2	2	2



Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
33220	Afloramientos rocosos y canchales		≥ 3	2	2	2	2
33220	Afloramientos rocosos y canchales		< 3	4	4	4	4
33230	Coladas lávicas cuatemarias		≥ 3	3	3	3	3
33230	Coladas lávicas cuatemarias		< 3	5	5	5	5
33300	Espacios con vegetación escasa		≥ 3	24	14	8	6
33300	Espacios con vegetación escasa		< 3	58	25	12	7
33310	Xeroestepa subdesértica		≥ 3	24	14	8	6
33310	Xeroestepa subdesértica		< 3	58	25	12	7
33320	Cárcavas y/o zonas en proceso de erosión			15	8	6	4
33330	Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa		≥ 3	24	14	8	6
33330	Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa		< 3	58	25	12	7
33400	Zonas quemadas			15	8	6	4
33500	Glaciares y nieves permanentes			0	0	0	0
41100	Humedales y zonas pantanosas			2	2	2	2
41200	Turberas y prados turbosos			248	99	25	16
42100	Marismas			2	2	2	2
42200	Salinas			5	5	5	5
42300	Zonas llanas intermareales			0	0	0	0
51100	Cursos de agua			0	0	0	0
51110	Ríos y cauces naturales			0	0	0	0
51120	Canales artificiales			0	0	0	0
51210	Lagos y lagunas			0	0	0	0
51210	Lagos y lagunas (almacenamiento de agua)			0	0	0	0
51120	Embalses			0	0	0	0
51120	Embalses (almacenamiento de agua)			0	0	0	0
52100	Lagunas costeras			0	0	0	0
52200	Estuarios			0	0	0	0
52300	Mares y océanos			0	0	0	0

Notas:
 La codificación de los tipos del suelo corresponde al proyecto europeo Corine Land Cover 2000
 N: Denota cultivo según las curvas de nivel.
 R: Denota cultivo según la línea de máxima pendiente.



Coefficiente corrector del umbral de escorrentía

La formulación del método racional efectuada en los epígrafes precedentes requiere una calibración con datos reales de las cuencas, que se introduce en el método a través de un coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

Se pueden distinguir los siguientes casos, en función de los datos disponibles:

- Cuando se disponga de una calibración específica para una cuenca concreta, el valor del coeficiente corrector a aplicar es, directamente, el obtenido en ella.
- Cuando se disponga de datos sobre caudales suficientemente representativos para una cuenca concreta o cuencas próximas similares, se debe efectuar una calibración por comparación entre datos reales y resultados del método racional, de tal forma que los caudales correspondientes a distintos períodos de retorno obtenidos a partir del análisis estadístico de los datos de caudal, coincidan sensiblemente con los obtenidos mediante la aplicación del método.
- Cuando no se disponga de información suficiente en la propia cuenca de cálculo o en cuencas próximas similares, para llevar a cabo la calibración, se puede tomar el valor del coeficiente corrector a partir de los datos de las regiones de la figura 2.9.



- En este último caso, se debe proceder como se indica a continuación:
- En las cuencas del Levante y Sureste peninsular se debe estar a lo especificado en el apartado 2.3



- En el resto de las cuencas se debe proceder como sigue, atendiendo al tipo de obra de que en cada caso se trate:
 - Drenaje transversal de vías de servicio, ramales, caminos, accesos a instalaciones y edificaciones auxiliares de la carretera y otros elementos anejos (siempre que el funcionamiento hidráulico de estas obras no afecte a la carretera principal) y drenaje de plataforma y márgenes: Se debe aplicar el producto del valor medio de la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía por un factor dependiente del período de retorno T , considerado para el caudal de proyecto en el elemento de que en cada caso se trate:

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

- Drenaje transversal de la carretera (puentes y obras de drenaje transversal): producto del valor medio de la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía corregido por el valor correspondiente al intervalo de confianza del cincuenta por ciento, por un factor dependiente del período de retorno T considerado para el caudal de proyecto, es decir:

$$\beta^{DT} = (\beta_m - \Delta_{50}) \cdot F_T$$

donde:

β^{PM}	(adimensional)	Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje de plataforma y márgenes, o drenaje transversal de vías auxiliares
β^{DT}	(adimensional)	Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje transversal de la carretera
β_m	(adimensional)	Valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía (tabla 2.5)
F_T	(adimensional)	Factor función del periodo de retorno T (tabla 2.5)
Δ_{50}	(adimensional)	Desviación respecto al valor medio: intervalo de confianza correspondiente al cincuenta por ciento (50 %)



En el proyecto se puede justificar la conveniencia de adoptar, en algún caso concreto, un intervalo de confianza superior al definido con carácter general en los párrafos precedentes.

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,60	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58
821	1,30	0,35	0,50	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,40	0,25	0,35	0,60	0,70	0,86	1,16	-	-
83	2,30	0,15	0,25	0,40	0,63	0,85	1,21	1,51	1,85
91	0,85	0,15	0,25	0,40	0,72	0,88	1,19	1,52	1,95
92	1,45	0,30	0,40	0,70	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
93	1,70	0,20	0,25	0,45	0,77	0,92	1,00	1,00	1,00
941	1,80	0,15	0,20	0,35	0,68	0,87	1,17	1,39	1,64
942	1,20	0,15	0,25	0,40	0,77	0,91	1,11	1,24	1,32
951	1,70	0,30	0,40	0,70	0,72	0,88	1,17	1,43	1,78
952	0,85	0,15	0,25	0,40	0,77	0,90	1,13	1,32	1,54
101	1,75	0,30	0,40	0,70	0,76	0,90	1,12	1,27	1,39
1021	1,45	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00
1022	2,05	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00

En Ceuta y Melilla se adoptarán valores similares a los de la región 61.
Pueden obtenerse valores intermedios por interpolación adecuada a partir de los datos de esta tabla
En todos los casos $F_{10}=1,00$

22/

5.3.2.4. ÁREA DE LA CUENCA

A los efectos de esta norma se considera como área de la cuenca A, la superficie medida en proyección horizontal (planta) que drena al punto de desagüe (figura 2.2).

El método de cálculo expuesto en los apartados anteriores supone unos valores únicos de la intensidad de precipitación y del coeficiente de escorrentía para toda la cuenca, correspondientes a sus valores medios. Esta hipótesis sólo es aceptable en cuencas que sean suficientemente homogéneas, tanto respecto de la variación espacial de la precipitación como del coeficiente de escorrentía.



El caso más general, de cuencas heterogéneas, se debe resolver mediante subdivisión en áreas parciales de superficie A_i , que puedan considerarse homogéneas respecto a los factores señalados, cuyos coeficientes de escorrentía C_i , e intensidades de precipitación $I(T, t_c)_i$, se calculan por separado. El caudal de proyecto se determinará sustituyendo en la fórmula general de cálculo (epígrafe 2.2.1) el producto de los tres factores por la correspondiente sumatoria de productos relativa a cada una de las áreas parciales, es decir:

$$Q_T = \frac{K_t}{3,6} \cdot \sum_i [I(T, t_c)_i \cdot C_i \cdot A_i]$$

En los casos más habituales, dado el pequeño tamaño de las cuencas a las que resulta de aplicación este método de cálculo, la causa de la heterogeneidad se debe a la variación espacial del coeficiente de escorrentía y no tanto de la intensidad de precipitación. En tales circunstancias se considera razonable adoptar un valor medio areal para la intensidad de precipitación en la cuenca $I(T, t_c)$ por lo que la expresión anterior resulta:

$$Q_T = \frac{K_t}{3,6} \cdot I(T, t_c) \cdot \sum_i [C_i \cdot A_i]$$

5.3.2.5. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN.

2.2.5 Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

donde:

- K_t (adimensional) Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.
- t_c (horas) Tiempo de concentración de la cuenca (epígrafe 2.2.2.5)



5.4. CONSIDERACIONES PARTICULARES DE CÁLCULO.

Una vez descrita la metodología general utilizada y mostrada la morfología de la cuenca, indicamos algunas consideraciones particulares a tener en cuenta en el presente estudio.

5.4.1. PRECIPITACIONES MÁXIMAS.

El cálculo para definir la precipitación máxima en 24h en el presente estudio está explicado en la apartado 2.2.2.2. de este capítulo. Los valores se han obtenidos a partir del Manual de Máximas Lluvias diarias de la España Peninsular, publicado por el Ministerio de Fomento, y que tiene como finalidad proporcionar un valor de las Máximas precipitación en 24h, que sirva de base de partida para el cálculo de los caudales a desaguar por los pequeños cauces existentes en las obras de carreteras, supliendo así la ausencia de aforos en los mismos.

