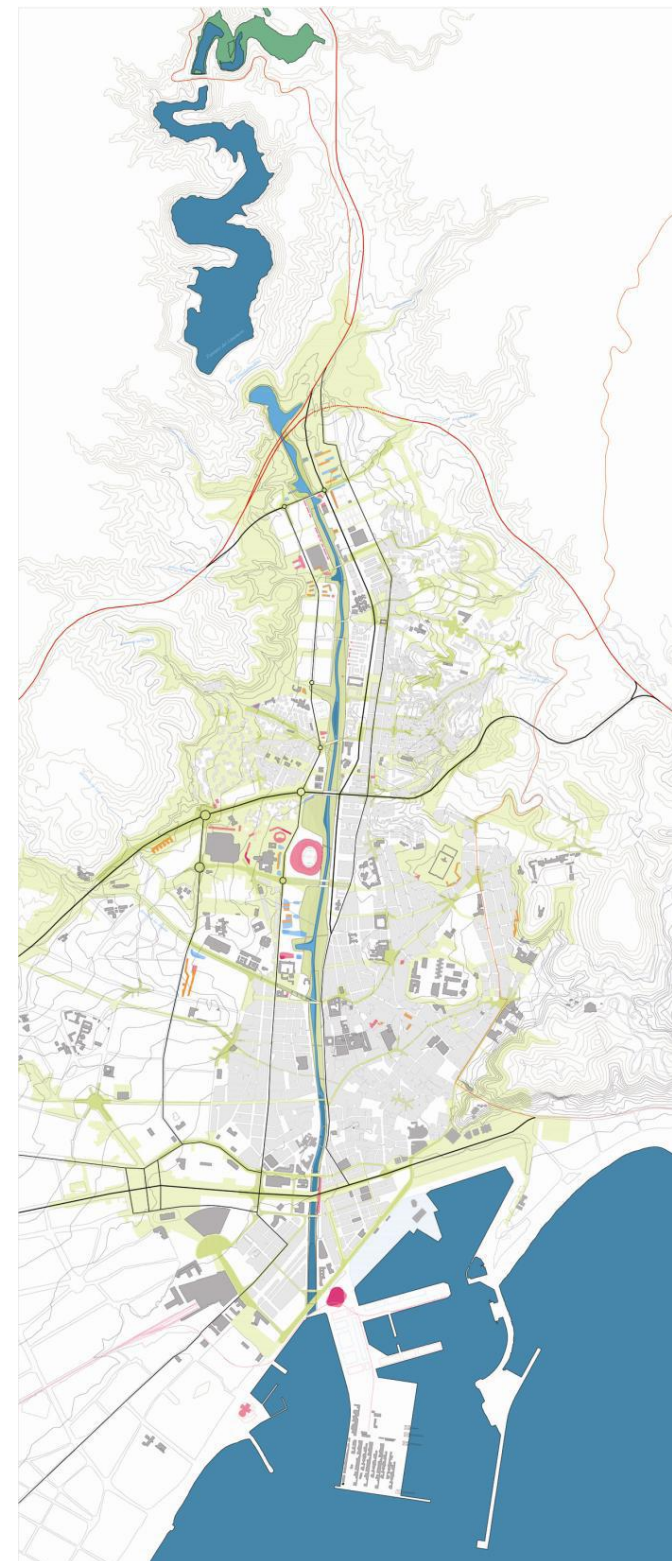


ESTRATEGIA GUADALMEDINA PARA MÁLAGA

EGM

MEMORIA y ANEXOS

Director. José Luis Gómez Ordóñez



MEMORIA

EGM. Estrategia Guadalmedina para Málaga

ÍNDICE

MEMORIA

EGM. Estrategia Guadalmedina para Málaga

ANEXOS. Documentación de los consultores hidráulicos e hidroforestales

- 1. Estudio hidráulico aguas abajo de la presa del Limonero**
- 2. Valoración hidrológica de una estrategia para el río Guadalmedina aguas arriba de la presa del Limonero**
- 3. Corrección hidroforestal en la cuenca del río Guadalmedina**
- 4. Integración ambiental, paisajística y social de la actuación de acondicionamiento del río Guadalmedina**

LA ESTRATEGIA GUADALMEDINA PARA MÁLAGA (EGM)

INDICE DE LA MEMORIA

Introducción.

I.-El río los barrios y la ciudad

- 1-Centro y Perchel
- 2-Alameda y su prolongación
- 3-Puerto y desembocadura.
- 4-Una nueva centralidad entre la Trinidad y Rosaleda.
- 5-El río y los barrios del norte.
- 6-El gran parque norte.

II. La condición fluvial: una geografía ineludible a la búsqueda de una gestión razonable.

- 1-Cuenca alta, hidráulica y forestación.
- 2-El cauce ante las arroyadas, aguas abajo del Limonero.

III-La movilidad.

IV. El drenaje de las aguas urbanas.

V. Consideraciones económicas sobre la estrategia.

VI-Propuestas detalladas, plazos y agentes.

La estrategia Guadalmedina para Málaga (EGM).

Introducción

El urbanismo de hoy está orientado hacia objetivos de equilibrio social, de participación pública y confort ciudadano, de aprovechamiento de recursos escasos y de valorización ambiental.

Además está condicionado por la incertidumbre, ante los cambios de gestión política y, sobre todo, de ciclo económico, y necesita ser, por tanto, tan flexible en sus propuestas, como tenaz en la lucha por alcanzar sus propósitos.

En consecuencia, las propuestas que aquí se hacen, están muy firmemente caracterizadas por una voluntad de impulsar un proceso participativo, de desencadenar una trayectoria de discusión y consenso en torno a unos objetivos de mejora urbanística, social, ambiental y económica de la ciudad de Málaga. Voluntad, también de orientar su marcha hacia un horizonte de tiempo largo, sometiéndose a una evaluación continuada, tal que pueda ir ajustando los ritmos y detalles de las fases.

Así, la Estrategia Guadalmedina que se aporta a este Concurso de Ideas por el equipo de urbanistas de la Universidad de Granada y sus colaboradores, no es un diseño para el cauce: el conjunto de imágenes sugeridas constituyen el nervio persuasivo de un proceso que, desde acciones a corto, medio y largo plazo, cohesione socialmente a Málaga y sus barrios en torno a su río-parque central, desde los Montes al mar, e inunde de civismo y de mejoras urbanísticas y ambientales a los distritos y barrios del centro, corazón de una importante región metropolitana.

I. El río, los barrios y la ciudad

1. Centro y Perchel:

Acerca del Guadalmedina, se ha puesto habitualmente énfasis en su condición de límite de la ciudad antigua, y en la dificultad que ha supuesto la relación de ésta con su expansión al Oeste. Este problema se abordó en el proyecto de los 80's del siglo pasado bajando el nivel del lecho y construyendo media docena de puentes; la forma adoptada para la fachada del Perchel, en aquella propuesta, es hoy, en ésta Estrategia, objeto de rehabilitación y modernización por parte de su autor, el arquitecto Joan Busquets.

Una mirada al Guadalmedina en el sector del Perchel, más de veinte años después de su reforma, evidencia la necesidad de una rehabilitación profunda y una mejora de las conexiones peatonales como claves de la nueva situación que habría que crear. Por tanto se trata simplemente de restaurar y de añadir nuevos elementos armónicos con el conjunto.

En este fragmento del Perchel se propone su recualificación aprovechando el cambio de perfil ya ejecutado en su día -con los muros, el túnel y la baranda o belvedere sobre el río- tratando de actualizar la urbanización, aumentando decididamente la conectividad entre las dos riberas y el lecho con nuevas escaleras confortables -con escalones sin contrahuella para que el agua pase sin dificultad- sin alterar los muros existentes. Por otro lado, se trata de recuperar la visión especular y simétrica del río aumentando los elementos de luz en las barandillas de la margen izquierda así como los arboles y anchura de la acera superior. Los elementos de luz se colocan junto a o integrados en la barandilla.

El río se convierte más en un jardín que juega con el agua y las plantas trepadoras, y con plantas de olor tan propias de los jardines mediterráneos, sin alterar su sección, de forma que sea una parte más del proyecto de parque lineal -como integración de jardines- en el corazón de Málaga que el nuevo Guadalmedina va a significar.

El pavimento del río se convierte en una gran pintura de colores muy fuertes que le quita la dimensión de infraestructura vacía que tiene en la actualidad. Se consigue añadiendo una capa de este material, con grosor de unos 3cm, en color. Esta idea podría reflejarse en la acera de la margen izquierda que propondríamos ampliar con el mismo material que el centro del lecho. Hay que constituir un elemento fuerte e impactante para que la gente que visita el parque lineal recuerde este episodio en el frente de Santo Domingo y del Perchel.