5.4.2. PERIODOS DE RETORNO.

En consonancia con los criterios requeridos por las administraciones competentes, en el presente estudio se han estimado los caudales máximos para el periodos de retorno de 500 años (correspondiente a los valores que determinan la zona inundable), y el periodo de retorno T5 (utilizado para calcular la Máxima Crecida Ordinaria, y definir una zona de dominio público hidráulico teórico), como veremos a continuación.

Avenida de 500 años (T500)

Como se ha descrito en el apartado 2.2.2.2. de este capítulo, el caudal para un determinado periodo de retorno se ha obtenido a través de la fórmula de intensidad de la precipitación, donde en este caso, T=500.

Máxima Crecida Ordinaria (TMCO)

Según la definición de Dominio Público Hidráulico (art 4 de su reglamento), es necesario conocer la Máxima Crecida Ordinaria. En la actualidad, dicho cálculo se obtiene a través de la fórmula incluida en el CEDEX:

$$TMCO = T5 \times Cv,$$

Donde Cv puede variar entre 0.3 y 1.4 en función del tipo de régimen extremo.

En este caso, tratándose de una zona con régimen de lluvias de carácter extremo, se ha considerado un valor $Cv = 1$, por lo que el resultado de T se eleva a 5 años de periodo de retorno.

5.4.3. USOS DEL SUELO Y EDAFOLOGÍA.

Como se comentó en el capítulo 4, los usos principales incluidos en el sector se caracterizan por su carácter natural, influenciados por la cercanía al litoral, es decir, en la zona abundan fundamentalmente matorral denso y disperso con mezcla de quercíneas, a las que se suman los arenales propios de las áreas limítrofes con la playa.



En cuanto a la edafología, el sector de forma completa se localiza en la categoría B de zonas Franco arenosas.

El resto de parámetros hidrológicos podrán comprobarse en las tablas que se muestran en los resultados, así como en los ficheros de cálculos aportados.

5.5. RESULTADOS

A continuación se muestran las fichas resúmenes, así como las imágenes más relevantes de los parámetros utilizados durante el proceso de cálculo de los caudales. Esta información podrá ampliarse con los ficheros editables que se acompañan en el estudio.

CUENCA <i>Innominado 1</i>							
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN		0.5328 h		CAUDAL (Q)			
				Q = (K*C*I*A)/3,6			
Longitud cauce principal (km)		0.98 km		QMCO (m3/s)		0.67	
Cota máxima (m)		61 m		Q50 (m3/s)		1.57	
Cota mínima (m)		17 m		Q100 (m3/s)		1.88	
Pendiente media (m/m)		0.04490 m/m		Q500 (m3/s)		3.00	
Grado de Urbanización		0.00 0/1					
INTENSIDAD (I)					Kt		
	TMCO	T50	T100	T500	1.03		
	37.15	62.74	71.50	93.23			
Pd (precip max 24h)	106	179	204	266			
Ka	1.00						
I1/I24 (mapa 1)	8.0						
Fint = Max (Fa, Fb)	8.41	Fa = 8.41		Fb = 3.39		Curvas IDF 3.00	
ESCORRENTÍA *							
	CMCO	C50	C100	C500			
	0.29	0.41	0.43	0.52			
B	0.91	1.10	1.18	1.17			
Bm	1.00						
Ft	0.91	1.10	1.18	1.17			
CODIGO	USO	PRÁCTICA	PENDIENTE	SUELO	AREA (m²)	%	Po'
x	Herb. Secano			B	475	0.2	21
x	Arbolado denso			B	14896	6.9	23
x	Matorral denso			B	0	0.0	24
x	Matorral disp.			B	159401	74.2	34
x	Pastizal			B	40067	18.6	47
x	Playa			B	0	0.0	152
					0	0.0	0
					0	0.0	0
Total	0.21 Km2				214839	100	35.6

26,

Tabla resumen de parámetros hidrológicos Arroyo Innominado 1.



CUENCA <i>Innominado 2</i>							
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 0.3423 h				CAUDAL (Q)			
				Q = (K*C*I*A)/3,6			
Longitud cauce principal (km) 0.52 km				QMCO (m3/s) 0.28			
Cota máxima (m) 37 m				Q50 (m3/s) 0.69			
Cota mínima (m) 18 m				Q100 (m3/s) 0.83			
Pendiente media (m/m) 0.03654 m/m				Q500 (m3/s) 1.36			
Grado de Urbanización 0.00 0/1							
INTENSIDAD (I)						Kt	
	TMCO	T50	T100	T500			
	38.41	64.87	73.93	96.40	1.02		
Pd (precip max 24h)	106	179	204	266			
Ka	1.00						
I1/I24 (mapa 1)	8.0						
Fint = Max (Fa, Fb)	8.70	Fa = 8.70					
		Fb = 3.39		Curvas IDF		3.00	
ESCORRENTÍA *							
	CMCO	C50	C100	C500			
	0.24	0.35	0.37	0.47			
B	0.91	1.10	1.18	1.17			
Bm	1.00						
Ft	0.91	1.10	1.18	1.17			
CODIGO	USO	PRÁCTICA	PENDIENTE	SUELO	AREA (m²)	%	Po'
x	Herb. Secano			B	0	0.0	21
x	Arbolado denso			B	0	0.0	23
x	Matorral denso			B	0	0.0	24
x	Matorral disp.			B	45171	42.4	34
x	Pastizal			B	61347	57.6	47
x	Playa			B	0	0.0	152
					0	0.0	0
					0	0.0	0
Total		0.11 Km2			106518	100	41.5

27,

Tabla resumen de parámetros hidrológicos Arroyo Innominado 2.



CUENCA <i>Innominado 3 (cabecera)</i>							
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN		0.2857 h					
CAUDAL (Q)		$Q = (K \cdot C \cdot I \cdot A) / 3.6$					
Longitud cauce principal (km)	0.43 km	QMCO (m3/s)	0.25				
Cota máxima (m)	37 m	Q50 (m3/s)	0.60				
Cota mínima (m)	18 m	Q100 (m3/s)	0.73				
Pendiente media (m/m)	0.04419 m/m	Q500 (m3/s)	1.18				
Grado de Urbanización	0.00 0/1						
INTENSIDAD (I)							
	TMCO	T50	T100	T500	Kt		
	38.93	65.73	74.91	97.68	1.01		
Pd (precip max 24h)	106	179	204	266			
Ka	1.00						
I1/I24 (mapa 1)	8.0						
Fint = Max (Fa, Fb)	8.81	Fa = 8.81		Fb = 3.39			
				Curvas IDF 3.00			
ESCORRENTÍA *							
	CMCO	C50	C100	C500			
	0.26	0.37	0.39	0.49			
B	0.91	1.10	1.18	1.17			
Bm	1.00						
Ft	0.91	1.10	1.18	1.17			
CODIGO	USO	PRÁCTICA	PENDIENTE	SUELO	AREA (m²)	%	Po'
x	Herb. Secano			B	0	0.0	21
x	Arbolado denso			B	0	0.0	23
x	Matorral denso			B	24553	28.0	24
x	Matorral disp.			B	8154	9.3	34
x	Pastizal			B	55089	62.7	47
x	Playa			B	0	0.0	152
					0	0.0	0
					0	0.0	0
Total	0.09 Km2				87796	100	39.4

28,

Tabla resumen de parámetros hidrológicos Arroyo Innominado 3 (cabecera).



CUENCA <i>Innominado 3 (desemb)</i>							
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN		0.6442 h					
CAUDAL (Q)		$Q = (K^*C^*I^*A)/3,6$					
Longitud cauce principal (km)	1.13	km	QMCO (m3/s)	0.92			
Cota máxima (m)	37	m	Q50 (m3/s)	2.22			
Cota mínima (m)	4	m	Q100 (m3/s)	2.67			
Pendiente media (m/m)	0.02920	m/m	Q500 (m3/s)	4.33			
Grado de Urbanización	0.00	0/1					
INTENSIDAD (I)					Kt		
	TMCO	T50	T100	T500	1.04		
	36.61	61.82	70.45	91.86			
Pd (precip max 24h)	106	179	204	266			
Ka	1.00						
I1/I24 (mapa 1)	8.0						
Fint = Max (Fa, Fb)	8.29	Fa =	8.29				
		Fb =	3.39	Curvas IDF	3.00		
ESCORRENTÍA *							
	CMCO	C50	C100	C500			
	0.26	0.37	0.39	0.49			
B	0.91	1.10	1.18	1.17			
Bm	1.00						
Ft	0.91	1.10	1.18	1.17			
CODIGO	USO	PRÁCTICA	PENDIENTE	SUELO	AREA (m²)	%	Po'
x	Herb. Secano			B	0	0.0	21
x	Arbolado denso			B	0	0.0	23
x	Matorral denso			B	88933	26.6	24
x	Matorral disp.			B	62819	18.8	34
x	Pastizal			B	179416	53.7	47
x	Playa			B	2846	0.9	152
					0	0.0	0
					0	0.0	0
Total	0.33	Km2			334014	100	39.3

29,

Tabla resumen de parámetros hidrológicos Arroyo Innominado 3 (desemb).