El muro de la margen derecha en ladrillo, se limpia y rehabilita y se le protege con pinturas transparentes de las manchas de sales que el agua le produce. Las partes altas se rehabilitan siguiendo el mismo procedimiento y si fuese necesario se desmontan las luces triangulares -si es que están muy dañadas- y se sustituyen por lámparas de pie como las que se proponen en la margen izquierda.

En el interior del Perchel, el entorno de la iglesia se reurbaniza introduciendo una buena vegetación que recupere la escala del Perchel antiguo con árboles de sombra para el verano, disminuyendo el protagonismo del asfalto y armonizando esta reforma con los ritos de la Semana Santa.

En el conjunto de la Estrategia Guadalmedina, el Perchel se convierte en el jardín de relación entre el centro histórico y el centro moderno del Corte Inglés, los hoteles, etc. Y esto se consigue sin grandes inversiones millonarias, y, por otra parte, su integración en el proyecto más general le asegura tanto una lógica hidráulica como ecológica que lo convierte en una pieza más de este “pulmón” verde que el parque lineal propone para la Málaga del XXI.

2. Alameda y su prolongación:

El elemento urbano esencial, al Sur del cauce central, es el que componen la Alameda y su prolongación al oeste, realizada en los 70. Una dualidad que hoy es hora de armonizar extendiendo el carácter de avenida urbana, de uso peatonal y de transporte público y privado intensos, a la prolongación de la Alameda. Para ello se baja 1,75m la rasante del puente de Tetuán que se convierte en puente-plaza, hoy sobreelevado en exceso respecto al paseo

barroco, y se atenúa la intensa circulación, disminuyendo la superficie asfaltada, distribuyéndose mejor con el apoyo de las calles laterales, al Norte y al Sur, configurando un anillo viario central más intenso y menos agobiante para la Alameda. Asimismo se intensifica el uso peatonal y la calidad urbana de las márgenes del río.

3. Desembocadura y puerto:

Más al Sur, en años recientes, han crecido extraordinariamente las superficies portuarias construidas sobre el agua. Mientras el puerto, al Este, se ha abierto a usos comerciales y de parque, junto al Guadalmedina ha dispuesto extensos muelles para contenedores. El río se ha alejado del mar y desaguará ahora sus crecidas con mayor dificultad y, en su margen izquierda, ofrece menos calidad urbana, interrumpida bruscamente a partir del museo del antiguo mercado. Una propuesta que se apunta como posible y deseable para un largo plazo (cuya oportunidad dependerá de la consideración ciudadana y del éxito de esta fuerte apuesta que ha hecho el puerto por el tráfico de contenedores), podría ser una reconversión urbana de una parte de los muelles, con introducción de usos residenciales y parcial restitución al mar de lo que le ha sido sustraído. El río se abriría en compás al mar en su encuentro, de una forma más natural que la actual.

4. Una nueva centralidad verde para Málaga, entre Trinidad y Rosaleda.

El túnel del Perchel se prolonga a lo largo de la Avenida de Fátima que, aparte de la acera y un carril de servicio a los edificios de fachada, se hace verde y sube en plano inclinado hasta la cota más alta de protección de avenidas para descender al cauce de manera continua, sin ningún muro, ese muro que hoy tiene una agobiante presencia en esta fachada y en la de enfrente de Avda. de la Rosaleda.

El estadio de La Rosaleda permanece aquí, refuerza su importancia simbólica y real del sector con una modernización que amplía su capacidad y sus usos: polideportivos y piscina cubiertos, salas de actos, comercio y un hotel y restaurantes con vistas al terreno de juego y a la ciudad. Sería un referente para todo tipo de actos “extrafutbolísticos” (otros deportes, conciertos, teatro, etc.)

La Avda. Doctor Marañón se prolonga al Norte para dar espacio a la ampliación del estadio (eliminando la actual Avenida de la Palmilla), reforzando esta traza Norte-Sur, y limpiando la actual organización viaria junto al puente para ganarlo al parque contiguo.

Junto al ampliado estadio se redibuja el escenario de nuevas torres y equipamientos del sector, ampliando su superficie edificada para crear un complejo de nueva centralidad donde diversos usos (residencia, equipamientos, comercio, oficinas), se materialicen con soluciones híbridas más útiles. La escuela de idiomas encontrará aquí una nueva posición junto al edificio de Fisac, construyendo transversalidades y compatibilidades funcionales.

Los grandes sectores verdes del Norte de la Trinidad, donde se asientan hospital civil y materno, y diversos equipamientos, se simplifican y limpian de edificación obsoleta, ganando verde y arbolado en el sector para el uso público abierto y en continuidad con los espacios nuevos ganados en el cauce del Guadalmedina, facilitando así las transversalidades Trinidad-Capuchinos para la peatonalidad.

5. Los barrios populares del Norte:

También parece llegada la hora de atender a la centralidad de esos barrios en la Málaga metropolitana del S. XXI y de que el río, en cuyas márgenes se asientan, se convierta, por ser lugar de nadie, en el foro de todos, en el motor de sus mejoras y transformaciones. Málaga, como otras ciudades mediterráneas, es una ciudad de múltiples barrios que caracterizan su estructura social.

Entre el distrito de Ciudad-Jardín (20 barrios), el de Palma-Palmilla (12) y el sector Norte del distrito centro (7 barrios) se cuentan en Málaga, en las márgenes del río, cuarenta barrios en los que viven más de 100.000 personas.

- a. En este tejido de barrios se dan muchas situaciones de infravivienda y muchas necesidades de rehabilitación en diferentes grados. Incluso entre los barrios del siglo XX hay muchos con más de 60 años (Ciudad Jardín y Mangas Verdes), con más de 50 años (Sagrada Familia y Herrera Oria en la margen izquierda y los barrios del entorno del Arroyo de la Palma en la margen derecha) y con más de 40 otros muchos. Esta antigüedad habla de la conveniencia de importantes rehabilitaciones: la reurbanización del río debe ser motor de esta rehabilitación de viviendas y de reurbanización de calles como si de una inundación de civismo que ascendiese por las laderas se tratase.
- b. Muchos barrios tienen sus fronteras en los arroyos afluentes al Guadalmedina: cinco bordean el Sastre, cinco el Quintana, otros cinco el Aceiteros, siete el de la Palma, dos el de los Ángeles... Para estos arroyos-calle se propone su reurbanización, con fuerte presencia de arboleda y con mucha atención a la circulación peatonal. En estos bordes se han asentado muchos colegios y otros equipamientos lo que acentúa el valor de la reurbanización de estas calles verdes. También son fronteras entre barrios las grandes arterias viarias: Valle Inclán-Guerrero Strachan, Avda. Luis Buñuel, Avda. Ramón y Cajal, antigua carretera de Casabermeja, Avda. de la Palmilla; proponemos atención y proyecto para estos lugares de borde de las arterias viarias, para convertirlos en elementos de relación y no de barrera y desunión. La Estrategia en este punto es clara: Deshacer muros. Entre los barrios y sus arroyos, entre los barrios y las arterias viarias generales, entre los barrios y el Guadalmedina. Sustituir muros por árboles y aceras, por taludes suaves con vegetación, por lugares de encuentro. Se trata, en todos los frentes, de recuperar la geografía como signo de identidad colectiva.

c. De a. y de b. se concluye en una propuesta de un río-pulmón, parque, jardín central, el espacio verde y colectivo a nivel ciudad del que los barrios carecen, un cauce unido a sus barriadas, ramificadas desde las calles y arroyos laterales que pasan a ser vías amables de relación entre barrios y entre estos y el río-parque. Estas vértebras barriales del eje dorsal Guadalmedina son los caminos que conducen al foro común y cabe adjudicar al equipamiento escolar (Institutos, colegios públicos y CESP), junto con las bibliotecas, centros de salud e instalaciones deportivas..., el papel de elemento cívico esencial en esta relación al río. Igualmente, las calles transversales conectan entre sí elementos singulares, de una y otra margen, de alto valor patrimonial y simbólico (Conventos de Capuchinos y la Trinidad) así como hitos geográficos importantes del paisaje visual. Para el cauce central la solución adoptada es igualmente la anulación del muro sustituido por un prisma de taludes inclinados hacia el río y hacia la calle: se propone un tapiz sinusoidal ondulado donde ahora hay un cajón murado.

d. Propuesta de gestión:

Superación de la fragmentación entre barrios y su conexión con el cauce al que hoy dan la espalda, para irradiar desde el mismo un proceso de reurbanización y rehabilitación de las barriadas, así como estimular un sentimiento de identificación con la ciudad en su conjunto, son objetivos que exigen el máximo grado de consenso y participación. Es por esto que cada colegio e instituto, cada asociación de vecinos de cada barrio, cada distrito -es sintomático y corregible que los distritos tengan su frontera en el cauce, a diferencia de lo que pasa en el distrito centro-, debieran participar de manera directa en la orientación de los proyectos y encargarse de algunos aspectos de su gestión, tales como el cultivo de huertos y empleo en los talleres de las riberas; así como deberían descentralizarse a los distritos ciertas tareas de limpieza y conservación. Si cada niño plantase un árbol cada año en las calles que bajan al río, cada escuela cultivara un huerto, cada asociación de

vecinos tuviese algunos servicios en las riberas y cada distrito cuidase el decoro del río, las riadas posibles, incluso si ensucian y destrozan, sólo generarían nuevos estímulos solidarios para la reconstrucción de lo destruido.

6. El gran parque Norte

La ciudad de Málaga dispone al Norte, en la transición entre la ciudad y los montes, del magnífico jardín botánico de La Concepción, separado por el arroyo Pastelero y la A-45, del jardín de la finca San José, convertido en hospital de San Juan de Dios. De la unión de ambos jardines rompiendo la actual barrera del acceso viario se derivaría un enorme beneficio para Málaga; la trascendencia de la obra necesaria (se dibuja el soterramiento de la vía pero también cabría su transformación en un viaducto sobre un arroyo destapado y naturalizado) hace que se proponga como una estrategia a largo plazo, pero desde ahora ha de orientarse a ese horizonte. Ese gran parque Norte de Málaga tendría su continuidad al Sur en el cauce del río y al Norte con el parque natural de los Montes de Málaga, dotando en su conjunto a la ciudad de un patrimonio natural y geográfico-histórico valiosísimo. Este parque periurbano se articula a su vez con la reforestación extensa de la cuenca, pendiente desde hace 80 años. Pero este punto hay que verlo en el apartado siguiente.

II. La condición fluvial: una ineludible geografía de la ciudad en busca de una gestión razonable.

1. Cuenca alta:

Málaga se construyó junto a un río mediterráneo corto, habitualmente seco y torrencial y caudaloso en sus tormentas; los siglos XIX y XX vieron crecer en la margen derecha del cauce los arrabales y la primera expansión de la ciudad y, después, se asentaron en las dos márgenes, al Norte, nuevas barriadas. El cauce quedó encajado en la ciudad y a partir de esta situación, entre avenidas y propuestas de solución, se alimenta en la ciudadanía la

construcción de un imaginario catastrófico con la construcción de paredes en el cauce y con la gran presa de laminación del Limonero, a todas luces inadecuada, por el emplazamiento que adopta y por su desmesura. Pero es incontestable que la presa otorga una seguridad muy grande ante las avenidas, a la vez que atemoriza su presencia y, con sus potentes desagües de fondo, accionados periódicamente, parece afirmar que el río debería abandonar todo sueño civilizador y de ornato a la manera de los ríos “normales” que atraviesan las ciudades en el mundo.

Se nos invita en este concurso a considerar llegada la hora de razonar sobre la geografía fluvial y sus exigencias y de ahuyentar la “parálisis decisional” derivada del imaginario de riesgo e impotencia reinantes, desde propuestas que logren ser consensuadas por instituciones y ciudadanos, armonizando razonablemente las exigencias geográficas con las urbanísticas. Sin merma alguna de la seguridad.

1.1 Una medida de adopción inmediata y de coste muy escaso, (sólo el de perder un tercio del volumen del embalse), cual sería la de pasar de 104 a 94 m el nivel máximo de explotación -cifra insignificante dado que el abastecimiento de agua a Málaga viene usando el Limonero sólo para el 2% de sus necesidades-, rebaja considerablemente el caudal de vertido por el aliviadero (ver cuadro 3.1 del Anexo de valoración hidrológica): llevar el nivel de explotación esos 10 m más abajo del actual, de la cota 104 a la 94, significa, hoy, reducir el nivel de vertido a 437,88 m³/s. Aún esta cifra bajaría por debajo de los 400 m³/s si, llegada la tormenta de probabilidad de ocurrencia anual (0,0001), se abren las compuertas de la presa desde unas horas antes del pico del hidrograma.

1.2 Se ha valorado el efecto adicional de una acción hidroforestal a corto plazo, unos 5 años, (construcción de numerosos pequeños diques de retención de arrastres y laminación) y a largo plazo, cuando se alcanzase la madurez del sistema forestal y arbustivo, implantado sobre unas 10.000 has adicionales a las 4.500 existentes. Sumando este efecto al de explotación a la cota 94, tendríamos caudales de vertido por el

aliviadero actual del Limonero de 379 m³/s -tras las medidas a corto plazo- y de 299 m³/s tras las medidas a largo plazo (cuadro 4.1 del Anexo de valoración hidrológica).

1.3 Se ha querido valorar como hipótesis muy deseable desde el punto de vista ambiental y de seguridad, para el plazo largo, una vez culminada la repoblación forestal de la cuenca, una bajada del nivel del aliviadero de la presa del Limonero desde la cota 109 actual a la cota 87 m; esto equivale a una demolición del cuerpo superior de la presa en una altura de unos 25m, desde la cota 120 actual de su coronación hasta la cota 95, ocho metros por encima del control del aliviadero. Esta hipótesis considera, además, la sustitución del agujero de fondo en la presa del Agujero por compuertas accionables, con lo que las dos presas generan dos láminas de agua escalonadas, de cuya explotación energética, que podría plantearse como central reversible, se derivarían beneficios adicionales a los paisajísticos y recreativos de la presencia del agua, en apoyo del Parque Natural de los Montes y del Parque de San José/La Concepción.

El resultado sería un caudal de vertido por el nuevo aliviadero de la presa del Limonero de unos 600 m³/s, equivalentes al actual. Pero la presa del Limonero queda ahora reducida a la altura de un edificio de 15 plantas (como las torres que ya hay en Málaga y las nuevas que se proponen), con una explanada en coronación de unos 150m de anchura y con un talud muy suave aguas abajo por incorporación de los materiales de la demolición parcial. La integración de la presa en el parque de la Concepción es así muy factible y la amenaza de su rotura sobre la ciudad de Málaga disminuye su riesgo de manera exponencial. Esta es la fortaleza esencial de esta propuesta.

1. No se han considerado hipótesis de desvío del cauce al Campanillas, ya estudiadas en otros trabajos, que nos parecen menos adecuadas o más artificiales, sólo necesarias cuando no se pueden solucionar los problemas en el marco de su propia cuenca.

2. En el panel gráfico destinado a las políticas hidroforestales de la cuenca alta se explican con minuciosidad las numerosas microintervenciones de pequeños diques de retención, de escollera y de madera, que actúan como gérmenes de la restitución del manto vegetal y de topografías disminuidoras de escorrentía y erosión, generadas de manera natural. Son actuaciones que suponen la antesala, a plazo corto, de la repoblación extensiva. Se hace notar que esta actividad protectora sería una fuente extraordinaria de empleos con un coste mínimo y un altísimo beneficio ecológico.

2. El cauce ante las arroyadas, aguas abajo del Limonero

Al Sur de la presa, numerosos arroyos vierten al Guadalmedina las aguas de lluvia. Sus cuencas, superficie, longitud, desnivel se refieren en la siguiente tabla:

NOMBRE	Superficie (km ²)	Longitud (km)	Cotas (max-min)	Pendiente media	% Suelo urbano	Resto suelos
MARGEN DERECHA:						
Arroyo Pescadores-Medellín	2,63	3,40	425 - 34	45,2	5	Matorral disperso con pastizal y vegetación natural
Arroyo de la Palma	1,95	3,65	451 - 27	35,8	25	Matorral disperso con pastizal y vegetación natural
Arroyo de los Ángeles + desvío del Cuarto	4,45	4,8	426 - 9	25,88	40	Matorral disperso con pastizal y vegetación natural
Arroyo de la Virreina	0,68	2,1	236 - 33	33,17	10	Cultivos leñosos y vegetación natural
MARGEN IZQUIERDA:						
Arroyo Pastelero	6,02	6,9	625 - 40	43,31	1	70% de Arbolado denso, resto Cultivos leñosos y vegetación natural
Arroyo del Sastre	1,19	2,6	341 - 33	41,79	5	Matorral disperso con pastizal
Arroyo de Quintana	1,19	2,5	302 - 28	25,18	62	Matorral disperso con pastizal
Arroyo de Aceiteros	0,66	1,23	154 - 17	18,29	95	Matorral disperso con pastizal

Sería objeto de un estudio minucioso y específico (que no puede ser atendido, por su coste y su envergadura en el marco de este Concurso de Ideas), a través de un modelo 2D: el comportamiento de los desagües de los arroyos, el del alcantarillado de Málaga en la parte urbanizada de estas subcuencas, el de la retención y laminación hidroforestal en la parte no urbanizada, los caudales de circulación por el cauce principal y la interacción entre sí de todos

estos fenómenos, además de su comportamiento según las condiciones de la desembocadura en el mar (oleaje, mareas, condiciones de contorno...). Se trata de un modelo dinámico y complejo del que una ciudad como Málaga debe disponer como disponen ya de él numerosas ciudades españolas. Dicho modelo 2D podría estar complementado por un modelo físico de la desembocadura. Pero, sólo el coste de ejecución de este modelo sería mucho mayor que la dotación económica del primer premio. Ahora y aquí cabe hacer consideraciones que, en cualquier caso, acotan el problema con una razonable precisión, de manera que otras decisiones no queden paralizadas a la espera de una modelación más sofisticada.