CUENCA <i>Innominado 4 (cabecera)</i>							
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 0.1882 h				CAUDAL (Q)			
				$Q = (K \cdot C \cdot I \cdot A) / 3.6$			
Longitud cauce principal (km) 0.28 km				QMCO (m3/s) 0.19			
Cota máxima (m) 28 m				Q50 (m3/s) 0.45			
Cota mínima (m) 8 m				Q100 (m3/s) 0.54			
Pendiente media (m/m) 0.07143 m/m				Q500 (m3/s) 0.86			
Grado de Urbanización 0.00 0/1							
INTENSIDAD (I)					Kt		
	TMCO	T50	T100	T500	1.01		
	40.10	67.71	77.17	100.62			
Pd (precip max 24h)	106	179	204	266			
Ka	1.00						
I1/I24 (mapa 1)	8.0						
Fint = Max (Fa, Fb)	9.08	Fa = 9.08					
		Fb = 3.39		Curvas IDF		3.00	
ESCORRENTÍA *							
	CMCO	C50	C100	C500			
	0.29	0.41	0.43	0.53			
B	0.91	1.10	1.18	1.17			
Bm	1.00						
Ft	0.91	1.10	1.18	1.17			
CODIGO	USO	PRÁCTICA	PENDIENTE	SUELO	AREA (m²)	%	Po'
x	Herb. Secano			B	0	0.0	21
x	Arbolado denso			B	14896	25.6	23
x	Matorral denso			B	13612	23.4	24
x	Matorral disp.			B	0	0.0	34
x	Pastizal			B	29601	50.9	47
x	Playa			B	0	0.0	152
					0	0.0	0
					0	0.0	0
Total		0.06 Km2			58109	100	35.5

30,

Tabla resumen de parámetros hidrológicos Arroyo Innominado 4 (cabecera).



CUENCA <i>Innominado 4 (desemb)</i>							
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN		0.6899 h					
Longitud cauce principal (km)		1.13 km					
Cota máxima (m)		28 m					
Cota mínima (m)		5 m					
Pendiente media (m/m)		0.02035 m/m					
Grado de Urbanización		0.00 0/1					
		CAUDAL (Q)					
		$Q = (K^*C^*I^*A)/3,6$					
QMCO (m3/s)		0.44					
Q50 (m3/s)		1.02					
Q100 (m3/s)		1.22					
Q500 (m3/s)		1.95					
INTENSIDAD (I)					Kt		
	TMCO	T50	T100	T500	1.04		
	36.41	61.48	70.07	91.36			
Pd (precip max 24h)	106	179	204	266			
Ka	1.00						
I1/I24 (mapa 1)	8.0						
Fint = Max (Fa, Fb)	8.24	Fa = 8.24					
		Fb = 3.39		Curvas IDF	3.00		
ESCORRENTÍA *							
	CMCO	C50	C100	C500			
	0.30	0.41	0.43	0.53			
B	0.91	1.10	1.18	1.17			
Bm	1.00						
Ft	0.91	1.10	1.18	1.17			
CODIGO	USO	PRÁCTICA	PENDIENTE	SUELO	AREA (m²)	%	Po'
x	Herb. Secano			B	44	0.0	21
x	Arbolado denso			B	24373	17.5	23
x	Matorral denso			B	46373	33.3	24
x	Matorral disp.			B	0	0.0	34
x	Pastizal			B	68291	49.1	47
x	Playa			B	0	0.0	152
					0	0.0	0
					0	0.0	0
Total	0.14 Km2				139081	100	35.1

31,

Tabla resumen de parámetros hidrológicos Arroyo Innominado 4 (desemb).



CUENCA <i>Innominado 5</i>							
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 0.1964 h				CAUDAL (Q)			
				Q = (K*C*I*A)/3,6			
Longitud cauce principal (km) 0.28 km				QMCO (m3/s) 0.26			
Cota máxima (m) 24 m				Q50 (m3/s) 0.59			
Cota mínima (m) 8 m				Q100 (m3/s) 0.71			
Pendiente media (m/m) 0.05714 m/m				Q500 (m3/s) 1.13			
Grado de Urbanización 0.00 0/1							
INTENSIDAD (I)					Kt		
	TMCO	T50	T100	T500	1.01		
	39.98	67.51	76.94	100.32			
Pd (precip max 24h)	106	179	204	266			
Ka	1.00						
I1/I24 (mapa 1)	8.0						
Fint = Max (Fa, Fb)	9.05	Fa = 9.05					
		Fb = 3.39		Curvas IDF	3.00		
ESCORRENTÍA *							
	CMCO	C50	C100	C500			
	0.30	0.42	0.44	0.54			
B	0.91	1.10	1.18	1.17			
Bm	1.00						
Ft	0.91	1.10	1.18	1.17			
CODIGO	USO	PRÁCTICA	PENDIENTE	SUELO	AREA (m²)	%	Po'
x	Herb. Secano			B	0	0.0	21
x	Arbolado denso			B	8415	11.3	23
x	Matorral denso			B	32369	43.3	24
x	Matorral disp.			B	0	0.0	34
x	Pastizal			B	34004	45.5	47
x	Playa			B	0	0.0	152
					0	0.0	0
					0	0.0	0
Total	0.07 Km2				74788	100	34.3

32,

Tabla resumen de parámetros hidrológicos Arroyo Innominado 5.



CUENCA <i>Innominado 6</i>							
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN		0.5132 h					
Longitud cauce principal (km)		0.91 km					
Cota máxima (m)		42 m					
Cota mínima (m)		5 m					
Pendiente media (m/m)		0.04066 m/m					
Grado de Urbanización		0.00 0/1					
CAUDAL (Q)				$Q = (K \cdot C \cdot I \cdot A) / 3.6$			
QMCO (m3/s)				0.77			
Q50 (m3/s)				1.81			
Q100 (m3/s)				2.18			
Q500 (m3/s)				3.50			
INTENSIDAD (I)					Kt		
	TMCO	T50	T100	T500	1.03		
	37.26	62.92	71.71	93.50			
Pd (precip max 24h)	106	179	204	266			
Ka	1.00						
I1/I24 (mapa 1)	8.0						
Fint = Max (Fa, Fb)	8.44	Fa = 8.44					
		Fb = 3.39		Curvas IDF		3.00	
ESCORRENTÍA *							
	CMCO	C50	C100	C500			
	0.28	0.39	0.41	0.51			
B	0.91	1.10	1.18	1.17			
Bm	1.00						
Ft	0.91	1.10	1.18	1.17			
CODIGO	USO	PRÁCTICA	PENDIENTE	SUELO	AREA (m²)	%	Po'
x	Herb. Secano			B	0	0.0	21
x	Arbolado denso			B	66704	26.0	23
x	Matorral denso			B	24152	9.4	24
x	Matorral disp.			B	30469	11.9	34
x	Pastizal			B	135709	52.8	47
x	Playa			B	0	0.0	152
					0	0.0	0
					0	0.0	0
Total	0.26 Km2				257034	100	37.1

33,

Tabla resumen de parámetros hidrológicos Arroyo Innominado 6.

6

ESTUDIO HIDRÁULICO

- 6.1. INTRODUCCIÓN.
- 6.2. TRAMOS DE ESTUDIO.
- 6.3. CÁLCULO HIDRÁULICO.
 - 6.3.1. INTRODUCCIÓN Y CONSIDERACIONES GENERALES DEL MODELO UTILIZADO.
 - 6.3.2. CONSIDERACIONES PARTICULARES DE LA MODELIZACIÓN.
- 6.4. RESULTADOS.



6.1. INTRODUCCIÓN.

El estudio hidráulico tiene como objetivo simular el comportamiento del agua en un conjunto de secciones establecidas. Esto permitirá conocer velocidades y calados de la lámina de agua para unos caudales determinados.