Para este concurso de ideas, y en cumplimiento de las bases, se ha comprobado el funcionamiento del cauce entre el puente de la Aurora y la presa del Limonero con un modelo unidimensional HEC-RAS. Del puente de la Aurora hacia el Sur, se cuenta con la comprobación que se hizo en su día para el proyecto Guadalmedina de 1989 -numéricas y físicas, para el caudal de $600 \text{ m}^3/\text{s}$ -, cuyas condiciones no se alteran y las comprobaciones portuarias que ha realizado la Administración para la nueva desembocadura. Se comprueba en el Anexo hidráulico que ha elaborado nuestro consultor que las secciones propuestas, desde la presa hasta el puente de la Aurora, permiten el paso de $600 \text{ m}^3/\text{s}$, cifra que nos ha parecido adecuado mantener a la vista de la hipótesis más desfavorable de laminación que pudiera producirse en el plazo largo. Este caudal es derivado de la cuenca alta para un régimen de tormentas cuyo hidrograma tiene una punta que ocurre en el tiempo horas después del pico que producen los aguaceros de la parte baja de la cuenca. No hemos de sumar ambos caudales pero conviene calcular estos últimos por su mayor frecuencia de ocurrencia.

Según cálculos que siguen el método racional y manejando curvas IDF para lluvias de probabilidades de ocurrencia variadas (opinamos que 0,02 y 0,01 de 50 y 100 años son muy razonables) el vertido conjunto al cauce de estos arroyos sería de 142 y 176 m^3/s respectivamente para periodos de 50 y 100 años. (Se adjuntan al final de esta memoria las tablas de datos y cálculo de caudales vertidos por los arroyos al cauce principal, para lluvias de diferentes

periodos de retorno, en una hipótesis de cuenca no urbanizada deforestada y de desconsideración de los caudales evacuados por el alcantarillado.

Insistimos en que sólo un modelo 2D, muy costoso, mejoraría estos cálculos).

Cabe añadir que estos caudales punta se minorarían notablemente con la repoblación de la parte no urbanizada de las cuencas de estos arroyos y que también son ayudados por la evacuación producida a través de los colectores existentes en la parte urbanizada de esas subcuencas. La suma de estos dos efectos reduce el vertido al Guadalmedina de los arroyos de la cuenca baja, para una lluvia de 50 años a $90 \text{ m}^3/\text{s}$ y a $132 \text{ m}^3/\text{s}$ en la hipótesis de lluvia de probabilidad anual de ocurrencia de 0,001.

III La Movilidad.

1. La construcción hace 40 años del nuevo acceso a Málaga –la carretera de las Pedrizas- por el valle del Guadalmedina, y el grandísimo crecimiento del puerto en su desembocadura en años recientes, junto a unas pautas sociales de movilidad marcadas por la hegemonía del automóvil, han depositado en el cauce urbano del río las expectativas de soportar una importante movilidad Norte-Sur, alojando en su seno, de una u otra manera, una arteria viaria de gran importancia. En esta propuesta esta necesidad es cuestionada y se aboga, como alternativa, por un cauce tranquilo, considerando que no es propio de nuestro tiempo un enfoque conducente a la realización de un eje norte-sur en Málaga, destinado a satisfacer una demanda ampliada de movilidad en automóvil.
2. La construcción de la ronda de circunvalación E-O –y su previsto refuerzo- desvían los tráficos de origen/destino exterior a los distritos centrales de la ciudad y el arco de la Avda. de Valle Inclán descarga el eje del Guadalmedina y sus dos riberas de tráficos centrales mediante las verticales paralelas Ramón y Cajal, Dr. Marañón y Simón Bolívar.

3. El puerto, con su fuerte y arriesgada apuesta por la containerización en pleno centro de la ciudad, debe disponer, en congruencia con su ambición, de una vía específica para su tráfico pesado y ésta no puede ser otra que -junto a la más importante que ha de ser el ferrocarril- un túnel bajo el paseo marítimo de poniente hasta alcanzar las rondas, Avda. Juan XXIII y Autopista del Mediterráneo. Este acceso tiene un coste ambiental, urbanístico y económico, menor que la mitad del que supondría el acondicionamiento viario por el cauce del Guadalmedina; basta comparar la longitud de ambos recorridos.

4. Ante el futuro, digamos corto plazo 2015 y largo plazo 2030, la cuestión importante y central es la de orientar la ciudad hacia una movilidad sostenible, con menor consumo energético, con menores emisiones de CO₂ y con un incremento sustancial de la movilidad -que es un derecho fundamental de los ciudadanos desde un mejor e igualitario acceso a las oportunidades- utilizando el transporte público e incrementando los desplazamientos peatonales y ciclistas para recorridos de longitud moderada (hasta 2 ó 4 Km/día).

5. El esquema de movilidad en el eje N-S se organiza de manera diferente en el distrito central y en los distritos del Norte, una diferencia marcada al Sur y al Norte del puente de Armiñán.

5.1. Hacia el Sur, entre Armiñán y Alameda, la margen derecha, en túnel, (prolongando el existente en la fachada del Perchel hacia el norte por la Avda. de Fátima y hacia el sur hasta C/Cuarteles) se destina al transporte público y la margen izquierda al automóvil. Esta asimetría se explica porque el transporte público del túnel del Perchel servirá también a los flujos generados y atraídos desde el centro histórico en la margen izquierda y porque la margen derecha, a diferencia de la izquierda, tiene calles N-S que pueden ser usadas por el tráfico automóvil, de manera local y moderada: calles Juan de Austria, Sevilla y Barcelona, entre calle Trinidad y arroyo de los Ángeles y Jaboneros, Barcelona, Pelayo entre Trinidad y Alameda.

El tráfico automóvil de la margen izquierda se atenúa y se hace más lento a medida que desciende hacia el Sur, desde Mármoles. El pasillo de Santa Isabel vería ampliada su acera de borde del cauce para invitar a su acceso y visión de color intenso y de agua en sus estanques.

5.2. Hacia el Norte desde Armiñán, la movilidad en automóvil en la margen izquierda se canaliza por la potente avenida de entrada a la ciudad (Silvela, Ramón y Cajal, Jacinto Benavente) respaldada por Tubau, Thuiler y Camino de Casabermeja. Esta oferta potente de vías permite que, desde el puente Mediterráneo, hacia el N, la circulación rodada, en esta margen izquierda, pueda dejar en paz al río, a cuya ribera sólo podrán acceder los vehículos de las viviendas que dan cara o trasera al cauce.

En la margen derecha, la Avenida de la Palmilla y Simón Bolívar sostienen la movilidad automóvil dejando también al cauce libre de coches. Por tanto, al cauce, en ambas márgenes, sólo se asomarán los vehículos de las viviendas asentadas en dichas márgenes, en un uso local de acceso a esas viviendas, cuando sea estrictamente necesario.

Así, el cauce y sus márgenes cambian su discutible eficiencia como refuerzo de la movilidad automóvil por su segura eficiencia ambiental y ecológica, quedando como lugar tranquilo para paseantes, bicicletas, flora y fauna; como sucede en cualquier parque en cualquier ciudad importante del mundo.

Ni siquiera parece oportuno el uso del transporte público en el propio cauce, de escasa densidad de actividad, porque podrá compartir con el vehículo privado, (en carriles exclusivos ó compartidos), calles que discurren en ambos márgenes, muy próximas al cauce central, y con mayor cercanía a las barriadas y, por tanto, mayor atractivo para los usuarios.

5.3 Para estudiar esta propuesta se han medido cuidadosamente los anchos y el número de carriles de las avenidas y calles importantes, por su longitud y anchura, capaces de canalizar los tráficos norte sur. Se han medido cinco secciones y se ve que la capacidad de la sección viaria conjunta N-S disponible, alcanza entre 7000 y 12000 vehículos hora, lo que equivale a una cifra superior a 100.000 vehículos/ día, muy superior a la IMD que hoy se canaliza por esas calles.

Se debe insistir en que ha cambiado mucho el enfoque de la técnica del tráfico (en una era post-buchanan que ha dominado desde los años 60 del siglo XX) a partir de los años 90, en que los paradigmas ambientales y técnicas de gestión de la movilidad más finas, desarman los viejos modelos. Hoy se atiende a la eficiencia de las redes, desde su valoración topológica- de ahí que midamos haces de calles paralelas-, desde la comodidad, coexistiendo diferentes modos de viaje, y desde el impulso al T.P. y al movilidad peatonal. Así se ha puesto de manifiesto la bulimia de asfalto de los viejos enfoques y se ha comprobado que el tráfico automóvil es insaciable, (como el agua en un medio poroso, llena cuantos conductos se le ofrezcan) y que, en nuestro tiempo no se calcula que tráfico habrá en el futuro- falacia de los viejos modelos que extrapolaban geométricamente sus flujos- sino qué espacio es razonable ofrecer a un uso que hemos de ponderar respecto a otros en cuanto a su contribución al bienestar ciudadano y al confort de sus calles.

6- Se concluye esta reflexión invitando a su análisis en los esquemas sobre la movilidad, privada y pública, dibujados en los paneles gráficos.

IV El drenaje de las aguas urbanas.

Se explica en un esquema como corren a lo largo de las dos márgenes del río dos grandes colectores de la ciudad. En Málaga, como en muchas ciudades, ha habido una costumbre equivocada de entubar los arroyos desde lo más arriba posible, con lo cual lo que se ha conseguido es aumentar la inundación en las zonas bajas adonde las aguas de lluvia llegan deprisa y caudalosas.

Se proponen diversas acciones:

- a- Elaborar un modelo 2D que contemple la totalidad de las escorrentías, urbana y no urbana, desde la presa al mar, en un sistema integrado de cauces, calles, zonas verdes y porosas, alcantarillas, mareas y oleaje.

- b- Descubrir la llegada de algunos arroyos al cauce para su naturalización. Su afluencia al cauce principal se produciría a través de una depresión actuando como balsa de decantación.
- c- Ubicar algunos depósitos intermedios en el recorrido norte-sur de los colectores principales que actúen como recintos de laminación y retención-decantación de las primeras aguas, las más sucias, de cada aguacero.

V. -Consideraciones económicas sobre la estrategia Guadalmedina

Hoy, más que nunca, resulta oportuno el requerimiento de las bases del concurso para una valoración económica de la estrategia propuesta, en la que se tengan en cuenta tanto los costes de la inversión como los beneficios generados por ella. Para valorar estos beneficios, cada vez se aplican más métodos de evaluación muy alejados de la vieja contabilidad de las obras públicas para afrontar lo que antaño se contabilizaba como economías externas y no entraba en los cálculos.

A- Beneficios de la estrategia.

- Habría que caracterizar qué “bien económico” se produce en esta transformación y no habrá duda ninguna de que lo que se consiguen son valores ambientales y sociales. Ambientales porque se construye lo que podríamos considerar un parque lineal con ramificaciones arboladas a los barrios; ello supone absorción de CO₂, mejor educación ambiental en las personas que usen este parque, desplazamientos de ocio peatonales a este lugar cercano a los barrios e incluso podrían disfrutar de este parque los ciudadanos de Málaga.... Sociales, 1) porque el parque será lugar de cohesión social, lugar “de todos”, lugar de encuentro entre barrios, entre distritos, entre barrios y ciudad; 2)

por el valor social implícito en una actividad de ocio saludable; 3) por el valor educativo desarrollado desde el compromiso que puedan tomar las escuelas, las asociaciones de vecinos y los distritos, en el uso y gestión del parque fluvial.

- Habría que tener en cuenta, igualmente, el daño social y ambiental que actualmente se está produciendo. No hacer nada no significaría coste cero sino un perjuicio que viene siendo ocasionado por ese desprecio del lugar, que se convierte en vertedero y en ámbito de conductas asociales, por la carencia, en los barrios del norte de Málaga, de espacios de parque y ocio, de lugares importantes de uso público más allá del barrio, por esa depreciación que sufren viviendas, solares y negocios por el mero hecho de la cercanía a un lugar descuidado y peligroso, muy peligroso, en el imaginario ciudadano y de los agentes económicos, en el que la posible riada catastrófica y la cercanía a la presa producen un efecto desalentador, que desanima y paraliza iniciativas de futuro.

¿Cómo se puede, pues, evaluar esta estrategia?

Si se tiene en cuenta la importancia creciente que están adquiriendo los espacios naturales es necesario contar con algún método que nos permita estimar el valor de estos bienes que carecen de mercado ya que, como señala Azqueta (1996), se trata de una información sumamente útil para tomar toda una serie de decisiones respecto a la conservación y mejora de los mismos.

Entre los diferentes métodos que el análisis económico pone a disposición del investigador, en esta memoria destacaremos los métodos *observados-indirectos* de los precios hedónicos y del coste de viaje. Estos métodos se basan en el comportamiento de los individuos tendente a la maximización de su utilidad pero, dado que el flujo de servicios proporcionado por los recursos ambientales no tiene precio de mercado, su valor debe ser obtenido a partir de los datos de mercado de otros bienes con los que están claramente relacionados. De hecho, la mayoría de estos

métodos utilizan modelos que se basan en algún tipo de relaciones de sustitución o complementariedad entre los servicios ambientales y los bienes y servicios disponibles en el mercado. Como acertadamente señala Freeman (1992), «los métodos de observación indirecta simulan, en cierta forma, el trabajo de un detective que trata de componer las pistas que van dejando los individuos acerca de las valoraciones de los servicios medioambientales a medida que responden a los precios y otras señales económicas en sus elecciones reales».

1. El método de los precios hedónicos

Este método se basa en los trabajos originales de Lancaster(1966), Griliches (1971) y Rosen (1974). La idea es que las personas adquieren determinados bienes en el mercado que son multiatributo. Estas características o atributos (entre los que se encuentra la calidad ambiental) no pueden ser vendidas o compradas por separado, debido a la inexistencia de mercados formales y de precios explícitos. Por lo tanto, lo que se pretende es estimar los precios implícitos de las características que marcan las diferencias entre variedades de un mismo bien. En principio, si la clase de bienes considerada posee una amplia variedad de modelos con diferentes características será posible estimar una función de precios hedónicos que exprese el precio de cada bien en función de la combinación que posea de las diferentes características. De aquí que el precio implícito de cada característica venga dado por la derivada parcial de dicha función en relación a dicha característica.

Siguiendo a Freeman (1979), podemos señalar que el primer paso en cualquier estudio de precios hedónicos es decidir qué variable representativa de la calidad ambiental es objeto de nuestro interés y, al mismo tiempo, averiguar si tenemos suficiente información desagregada sobre el precio del bien privado y sus características (viviendas existentes, locales de negocio, oficinas y suelo urbanizable). Una vez se ha acometido este primer paso, habría que determinar la función de precios hedónicos. Por ejemplo, en el caso típico del mercado de la vivienda, y

suponiendo que éste está en equilibrio, el precio de la vivienda i ésima (P_i) dependerá de las características estructurales de la misma (S_i), de las características del vecindario (N_i) y de un conjunto de variables representativas de la calidad ambiental (Q_i) (Freeman, 1995):

$$P_i = P(S_i, N_i, Q_i)$$

Una vez especificada la ecuación anterior –función de precios hedónicos– su derivada parcial respecto a cualquier característica, como puede ser la calidad ambiental (q_j), nos dará el precio marginal implícito de dicha característica ($\partial P_i / \partial q_j$), es decir, la cantidad adicional que un individuo estaría dispuesto a pagar por moverse a otra casa con una mayor calidad ambiental

Otra forma posible de valorar los beneficios generados por la estrategia Guadalmedina sería estimar ¿cuánto valdrán las viviendas, el suelo, los negocios del entorno, el suelo urbanizable....después de la intervención –pasado este periodo convulso de la economía global–, más que lo que ahora valen?. Para calcular esta valoración se podrían hacer encuestas entre agentes inmobiliarios.

Otra estimación se obtendría del análisis comparativo, de lo que ha ocurrido, en los últimos 20 años, en las márgenes del tramo sur del Guadalmedina tras el proyecto reurbanizador anterior: la puesta en marcha de media docena de hoteles, la construcción de nuevas viviendas de buena calidad, en solares antes en desuso, la presencia de nuevas actividades comerciales y de oficinas localizadas en las calles contiguas... suponen incrementos de renta desencadenada desde la reurbanización del Guadalmedina a finales de los 80´s.

En los tramos más al norte se puede aún aumentar esta revalorización, en el entorno de La Rosaleda con el propuesto gran parque de Martiricos y las torres junto al mismo, así como en la entrada de Málaga, con el enorme impacto del futuro parque La Concepción/San José y el efecto puerta de la ciudad, con nuevos edificios en la entrada de la capital de una potente área metropolitana.

Haciendo una estimación muy simplificada habría que atribuir al efecto Guadalmedina:

- 1- Una dinámica rehabilitadora de las barriadas con más de 40 y 60 años, de la que podrían beneficiarse entre dos mil y tres mil viviendas, manteniendo a los vecinos en sus actuales viviendas, adecuadas por un proceso de rehabilitación en el que ellos mismos han trabajado (¡ay el problema del paro!). " Valor estimado: 60 M€.
- 2- Una construcción de viviendas y bajos de comercios, negocios y oficinas, equivalente en su conjunto a otras 2.000 viviendas. " Valor estimado: 360 M€.
- 3- Una desviación al transporte público en viajes de longitud > 2 Km por la reorganización de la red a partir de la estrategia Guadalmedina, y a movilidad peatonal en trayectos más cortos de viaje (por uso del parque cercano), de una cifra del orden de 10M de viajes/año.