Es importante aclarar que, a diferencia del estudio hidrológico, en este apartado sólo se tienen en cuenta las variables del tramo de estudio, es decir, no se consideran parámetros referentes a la cuenca, sino que se acota la superficie para la que se quiere conocer la mancha de inundación.

6.2. TRAMOS DE ESTUDIO.

Según los estudios previos, cartografía consultada, trabajo de campo, así como los informes de los diferentes organismos competentes en materia de agua, los cauces de afección a la ordenación prevista en el Plan Parcial son:

- Arroyo innominado 1.
- Arroyo innominado 2.
- Arroyo innominado 3.
- Arroyo innominado 4.
- Arroyo innominado 5.
- Arroyo innominado 6.



Arroyos de estudio.



6.3. CÁLCULO HIDRÁULICO.

6.3.1. INTRODUCCIÓN Y CONSIDERACIONES GENERALES DEL MODELO UTILIZADO.

La simulación se ha realizado con la aplicación HEC-RAS 5, del cuerpo de ingenieros del ejército de los Estados Unidos. El modelo implementado en este programa permite simular los flujos discurrentes, tanto en canales naturales, como canales prismáticos. El cálculo se define unidimensional, al reducir la formulación general del movimiento tridimensional a un movimiento 1D, si bien la aplicación admite desde 2016 la simulación bidimensional.

El módulo permanente o estacionario permite calcular los perfiles de la lámina libre resolviendo la ecuación de conservación de la energía de forma iterativa. Este describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una línea de corriente. Fue expuesto por Daniel Bernoulli en su obra Hidrodinámica (1738) y expresa que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido. La energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes:

- Cinética: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido.
- Potencial gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posea.
- Energía de flujo: es la energía que un fluido contiene debido a la presión que posee.

La siguiente ecuación conocida como "Ecuación de Bernoulli" (Trinomio de Bernoulli) consta de estos mismos términos.

$$\frac{V^2 \rho}{2} + P + \rho g z = \text{constante}$$

donde:

V = velocidad del fluido en la sección considerada.

g = aceleración gravitatoria

z = altura en la dirección de la gravedad desde una cota de referencia.

P = presión a lo largo de la línea de corriente.

ρ = densidad del fluido.



Para aplicar la ecuación se deben realizar los siguientes supuestos:

- Viscosidad (fricción interna) = 0 Es decir, se considera que la línea de corriente sobre la cual se aplica se encuentra en una zona 'no viscosa' del fluido.
- Caudal constante
- Flujo incompresible, donde ρ es constante.
- La ecuación se aplica a lo largo de una línea de corriente o en un flujo irrotacional

El uso del este modelo, sin perjuicio de sufrir resultados inadmisibles, requiere tres características básicas:

- **Flujo unidimensional.** El flujo transitado es concebido como unidimensional, en el sentido en el que este transita de forma paralela al eje del cauce y en dirección aguas abajo del mismo.
- **Régimen permanente.** Los valores de las variables no dependen del tiempo.
- **Pendiente leve.** La pendiente en todos los tramos de estudio es inferior al 10%, nivel máximo admitido por la aplicación.

Los resultados del estudio definen la cota de la lámina de agua para todos los puntos de un tramo de cauce definidos por dos o más secciones transversales. La lámina determina la mancha de inundación para los distintos periodos de recurrencia, permitiendo así valorar, entre otras cuestiones, la viabilidad o no de ejecución de ciertas actuaciones en los terrenos colindantes.

6.3.1.1. PARÁMETROS GEOMÉTRICOS.

Representa el primer requisito propuesto por el método de cálculo implementado en HEC-RAS. Hace referencia a la supuesta delimitación de los límites y líneas de circulación de flujos en los canales, además de definir las secciones transversales sobre las que se ejecutará el modelo. En este apartado también se describen las cotas y características geométricas de las obras de paso o infraestructuras que alteren el comportamiento del flujo en su recorrido por la zona de estudio.

Para establecer el modelo geométrico se ha utilizado la aplicación RiverGIS, desarrollada como una extensión del sistema de información geográfica QGIS, y que facilita las tareas de inserción de la información geométrica basándose en los datos proporcionados por las ortoimágenes y **modelo del terreno** de la zona de estudio.

Este modelo digital del terreno (sobre el que se generan las secciones transversales) se ha elaborado a partir en la nube de puntos del vuelo Lidar de cobertura nacional de 2015, proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional, con una resolución mínima de 0,5 puntos/m²,



Los datos obtenidos de la modelización en el GIS, son exportados e interpretados por el *geometry data* de HEC-RAS.

Delineación de cauces.

Para definir el modelo geométrico tenemos que delimitar de manera precisa el cauce, para el cual hay que representar su eje, los límites del mismo, el centro de las llanuras de inundación, y las secciones transversales. Definido estos elementos, asignamos la topología necesaria para referenciar el modelo.

Pérdidas de energía.

La circulación de la lámina de agua por un tramo puede variar considerablemente en función de la cantidad de energía que se pierda entre unas secciones y otras. Las pérdidas son producidas principalmente por el rozamiento de las partículas y los cambios en las secciones transversales de los ríos. El modelo HEC-RAS incluye un apartado para asignar los coeficientes aplicables en cada sección dada.

Coeficiente de Manning (n).

El coeficiente de manning es un parámetro de rugosidad que permite determinar la resistencia al flujo, y por tanto representa una variable fundamental en el comportamiento de un cauce o canal.

El valor de n es muy variable y depende de una cantidad de factores. Al seleccionar un valor adecuado de n para diferentes condiciones de diseño, un conocimiento básico de estos factores debe ser considerado de gran utilidad.

Rugosidad de la superficie

Se representa por el tamaño y la forma de los granos del material que forma el perímetro mojado y que producen un efecto retardante sobre el flujo. En general, los granos finos resultan en un valor relativamente bajo de n y los granos gruesos dan lugar a un valor alto de n.

Vegetación

Puede ser vista como una clase de rugosidad superficial. Este efecto depende principalmente de la altura, densidad, distribución y tipo de vegetación, y es muy importante en el diseño de canales pequeños de drenaje, ya que por lo común éstos no reciben mantenimiento regular.

Irregularidad del canal

Se refiere a las variaciones en las secciones transversales de los canales, su forma y su perímetro mojado a lo largo de su eje longitudinal. En general, un cambio gradual y uniforme en la sección transversal o en su tamaño y forma no produce efectos apreciables en el valor de n, pero cambios abruptos o alteraciones de secciones pequeñas y grandes requieren el uso de un valor grande de n.



Alineamiento del canal

Curvas suaves con radios grandes producirán valores de n relativamente bajos, en tanto que curvas bruscas con meandros severos incrementarán el n .

Sedimentación y erosión

En general la sedimentación y erosión activa, dan variaciones al canal que ocasionan un incremento en el valor de n . Urquhart (1975) señaló que es importante considerar si estos dos procesos están activos y si es probable que permanezcan activos en el futuro.

Obstrucción

La presencia de obstrucciones tales como troncos de árbol, desechos de flujos, atascamientos, pueden tener un impacto significativo sobre el valor de n . El grado de los efectos de tales obstrucciones dependen del número y tamaño de ellas.

Aplicando la fórmula Manning, la más grande dificultad reside en la determinación del coeficiente de rugosidad n pues no hay un método exacto de seleccionar un valor n . Para ingenieros veteranos, esto significa el ejercicio de un profundo juicio de ingeniería y experiencia; para novatos, puede ser no más de una adivinanza, y diferentes individuos obtendrán resultados diferentes.

Para calcular entonces el coeficiente de rugosidad n se dispone de tablas (como la publicada por el U.S Department of Agriculture en 1955; Chow, 1959) y una serie de fotografías que muestran valores típicos del coeficiente n para un determinado tipo de canal (Ramser, 1929 y Scobey, 1939).

Aparte de estas ayudas, se encuentra en la literatura numerosas fórmulas para expresar el coeficiente de rugosidad de Manning en función del diámetro de las partículas, las cuales tienen la forma $n = m D^{1/6}$, donde m es un factor de escala y D es un diámetro característico del material del lecho (D_{50} , D_{75} , D_{84} , D_{90}) que son, respectivamente, los diámetros correspondientes al 50, 75, 84 y 90% de la curva granulométrica del material del lecho.

Otros modelos tienen forma logarítmica y expresan n en función del diámetro de las partículas (D_{50} ó D_{84}) y de las características del flujo (radio hidráulico, profundidad media del flujo).