El incremento del uso del Transporte Público (TP) se calcula en base a un mayor atractivo, gracias a su reurbanización, de las zonas cercanas al cauce, por donde circulan los vehículos, y a una mayor movilidad de las personas. Se supone que pasamos de 35.000 viajes/ día de longitud > 2 km generados por la zona norte a unos 55.000 viajes / día y de un reparto modal actual automóvil/TP 50/50% a un reparto 40/60. El incremento resultante en el uso del TP sería de unos 15.000 viajes/día mientras que los desplazamientos en automóvil se incrementarían sólo muy ligeramente.

El incremento de movilidad peatonal por uso del parque cercano se incrementa en unos 15.000 desplazamientos diarios. (Cálculo hecho en base a movimientos al parque de escolares y mayores, principalmente, teniendo en cuenta la pirámide de edades).

2. Método del coste de viaje

Este método se aplica a la valoración económica de espacios naturales y urbanos que cumplen una función recreativa. Su fundamento teórico es la variación que se da en el coste de acceder a un determinado lugar como puede ser un Parque Urbano. En general, aunque el precio de entrada

a este paraje sea cero, el coste de acceso es generalmente superior a dicha cantidad ya que el visitante incurre en unos gastos ocasionados por el desplazamiento y tiempo empleado. Por lo tanto, cabría esperar que cuanto más cerca se resida del parque que se quiere valorar mayor será el número de visitas realizadas al mismo dado que menores serán los gastos en los que se incurren. De esta forma, se puede obtener la función de demanda de dicho bien relacionando el número de visitas (cantidad demandada) con el coste de desplazamiento (precio) y, también, se podrían analizar los cambios que produciría en el excedente del consumidor una modificación de la situación del mismo (su desaparición, cierre o mejora). En definitiva, este método trata de valorar los bienes ambientales mediante el comportamiento observado en mercados que guardan alguna relación con dichos bienes. En concreto, como ya se ha mencionado, los costes ocasionados por el consumo del bien ambiental son utilizados como una variable *proxy* de su precio. Por lo tanto, en este método se asume que existe una relación de complementariedad débil entre el bien ambiental y los bienes privados necesarios para acceder al mismo.

La finalidad de este método es utilizar las funciones de demanda para poder obtener el excedente del consumidor que visita un determinado parque natural o urbano.

Con este método se valoraría el coste de viaje orientado al uso de las actividades y suelos transformados por la estrategia Guadalmedina. Supone un indicador de su valor, que se estima como aquella cantidad que los ciudadanos, en su actividad diaria, de trabajo y de ocio, “están dispuestos a pagar por usar el parque y sus servicios y equipamientos. Así, teniendo en cuenta las cifras estimadas en 1.3 : El incremento de viajes al parque-cauce de los distritos centrales y limítrofes, valorando en 1 euro el coste de viaje por persona, supone unos 5 M/año.

El incremento de viajes al parque de la Concepción, revalorizado desde la estrategia Guadalmedina, desde toda el área metropolitana, supondría unos 1,5M/año (cabe valorar en 2€ el coste de cada viaje).

Total: Sumando los apartados 1.1, 1.2 y 2 (el valor 1.3 consiste en un ahorro energético y disminución de emisiones de CO₂ que no se valora y que se entiende fundamentalmente representado en los otros) tendríamos una valoración de la estrategia Guadalmedina equivalente a unos 430 M€. Para una medida de significado de esta cantidad recordemos que la obra de restauración del Guadalmedina que se ejecutó para el 1992 supuso en valor 1990, una cifra de unos 20M€.

B-Coste de la estrategia Guadalmedina:

El coste de las correcciones hidroforestales de toda la cuenca, unas 10.000 has. se estima en unos 30 M. de euros. (5 para pequeñas retenciones y 25 para expropiaciones y repoblación).

Se valora la urbanización del cauce-parque central, incluida la rehabilitación del proyecto de los 80, y el túnel de Fátima, en unos 30 M. de euros; la reurbanización de la Alameda y su prolongación, junto a la de las calles laterales y aceras en su entorno, 10 M; la reurbanización de las calles que descienden al río desde las barriadas, 5 M., la reurbanización, semaforización y carriles especializados para el T.P. en las calles longitudinales N-S, 15 M. de euros. Reformas en las presas 15M.

El total, supone unos 105 M. de euros, que podemos distribuir en el tiempo, y por agentes, (% públicos/privados)de la siguiente manera:

A corto plazo, 10 M. 50/50

A medio plazo 35 M 40/70

A largo plazo 60M. 30/70

V. Propuestas de acciones concretas con hipótesis de horizonte temporal, agentes urbanísticos y definición de su naturaleza.

Están referidas espacialmente en la documentación gráfica. Es una reflexión orientativa para su discusión y consenso entre agentes en el proceso de evaluación continuada de esta estrategia. Como se montan estructuras técnicas para conducir los asuntos de planeamiento, de rehabilitación del centro histórico, de tráfico, de alcantarillado,... así resultaría necesaria una plataforma permanente de trabajo sobre la estrategia Guadalmedina. Lo que sigue sólo pretende evidenciar su necesidad y la diversidad de tareas que tendría que coordinar. Y es una lista que podría hacerse más extensa....Y, atención, mientras más largo es el horizonte más inciertas son las acciones y más tiempo hay para ir las madurando. Eso no se contradice con que, desde ahora, este horizonte largo es una imagen esperanzadora de futuro.

A-Plazos orientativos de ejecución corto **c**, horizonte **2016**; medio **m**, horizonte **2020**; largo **l**, horizonte **2035**.

B-Agentes:

- 1 Públicos (Ayuntamiento, Autonomía, Estado).
- 2 Público descentralizado (distritos)
- 3 Municipal/coparticipado, (Asociaciones, cooperativas...)
- 4 Privados (Individuos y empresas)

C-Naturaleza de las operaciones:

E-edificación, **R**-rehabilitación, **U** urbanización, **Ma**, movilidad automóvil, **Mp**, movilidad peatonal y transporte público, **V**-Verdes (arbolado, huertos, jardines, parques, equipamientos y servicios), **L**, limpieza y conservación, **F**, repoblación forestal, **H**, medidas hidráulicas, de laminación y retención.

Cada intervención se señala por sus tres características A-B-C, horizonte(c,m,l), agente(1,2,3,4) y naturaleza(E,R,U,M,V...)

SECTOR NORTE

(m,1,U)Nuevo acceso parques Concepción-San José

(l,1,H)Integración de la presa en el parque

(m,1,V)Reorganización del nudo rondas-acceso a Málaga y reforestación

c,1,H-Balsa de retención arroyo del Sastre

c,3,V-Recreativo y deportivo

c,4,Ma-Aparcamiento bajo el campo de futbol y edificación terciaria

l,1,V-Lago paisajístico en la zona baja de la presa

c,1,H-Balsa de retención del arroyo Pescadores

c,1,H-Balsa de retención del arroyo del Sastre

m,4,E-Torre puerta acceso a la ciudad

m,1-4,E-Nueva centralidad en puerta acceso, equipamientos, comercio, oficinas y residencia

c,3,Mp-Peatonalización calle entre campo de futbol FAF y pistas de tenis

c,3,Mp-Apertura paso peatonal entre polideportivo y pistas de tenis

m,3,V-Nueva zona verde en zona de aparcamientos

c,1,Mp-Puente peatonal conexión Ciudad Jardín y Parque periurbano en Virreinas

c,3,V-Huertos en Virreinas altas

c,3,V-Huertos en Sagrada Familia

c,3,E-Talleres de artesanos

c,4,E-Torre residencial Virreinas norte

c,1-4,E-Equipamiento y bajo comercial

c,4,E-Torre residencial Jacinto Benavente

c,1,V-Residencia de ancianos

m,1,U-Conexión Guadalmedina y Parque periurbano en Virreinas

c,1,H-Afluencia del arroyo Virreinas

c,4,E-Nueva residencia para continuidad urbana

c,4,M-Aparcamiento bajo la plaza y parada transporte público

m,3,V-Pistas polideportivas en el cauce. Colegio Jacinto Benavente

m,3,V-Pistas polideportivas en el cauce. Colegio Sagrada Familia

c,1,Mp-Nueva pasarela peatonal

m,4,E-Nueva fachada sobre medianeras Sagrada Familia

c,2,V-Terrazas de árboles mediterráneos

c,1,V-Ampliación colegio Sagrada Familia

c,1-4,U-Arroyo de la Quintana

c,1,H-Afluencia arroyo norte de la Palma

c,2,Mp-Sendero verde conexión parque periurbano de Virreina Alta

c,1,V-Equipamientos en La Palma ligados al parque de Virreinas con Torre residencial

m,3,V-Reconfiguración del área deportiva, parque y aparcamientos

m,1-4,U-Itinerario de conexión arroyos de La Palma y Aceiteros

m,1,M-Nuevo puente conexión La Palma- Aceiteros

m,4,E-Torre residencial y comercio

SECTOR CENTRO

m,1,V-Reordenación de los márgenes de Avenida Valle Inclán

c,2,V-Reordenación de manzana de equipamientos docentes

c,4,U-Reforma viaria perímetro centro comercial Rosaleda

m,4,V-Modernización Estadio de la Rosaleda

m,2,U-Reurbanización de la conexión Parque San Miguel, Sagrado Corazón y Parque de Los Ángeles

c,1,U-Prolongación Avenida del Doctor Marañón

m,4,V-Parque de Martiricos

m,4,E-Nueva centralidad residencia+equipamientos+oficinas+terciario

c,1,V-Recuperación pública para parque de las zonas verdes de parcela equipamientos

m,1,M-Conexión peatonal sobre el Guadalmedina Martínez Barrionuevo y Santo Tomás de Aquino

m,1,U-Reforma de la Avenida Arroyo de Los Ángeles

c,1,U-Semipeatonalización Duque de Rivas

c,1,U-Semipeatonalización de la conexión Capuchinos y Arroyo de Los Ángeles

m,1,U-Reforma viaria de la Avenida de la Rosaleda

m,1,Mp-Peatonalización Avenida de Fátima y túnel de transporte público

c,1,U-Reforma de calle Trinidad al centro histórico

c,1,U-Reforma y ampliación sección calle Huerto de los Claveles

SECTOR SUR

c,1,V-Nuevos accesos al cauce desde los puentes de Santo Domingo

c,1,Mp-Conversión de túnel a tráfico exclusivo de transporte público

c,2,V-Arbolado de espacios libres del entorno de Santo Domingo y hoteles

c,1,V-Renovación del pavimento del cauce

c,1,Mp- ampliación acera pasillo Santa Isabel

c,1,V-restauración estanques, muro y fuentes del muro lado Perchel

c,1,M-Reurbanización de un anillo central de movilidad

c,1,U-Reurbanización y continuidad Alameda-Avenida de Andalucía, con galería soterrada en la margen izquierda y pérgolas junto a Hacienda y el Corte Inglés.

c,1,M-Ampliación del puente de vendeja

c,1,V- Recuperación del surtidor de agua en la dársena marina

m,1,M-Reordenación puentes Antonio Machado y Carmen

m,1,U-Reordenación Avenida Antonio Machado

l,4,E-Nuevos usos ciudadanos en el puerto

l,1,V-Ampliación de la desembocadura del río .

c,1,M-Pasarela conexión parque de Huelin, auditorio y puerto deportivo.

m,1,V-Renovación de Lonja y Puerto Pesquero.

Tablas citadas en II.2.

Lluvias utilizadas obtenidas según la normativa de carreteras:

T (años)	2	5	10	25	50	100	500
Pd (mm)	60	88	108	137	161	185	249

ARROYOS

PESCADORES

Periodo de retorno (años)	Área (km ²)	Longitud (km)	Pendiente (m/m)	Tc (horas)	Pd (mm/día)	Ka	Pda (mm/día)	Id (mm/h)	I _i /Id	I (mm/h)	Po (mm)	Coef. Corrector	Po corregido (mm)	C	K	Q (m ³ /s)
2	2.6300	3.4000	0.1150	1.15	60.00	0.97	58.32	2.430	9.3	20.40	7.70	3.1	23.9	0.20	1.078	3.265
5	2.6300	3.4000	0.1150	1.15	88.00	0.97	85.54	3.564	9.3	29.92	7.70	3.1	23.9	0.32	1.078	7.611
10	2.6300	3.4000	0.1150	1.15	108.00	0.97	104.98	4.374	9.3	36.72	7.70	3.1	23.9	0.39	1.078	11.358
25	2.6300	3.4000	0.1150	1.15	137.00	0.97	133.16	5.549	9.3	46.59	7.70	3.1	23.9	0.48	1.078	17.469
50	2.6300	3.4000	0.1150	1.15	161.00	0.97	156.49	6.521	9.3	54.75	7.70	3.1	23.9	0.53	1.078	22.974
100	2.6300	3.4000	0.1150	1.15	185.00	0.97	179.82	7.493	9.3	62.91	7.70	3.1	23.9	0.58	1.078	28.776
500	2.6300	3.4000	0.1150	1.15	249.00	0.97	242.03	10.085	9.3	84.67	7.70	3.1	23.9	0.68	1.078	45.200

LA PALMA

Periodo de retorno (años)	Área (km ²)	Longitud (km)	Pendiente (m/m)	Tc (horas)	Pd (mm/día)	Ka	Pda (mm/día)	Id (mm/h)	I ₁ /Id	I (mm/h)	Po (mm)	Coef. Corrector	Po corregido (mm)	C	K	Q (m ³ /s)
2	1.9500	3.6500	0.1162	1.21	60.00	0.98	58.84	2.452	9.3	19.99	6.50	3.1	20.2	0.26	1.083	3.011
5	1.9500	3.6500	0.1162	1.21	88.00	0.98	86.30	3.596	9.3	29.31	6.50	3.1	20.2	0.38	1.083	6.594
10	1.9500	3.6500	0.1162	1.21	108.00	0.98	105.91	4.413	9.3	35.98	6.50	3.1	20.2	0.46	1.083	9.604
25	1.9500	3.6500	0.1162	1.21	137.00	0.98	134.35	5.598	9.3	45.64	6.50	3.1	20.2	0.54	1.083	14.420
50	1.9500	3.6500	0.1162	1.21	161.00	0.98	157.89	6.579	9.3	53.63	6.50	3.1	20.2	0.59	1.083	18.691
100	1.9500	3.6500	0.1162	1.21	185.00	0.98	181.42	7.559	9.3	61.62	6.50	3.1	20.2	0.64	1.083	23.140
500	1.9500	3.6500	0.1162	1.21	249.00	0.98	244.19	10.174	9.3	82.94	6.50	3.1	20.2	0.73	1.083	35.546

LOS ÁNGELES

Periodo de retorno (años)	Área (km ²)	Longitud (km)	Pendiente (m/m)	Tc (horas)	Pd (mm/día)	Ka	Pda (mm/día)	Id (mm/h)	I ₁ /Id	I (mm/h)	Po (mm)	Coef. Corrector	Po corregido (mm)	C	K	Q (m ³ /s)
2	4.4500	4.8000	0.0869	1.57	60.00	0.96	57.41	2.392	9.3	16.76	5.60	3.1	17.4	0.30	1.112	6.827
5	4.4500	4.8000	0.0869	1.57	88.00	0.96	84.20	3.508	9.3	24.58	5.60	3.1	17.4	0.43	1.112	14.414
10	4.4500	4.8000	0.0869	1.57	108.00	0.96	103.33	4.305	9.3	30.16	5.60	3.1	17.4	0.50	1.112	20.679
25	4.4500	4.8000	0.0869	1.57	137.00	0.96	131.08	5.462	9.3	38.26	5.60	3.1	17.4	0.58	1.112	30.576
50	4.4500	4.8000	0.0869	1.57	161.00	0.96	154.04	6.418	9.3	44.96	5.60	3.1	17.4	0.64	1.112	39.259
100	4.4500	4.8000	0.0869	1.57	185.00	0.96	177.00	7.375	9.3	51.67	5.60	3.1	17.4	0.68	1.112	48.241
500	4.4500	4.8000	0.0869	1.57	249.00	0.96	238.24	9.927	9.3	69.54	5.60	3.1	17.4	0.76	1.112	73.046

VIRREINA

Periodo de retorno (años)	Área (km ²)	Longitud (km)	Pendiente (m/m)	Tc (horas)	Pd (mm/día)	Ka	Pda (mm/día)	Id (mm/h)	I ₁ /Id	I (mm/h)	Po (mm)	Coef. Corrector	Po corregido (mm)	C	K	Q (m ³ /s)
2	0.6800	2.1000	0.0967	0.82	60.00	1.00	60.00	2.500	9.3	25.26	7.40	3.1	22.9	0.22	1.053	1.122
5	0.6800	2.1000	0.0967	0.82	88.00	1.00	88.00	3.667	9.3	37.05	7.40	3.1	22.9	0.35	1.053	2.548
10	0.6800	2.1000	0.0967	0.82	108.00	1.00	108.00	4.500	9.3	45.47	7.40	3.1	22.9	0.42	1.053	3.766
25	0.6800	2.1000	0.0967	0.82	137.00	1.00	137.00	5.708	9.3	57.68	7.40	3.1	22.9	0.50	1.053	5.737
50	0.6800	2.1000	0.0967	0.82	161.00	1.00	161.00	6.708	9.3	67.78	7.40	3.1	22.9	0.56	1.053	7.502
100	0.6800	2.1000	0.0967	0.82	185.00	1.00	185.00	7.708	9.3	77.89	7.40	3.1	22.9	0.60	1.053	9.354
500	0.6800	2.1000	0.0967	0.82	249.00	1.00	249.00	10.375	9.3	104.83	7.40	3.1	22.9	0.70	1.053	14.564