La siguiente tabla muestra valores del coeficiente de rugosidad de Manning teniendo en cuenta las características del cauce:



Coefficientes de Manning	
Cunetas y canales sin revestir	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa	0,020-0,025
En tierra ordinaria, superficie irregular	0,025-0,035
En tierra con ligera vegetación	0,035-0,045
En tierra con vegetación espesa	0,040-0,050
En tierra excavada mecánicamente	0,028-0,033
En roca, superficie uniforme y lisa	0,030-0,035
En roca, superficie con aristas e irregularidades	0,035-0,045
Cunetas y Canales revestidos	
Hormigón	0,013-0,017
Hormigón revestido con gunita	0,016-0,022
Encachado	0,020-0,030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0,017-0,020
Paredes encachadas, fondo de grava	0,023-0,033
Revestimiento bituminoso	0,013-0,016
Corrientes Naturales	
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente	0,027-0,033
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente, algo de vegetación	0,033-0,040
Limpias, meandros, embalses y remolinos de poca importancia	0,035-0,050
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados	0,060-0,080
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados, vegetación densa	0,100-0,200 ¹
Rugosas, corrientes en terreno rocoso de montaña	0,050-0,080
Áreas de inundación adyacentes al canal ordinario	0,030-0,200 ¹

6/6

"Hydraulics of steady flow in open channels".

En este caso, los valores asignando a cada sección son múltiples en función del uso del suelo establecido en el mapa de usos y coberturas vegetales de Andalucía. Dichos valores están contemplados en el anexo 4 de secciones hidráulicas del documento.

Coeficientes de contracción y expansión.

Este coeficiente permite conocer las pérdidas de energía ocasionadas por la variación de las secciones transversales. El modelo permite establecer, aguas arriba de cada sección ambos coeficientes.

En el caso de flujos subcríticos, los coeficientes de contracción y expansión son menores al caso de flujos lentos, siendo lógicamente, las alturas de velocidades mayores. Sin embargo, para flujos rápidos, estas simplificaciones deben ser tomadas con precaución, dado que cambios en la alineación del cauce producen ondas que se propagan hacia abajo, produciendo cambios en los calados que no son tenidos en cuenta por la ecuación de la



energía. Se debe de recurrir a incluir conservación de cantidad de movimiento para estas situaciones.

Para el presente estudio, los valores de contracción y expansión han sido:

- 2 Secciones inmediatamente aguas arriba de obra de paso.
 - Contracción 0.3
 - Contracción 0.5
- Sección inmediatamente aguas debajo de obra de paso.
 - Contracción 0.3
 - Contracción 0.5
- Resto de secciones
 - Contracción 0.1
 - Expansión 0.3

Infraestructuras y obras de paso.

Como en todo estudio hidráulico, las infraestructuras y obras de paso emplazadas de forma permanente en los cauces naturales, perturban de manera relevante el comportamiento natural del flujo de agua. Para ello, HEC-RAS incorpora diferentes opciones de inserción de datos relacionados con la geometría de este tipo de elementos.

Cada infraestructura ha sido modelada conforme a un trabajo de medición en campo. Los parámetros geométricos, así como sus características quedan recogidos en los anejos fotográficos y secciones hidráulicas.

6.3.1.2. PARÁMETROS HIDRÁULICOS.

Una vez que se han definido las secciones en el modelo geométrico hay que indicar los caudales y condiciones de contorno en cada una de ellas.

Perfiles de flujo.

Los perfiles de flujo corresponden a los caudales de entrada en cada sección y cauce.

En cada una de ellas se han identificado los periodo de retorno de 5 y 500 años.

El programa inicia el cálculo en una sección con condiciones conocidas y continúa desarrollando el modelo a través de los diferentes perfiles transversales. Si el régimen es rápido, lo hace en dirección al flujo, mientras que si éste se considera lento, el proceso se lleva a cabo de aguas abajo hacia aguas arriba. En el caso que nos afecta, el cálculo se llevará a cabo mediante régimen mixto.



Los datos quedan recogidos en el anejo 5 tablas hidráulicas.

Condiciones de contorno.

Las condiciones de contorno permitirán al programa conocer la cota de la lámina de agua en una sección. Para ello, HEC-RAS incorpora 4 tipos diferentes de asignación de condiciones:

- Cota de agua conocida: Permite asignar el nivel conocido de la lámina de agua.
- Profundidad crítica: En este caso, el programa utiliza el calado crítico, a como condición de contorno.
- Régimen uniforme: El usuario debe asignar la pendiente de la línea de energía en un punto de la sección. Ésta suele ser la pendiente media del tramo en sus proximidades a la sección establecida.
- Curva gasto: Permite introducir los valores de la curva calado-caudal en un punto de la sección.

En este caso se han utilizados valores constantes por cauce, estableciendo, de forma general, condiciones del lado de la seguridad. Así, para todos los casos se han considerado calado crítico aguas arriba, mientras que aguas abajo, ha estimado la pendiente media (calculada a partir de las dos últimas secciones).

6.3.2. CONSIDERACIONES PARTICULARES DE LA MODELIZACIÓN.

Es importante aclarar que todo modelo matemático requiere de la inclusión de parámetros y variables acordes con la zona de estudio, con el objetivo de obtener unos resultados aceptables y válidos, evitando los resultados genéricos aplicables a cualquier ámbito de estudio. En este sentido, a continuación se describen las consideraciones particulares utilizadas durante esta simulación, teniendo en cuenta, el tipo de lámina de flujo que se quiere obtener (Zona inundable o M.C.O), las características hidrológicas de la zona, así como aspecto hidráulicos del entorno de estudio.

6.3.2.1. CÁLCULO DE M.C.O. Y ZONAS INUNDABLES.

Para el cálculo de la Zona Inundable se han trazado secciones transversales suficientemente extensas para cubrir totalmente la lámina de agua obtenida. Para garantizar un modelado correcto, la separación entre ellas no es constante, variando entre 5 y 20m. Este proceso se ha llevado a cabo de manera manual, representando en todo momento las secciones acorde a las necesidades.

En cuanto a la MCO, atendiendo a la definición de DPH, se ha realizado una aproximación basándose en la utilización secciones tipo, e interpolando el resto, con el objetivo obtener un cauce homogéneo verdaderamente representativo.



6.3.2.2. OTROS CONDICIONANTES HIDRÁULICOS.

Ecuaciones de cálculo.

El modelo matemático resuelve de forma iterativa la ecuación de la conservación de la energía para calcular el nivel del agua en una sección a partir de un nivel conocido de otra. Para calcular las pérdidas por fricción se utiliza la fórmula de Manning, pudiendo usarse diferentes procedimientos, para asignar el valor del número de Manning, que varía de sección en sección, y en cada una horizontal o verticalmente.

Asimismo, se dispone de varios procedimientos para calcular el valor medio de la pendiente de la línea de energía en cada tramo (media aritmética, geométrica...). Pueden especificarse con todo detalle las pérdidas por expansión o contracción.

En el caso de las obras de paso, si fuese necesario por su existencia, debido al comportamiento hidráulico, además de asignarle estos coeficientes de expansión y contracción y otras pérdidas, se ha establecido la siguiente consideración:

Para caudales bajos seleccionar el método de la energía y el del movimiento (este en caso de que el puente tenga pilas).

Para caudales altos simular con el método de la energía de forma previa y en los casos en los que se observe que el flujo sobrepasa la cota del tablero, tanto en las secciones previa y posterior, se utilizaría el método de orificio y vertedero.

Trazado de secciones transversales.

La exactitud de los resultados obtenidos por el modelo HEC-RAS no sólo está condicionada por la proximidad de las hipótesis establecidas con la realidad del fenómeno físico, además se requiere gran precisión en la caracterización geométrica y en la determinación de los números de Manning característicos de las secciones del cauce.

Es por ello que en el presente proyecto, las secciones se trazarán, como norma general, de manera perpendicular al cauce y a las líneas de flujo de la llanura de inundación, a una distancia similar en todo el recorrido y con una longitud suficiente para abordar la lámina de agua en cada uno de los periodos de retorno. A pesar de todo, existen 2 casos en los que el trazado sufre alguna alteración con respecto a la norma general que acabamos de indicar:

En zonas con cauces próximos entre sí, donde exista conectividad hidráulica entre ambos (comportamiento 2D del flujo), se ha adoptado la metodología de unir los extremos de las secciones de ambos tramos, previa colocación de vertederos laterales favoreciéndose así dicha conectividad hidráulica.

En puntos donde existen obras de paso, las secciones se adaptarán en su longitud y distancia a la situación que mejor represente la geometría.



Levees (motas).

Las motas tienen como principal función la limitación de las zonas de cálculo dentro de la sección transversal, y Hec-RAS realiza el balance de energía teniendo en cuenta sólo la región comprendida entre las mimas. En secciones naturales, muchas veces conviene descartar ciertas zonas del cálculo de flujo, o porque son zonas claramente no inundables o porque no conviene inundar según nuestras hipótesis de cálculo. Las motas permiten simular diques de protección (motas de avenida) en los ríos, limitando el dominio de cálculo a la zona encauzada.

Una de las propiedades más importantes de las motas es que, una vez el flujo entra en contacto con ella, se introduce Perímetro Mojado (reducción de R_h), ya que se supone ley de pared del flujo en la zona de contacto del dique (rugosidad de la superficie + velocidad de corte).

El uso de una mota tiene muchísima influencia en el cálculo del calado crítico de la sección (y_c), y en consecuencia, de los niveles de agua. Se debe recordar que un resultado en el cual una mota se encuentre sumergida (bajo el nivel de agua) no es correcto ya que al flujo se le debe dar todo el ancho de cálculo necesario en caso de desbordamiento.

Por tanto, en el presente estudio, el uso de motas se limitará a zonas donde el área inundada diferiría de la situación real, provocando un error en los cálculos.

Vertederos

El uso de vertederos laterales permitirá asimilar el comportamiento hidráulico unidimensional al bidimensional, fundamentalmente en aquellas secciones del río donde puedan existir confluencias con otros cauces, o donde las secciones con gran longitud (zonas de estancamiento cercanas a ODT), hagan que el modelado unidimensional pierda sentido.

Áreas inefectivas.

Las Áreas Inefectivas definen regiones dentro de la sección donde las velocidades son prácticamente nulas (flujos no activos o zonas de aguas muertas). En estas zonas se considera velocidad $U=0$, de modo que no intervienen en el cálculo de la "Conveyance" del programa, pero sí se considera como área mojada. Por tanto, es agua que existe, acumulada, pero no transporta momentum (sin flujo). Otras de las propiedades importantes es que no incrementa perímetro mojado en la sección, en el sentido que, al no existir velocidad en ella, no aparecen fenómenos de pérdidas de energía por rugosidad de pared o lecho.

Las Áreas Inefectivas en el cálculo de los modelos hidráulicos se usan fundamentalmente en las secciones en las que se localizan obras de paso y en aquellas zonas donde existe un desbordamiento que impide que el flujo circule con una cierta velocidad.

En el presente estudio se ha adoptado el siguiente criterio para definir áreas inefectivas:

Cuando una mota se ve desbordada (sumergida), se procede a su eliminación y colocación de un área inefectiva en dicha llanura de inundación.

En las secciones con obras de paso, se dimensionan áreas inefectivas en las zonas laterales a la entrada de la infraestructura.

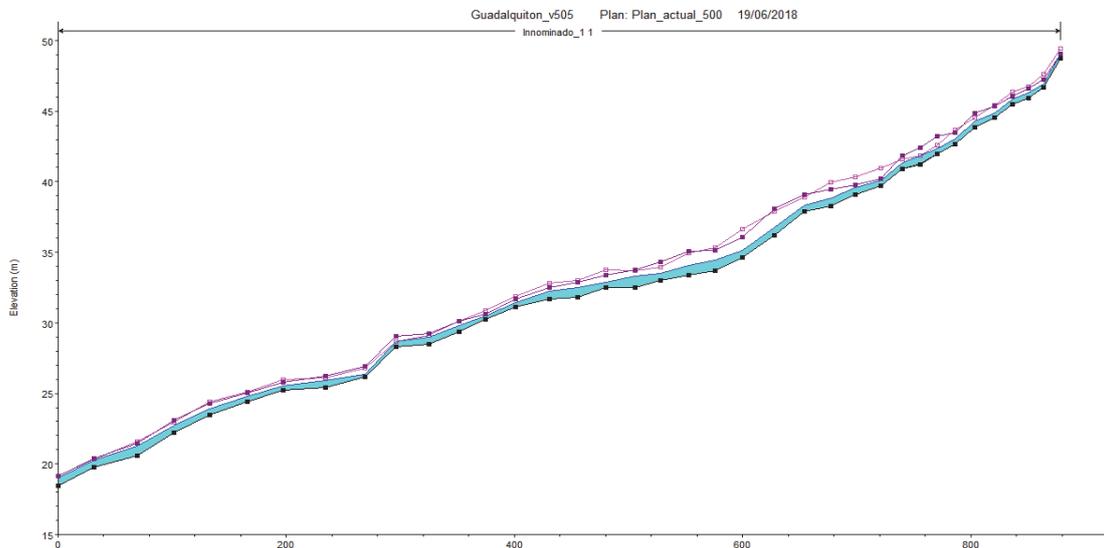


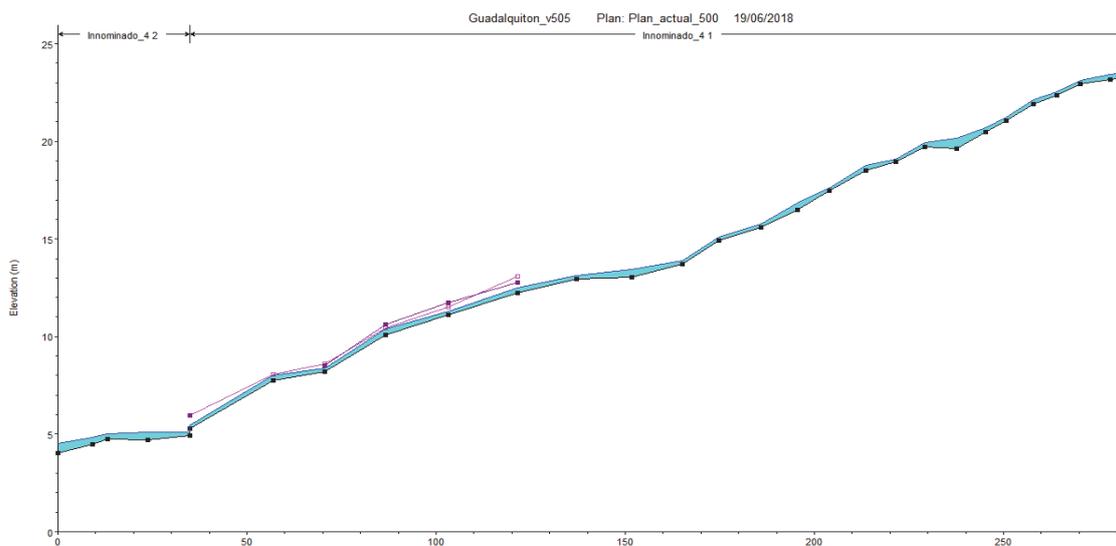
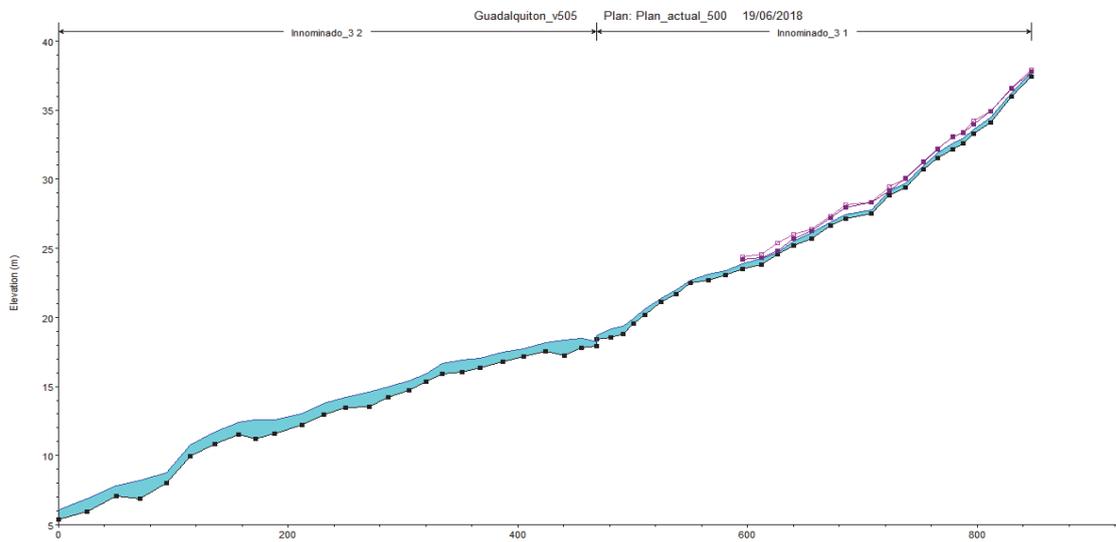
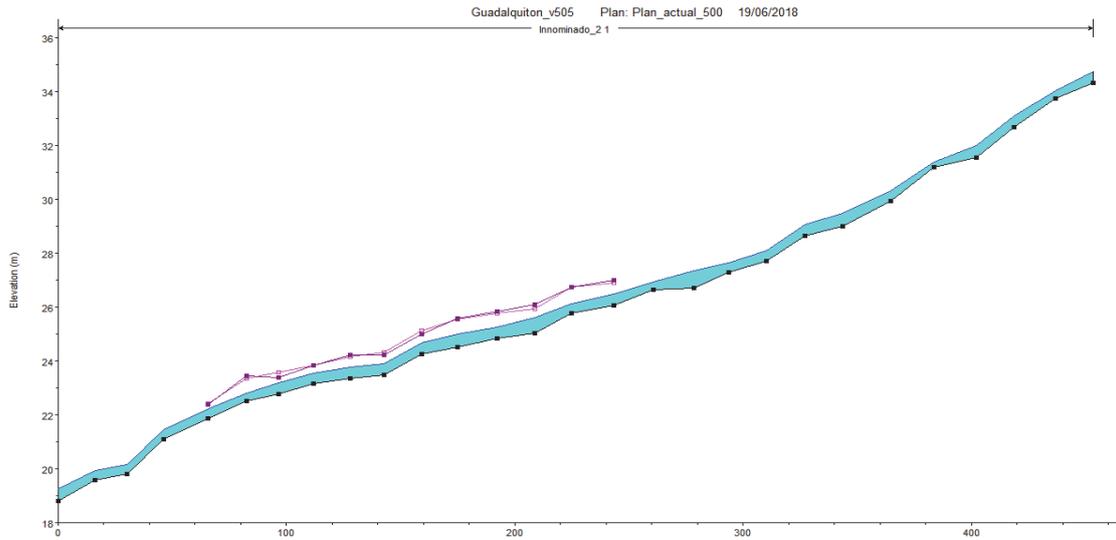
Edificaciones y elementos de obstrucción al flujo

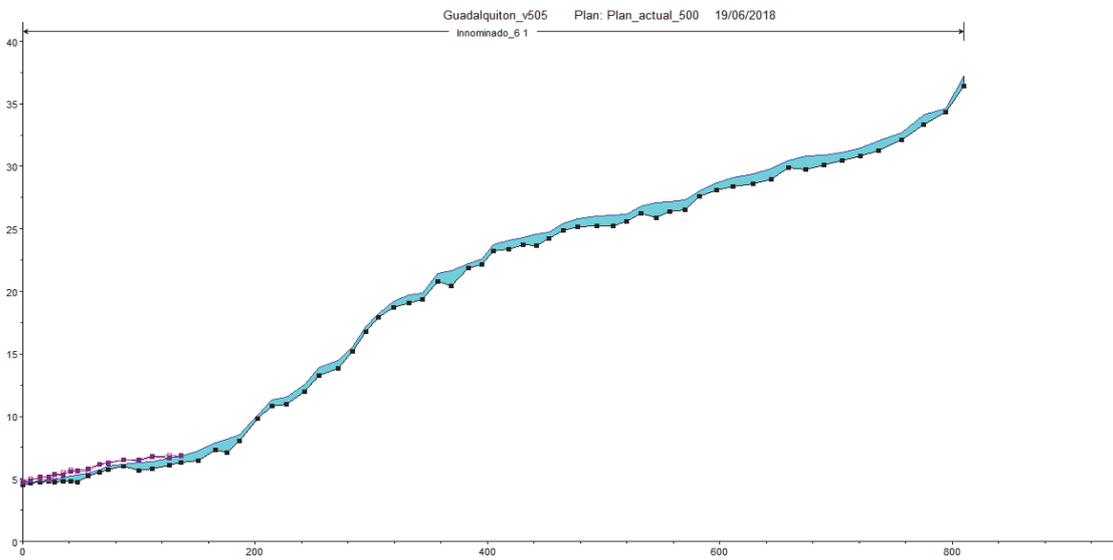
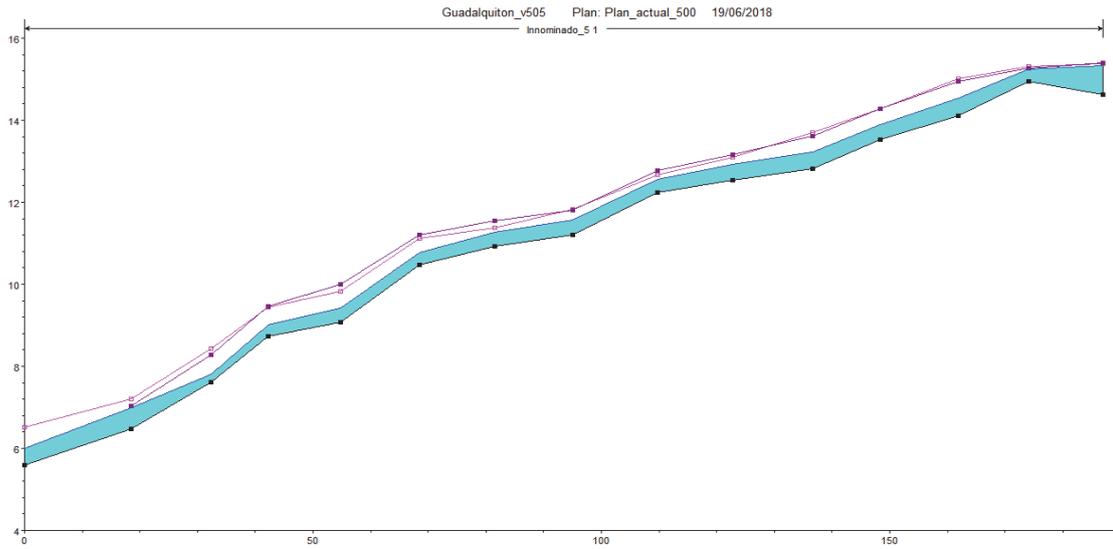
Un correcto modelado hidráulico depende de los elementos que en mayor o menor medida afecten el comportamiento del flujo. Este es el caso de las edificaciones o elementos de cierta entidad que se sitúan fundamentalmente en las llanuras de inundación, y que deben de representarse para conocer la alteración hidráulica. Para ello, el equipo redactor ha realizado un inventario de edificaciones, incorporándolos al modelos como bloques de obstrucción.

6.4. RESULTADOS.

A continuación se muestran los perfiles longitudinales para los periodos de retorno de 500 años. Para profundizar en el resto de parámetros hidráulicos pueden consultarse las tablas, secciones transversales, perfiles... en los archivos editables que acompañan el presente estudio.









7

PROPUESTAS DE ACTUACIÓN Y DE ORDENACIÓN

- 7.1. DETERMINACIONES DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO.
- 7.2. DETERMINACIONES EN ZONA INUNDABLE.





7.1. DETERMINACIONES DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO.

Dominio Público Hidráulico.

- I. En la zona de dominio público hidráulico se prohibirá cualquier tipo de ocupación temporal o permanente, con las excepciones relativas a los usos comunes especiales legalmente previstas. En el dominio público hidráulico y en sus zonas de servidumbre se garantizará la continuidad ecológica y no se podrán prever acciones sobre el medio físico o biológico afecto al DPH que constituyan o puedan constituir una degradación del mismo. Para cualquier actuación en zona de dominio público hidráulico o zona de servidumbre se solicitará autorización del organismo competente en materia de agua".

Márgenes y riberas.

- II. A una Zona de Servidumbre de cinco (5) metros de anchura, para uso público.
- III. A una Zona de Policía de cien (100) metros de anchura en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen.

Zona de servidumbre y policía.

- IV. En las zonas de servidumbre sólo se podrá prever ordenación urbanística para uso público orientada a los fines de paso público peatonal y para el desarrollo de los servicios de vigilancia, conservación y salvamento y para el varado y amarre ocasional de embarcaciones, por tanto, no podrán prever construcciones. En estas zonas el planeamiento podrá planificar siembras o plantaciones de especies no arbóreas, que den continuidad a la vegetación de ribera específica del ámbito. Cualquier uso que demande la disposición de infraestructuras, mobiliario, protecciones, cerramiento u obstáculos deberá ser acorde a los fines indicados. En la zona de servidumbre no se permitirá la instalación de viales rodados.
- V. Cualquier tipo de construcción que se realice en Zona de Policía necesitará autorización previa del organismo competente en materia de agua.
- VI. En la zona de policía quedan prohibidas aquellas actuaciones que supongan alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno, las extracciones de áridos, así como cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que pueda ser causa de degradación o deterioro del dominio público hidráulico.

Infraestructuras.

- VII. Respecto a las infraestructuras, sistemas dotacionales y equipamientos públicos, tales como apoyos de puentes, carreteras, viales rodados, etc. éstos deberán situarse fuera del dominio público hidráulico y su zona de servidumbre correspondiente.





VIII. Las infraestructuras de paso en cauces deberán ser calculadas y diseñadas atendiendo a las siguientes condiciones:

- Deberán ser dimensionadas de forma que se garantice la evacuación del caudal correspondiente a la avenida de los 500 años de periodo de retorno, evitando que el posible incremento de la llanura de inundación produzca remansos aguas arriba, u otras afecciones aguas abajo, que originen daños a terceros. Se respetará la pendiente longitudinal del cauce natural, sin aumentarla.
- No se colocarán tubos ni marcos pluricelulares en cauces de dominio público hidráulico. Se tenderá a estructuras de sección libre que no alteren el lecho ni la sección del cauce. En el caso que se proyecten marcos, sus soleras irán enterradas, al menos, un metro en cauces con carácter erosivo o medio metro para el resto de cauces, con objeto de reponer el lecho a su estado natural. El perfil longitudinal del cauce no se modificará por la implantación de la obra de paso, evitando que se produzcan resaltos.
- Los apoyos y estribos en ningún caso afectarán al dominio público hidráulico y deberán ubicarse fuera de la zona de servidumbre y de la vía de intenso desagüe, salvo que razones económicas o técnicas justificadas lo imposibiliten. En este supuesto las estructuras se diseñarán de forma que los apoyos se sitúen en las franjas más externas de las citadas zonas.
- Las estructuras deberán tener unas dimensiones mínimas que permitan el acceso de personal para labores de conservación y mantenimiento.
- Todas las obras a ejecutar en el dominio público hidráulico, zona de servidumbre y zona de policía deben ser autorizadas por la administración hidráulica.

IX. 4.3. En los cauces se prohibirán, con carácter general, los entubados, embovedados, marcos cerrados, canalizaciones y encauzamientos por provocar la degradación del DPH. Estos últimos sólo podrán autorizarse cuando se requieran para la defensa de los núcleos urbanos consolidados frente a los riesgos de inundación.

Mantenimiento.

X. Para el correcto mantenimiento y preservación de los valores naturales de los cauces que discurren por suelo urbano, corresponde al Ayuntamiento la recogida de los residuos sólidos arrojados a los cauces públicos, tal y como se expresa en el Artículo 13.2 del Decreto 189/2002 de 2 de julio, por el que se aprueba el Plan de Prevención de avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces.





7.2. DETERMINACIONES EN ZONA INUNDABLE.

- I. Los planeamientos de desarrollo, al no poder clasificar suelo incorporarán, al menos, las limitaciones de usos en las zonas inundables. Asimismo, en el momento que se inicie cualquier figura de planeamiento general deberá clasificar las zonas inundables como suelo no urbanizable de especial protección por legislación específica.
- II. Las zonas inundables, una vez excluidos el dominio público hidráulico y las zonas de servidumbre, podrán computar como aprovechamiento urbanístico.

De los usos.

- III. Con carácter general, en las zonas inundables estarán permitidos los usos agrícolas, forestales y ambientales que sean compatibles con la función de evacuación de caudales extraordinarios. Quedarán prohibidos las instalaciones y edificaciones provisionales o definitivas y el depósito y/o almacenamiento de productos, objetos, sustancias o materiales diversos, que puedan afectar el drenaje de caudales de avenidas extraordinarias o al estado ecológico de las masas de agua o pueda producir alteraciones perjudiciales del entorno afecto al cauce.
- IV. En los núcleos de población, las zonas inundables pueden ser compatibles con espacios libres, permitiéndose los usos de jardines, parques y áreas de juego y recreo, siempre al aire libre, sobre tierra y sin ningún tipo de cerramiento ni relleno. Dichos espacios libres serán de dominio y uso público.
- V. Los usos que se establezcan en los espacios libres que ocupen zonas inundables deben de cumplir los siguientes requisitos:
 - No disminuyan la capacidad de evacuación de los caudales de avenidas.
 - No incrementen la superficie de zona inundable.
 - No produzcan afección a terceros.
 - No agraven los riesgos derivados de las inundaciones, ni se generen riesgos de pérdidas de vidas humanas. No se permitirá su uso como zona de acampada.
 - No degraden la vegetación de ribera existente.
 - Permitan una integración del cauce en la trama urbana, en forma tal que la vegetación próxima al cauce sea representativa de la flora autóctona riparia, preservando las especies existentes y acometiendo el correspondiente proyecto de restauración, rehabilitación o mejora ambiental del cauce y sus márgenes, así como previendo su mantenimiento y conservación.
 - Las especies arbóreas no se ubiquen en zonas que reduzcan la capacidad de evacuación de caudales de avenida.



- VI. Con carácter general, no se permite la ejecución de rellenos en zona inundable, salvo la restauración de canteras, graveras u otras explotaciones, siempre sin aumentar la cota natural de terreno anterior a la explotación, sin producir daños a terceros y siempre que cuenten con la correspondiente autorización. Queda prohibida la alteración del relieve natural de terreno creando zonas o puntos bajos susceptibles de inundación.
- VII. Cualquier actuación que se pretenda desarrollar en zona inundable requerirá de informe previo favorable de la Administración Hidráulica Andaluza.
- VIII. Las propuestas del planeamiento urbanístico deberán justificarse¹ de forma que se preserve del proceso de urbanización para el desarrollo urbano los terrenos en los que se hagan presentes riesgos de inundación.
- IX. Las zonas verdes y espacios libres de los campos de golf son compatibles con las zonas inundables. Los equipamientos, lagunas y edificios de los campos de golf no serán autorizables en zonas inundables.
- X. Los actos e instrumentos de planeamiento prohibirán las acampadas y los campings en zonas inundables. Este extremo se recogerá en la normativa del planeamiento correspondiente.
- XI. Las nuevas infraestructuras no podrán ejecutarse sobre zonas inundables.

De las infraestructuras.

- XII. Las infraestructuras programadas evitarán incrementar artificialmente la llanura de inundación y los riesgos aguas arriba y abajo de su ubicación. Dichas infraestructuras deben contar con una valoración de riesgos potenciales y unas medidas de prevención e indemnización adecuadas. Las actuaciones programadas deberán garantizar la evacuación de caudales correspondientes a avenidas de 500 años de periodo de retorno² sin producir daños a terceros.
- XIII. En las zonas de mayor vulnerabilidad ante lluvias torrenciales los proyectos de urbanización deberán definir las medidas de prevención de riesgos a adoptar durante las fases de ejecución de obras para asegurar la evacuación ordenada de las pluviales generadas y la retención de los materiales sueltos en las zonas de obra sin suficiente consolidación.
- XIV. Los instrumentos de planeamiento cuyos ámbitos propuestos atraviesen vaguadas de pluviales cuya cuenca de aportación sea importante y puedan ocasionar episodios torrenciales de cierta entidad, deberán tener en cuenta dicha circunstancia, de manera que la ordenación a adoptar favorezca el desagüe de las avenidas. Por tanto, deberá proponerse una red de drenaje debidamente justificada en el correspondiente estudio hidrológico e hidráulico. El dominio privado de estos cauces no autoriza para hacer en ellos labores ni construir obras que puedan hacer variar el curso natural de las aguas o alterar su calidad en perjuicio del interés público o de tercero, o cuya destrucción por la fuerza de las avenidas pueda ocasionar daños a personas o cosas.



De su integración.

- XV. Las zonas inundables deberán ser consideradas en el planeamiento como elementos de transición entre el medio natural y urbano, asignándoles unos usos que sean compatibles con la evacuación de avenida y con el disfrute por los ciudadanos del medio hídrico.
- XVI. El diseño de las ciudades tenderá a la definición de espacios abiertos en los entornos de los cauces, constituyendo las zonas inundables elementos coadyuvantes entre la ciudad y el espacio fluvial.



Colaborador de Territorio y Ciudad S.L.P.

Miguel Barea Muñoz. Ldo. Geografía. Técnico en Urbanismo, Medio Ambiente e Ingeniería del agua.
Colegiado nº 1899.

Director: Miguel Barea Muñoz.



a.1

ANEJO 1. PLANOS