PASTELERO

Periodo de retorno (años)	Área (km ²)	Longitud (km)	Pendiente (m/m)	Tc (horas)	Pd (mm/día)	Ka	Pda (mm/día)	Id (mm/h)	I ₁ /Id	I (mm/h)	Po (mm)	Coef. Corrector	Po corregido (mm)	C	K	Q (m ³ /s)
2	6.0200	6.9000	0.0848	2.08	60.00	0.95	56.88	2.370	9.3	14.07	24.04	3.1	74.5	-0.04	1.151	0.000
5	6.0200	6.9000	0.0848	2.08	88.00	0.95	83.43	3.476	9.3	20.63	24.04	3.1	74.5	0.02	1.151	0.779
10	6.0200	6.9000	0.0848	2.08	108.00	0.95	102.39	4.266	9.3	25.32	24.04	3.1	74.5	0.06	1.151	2.901
25	6.0200	6.9000	0.0848	2.08	137.00	0.95	129.88	5.412	9.3	32.12	24.04	3.1	74.5	0.11	1.151	6.999
50	6.0200	6.9000	0.0848	2.08	161.00	0.95	152.63	6.360	9.3	37.74	24.04	3.1	74.5	0.15	1.151	11.206
100	6.0200	6.9000	0.0848	2.08	185.00	0.95	175.38	7.308	9.3	43.37	24.04	3.1	74.5	0.19	1.151	16.069
500	6.0200	6.9000	0.0848	2.08	249.00	0.95	236.06	9.836	9.3	58.37	24.04	3.1	74.5	0.28	1.151	31.760

SASTRE

Periodo de retorno (años)	Área (km ²)	Longitud (km)	Pendiente (m/m)	Tc (horas)	Pd (mm/día)	Ka	Pda (mm/día)	Id (mm/h)	I ₁ /Id	I (mm/h)	Po (mm)	Coef. Corrector	Po corregido (mm)	C	K	Q (m ³ /s)
2	1.1900	2.6000	0.1185	0.93	60.00	0.99	59.70	2.487	9.3	23.48	7.70	3.1	23.9	0.21	1.061	1.730
5	1.1900	2.6000	0.1185	0.93	88.00	0.99	87.56	3.648	9.3	34.44	7.70	3.1	23.9	0.33	1.061	3.995
10	1.1900	2.6000	0.1185	0.93	108.00	0.99	107.46	4.477	9.3	42.27	7.70	3.1	23.9	0.40	1.061	5.942
25	1.1900	2.6000	0.1185	0.93	137.00	0.99	136.31	5.680	9.3	53.61	7.70	3.1	23.9	0.48	1.061	9.109
50	1.1900	2.6000	0.1185	0.93	161.00	0.99	160.19	6.675	9.3	63.01	7.70	3.1	23.9	0.54	1.061	11.956
100	1.1900	2.6000	0.1185	0.93	185.00	0.99	184.07	7.670	9.3	72.40	7.70	3.1	23.9	0.59	1.061	14.952
500	1.1900	2.6000	0.1185	0.93	249.00	0.99	247.75	10.323	9.3	97.45	7.70	3.1	23.9	0.68	1.061	23.414

QUINTANA

Periodo de retorno (años)	Área (km ²)	Longitud (km)	Pendiente (m/m)	Tc (horas)	Pd (mm/día)	Ka	Pda (mm/día)	Id (mm/h)	I ₁ /Id	I (mm/h)	Po (mm)	Coef. Corrector	Po corregido (mm)	C	K	Q (m ³ /s)
2	1.1900	2.5000	0.1096	0.92	60.00	0.99	59.70	2.487	9.3	23.68	4.28	3.1	13.3	0.40	1.060	3.324
5	1.1900	2.5000	0.1096	0.92	88.00	0.99	87.56	3.648	9.3	34.73	4.28	3.1	13.3	0.54	1.060	6.512
10	1.1900	2.5000	0.1096	0.92	108.00	0.99	107.46	4.477	9.3	42.62	4.28	3.1	13.3	0.61	1.060	9.039
25	1.1900	2.5000	0.1096	0.92	137.00	0.99	136.31	5.680	9.3	54.06	4.28	3.1	13.3	0.68	1.060	12.918
50	1.1900	2.5000	0.1096	0.92	161.00	0.99	160.19	6.675	9.3	63.53	4.28	3.1	13.3	0.73	1.060	16.243
100	1.1900	2.5000	0.1096	0.92	185.00	0.99	184.07	7.670	9.3	73.00	4.28	3.1	13.3	0.77	1.060	19.629
500	1.1900	2.5000	0.1096	0.92	249.00	0.99	247.75	10.323	9.3	98.26	4.28	3.1	13.3	0.84	1.060	28.803

ACEITEROS

Periodo de retorno (años)	Área (km ²)	Longitud (km)	Pendiente (m/m)	Tc (horas)	Pd (mm/día)	Ka	Pda (mm/día)	Id (mm/h)	I ₁ /Id	I (mm/h)	Po (mm)	Coef. Corrector	Po corregido (mm)	C	K	Q (m ³ /s)
2	0.6600	1.2300	0.1114	0.53	60.00	1.00	60.00	2.500	9.3	31.85	2.30	3.1	7.1	0.62	1.031	3.723
5	0.6600	1.2300	0.1114	0.53	88.00	1.00	88.00	3.667	9.3	46.72	2.30	3.1	7.1	0.74	1.031	6.500
10	0.6600	1.2300	0.1114	0.53	108.00	1.00	108.00	4.500	9.3	57.34	2.30	3.1	7.1	0.79	1.031	8.559
25	0.6600	1.2300	0.1114	0.53	137.00	1.00	137.00	5.708	9.3	72.73	2.30	3.1	7.1	0.84	1.031	11.585
50	0.6600	1.2300	0.1114	0.53	161.00	1.00	161.00	6.708	9.3	85.48	2.30	3.1	7.1	0.87	1.031	14.100
100	0.6600	1.2300	0.1114	0.53	185.00	1.00	185.00	7.708	9.3	98.22	2.30	3.1	7.1	0.89	1.031	16.614
500	0.6600	1.2300	0.1114	0.53	249.00	1.00	249.00	10.375	9.3	132.19	2.30	3.1	7.1	0.93	1.031	23.292

ANEXO 1

Estudio hidráulico aguas abajo de la presa del Limonero

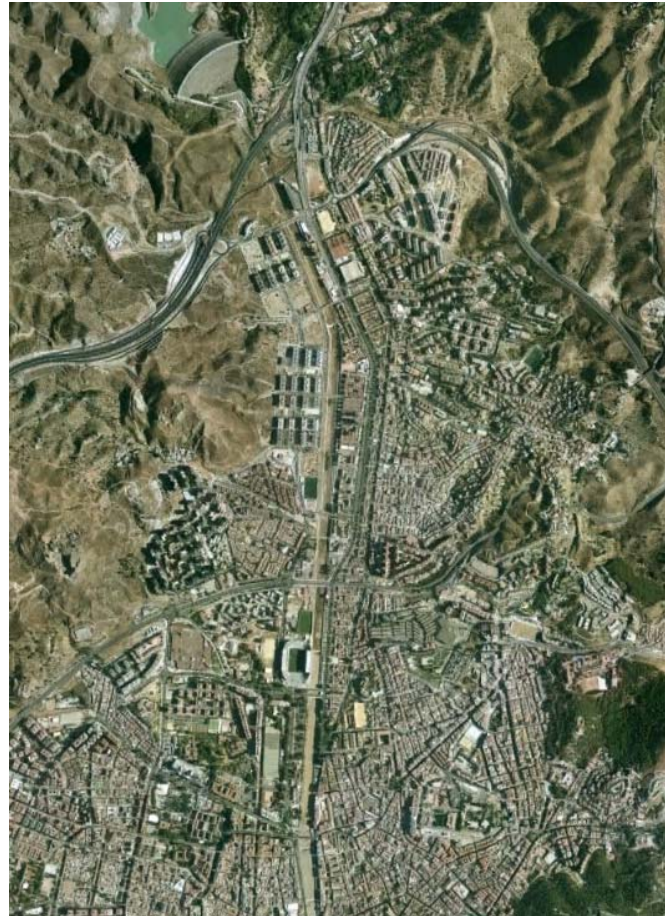
ESTUDIO HIDRÁULICO AGUAS ABAJO DE LA PRESA DEL LIMONERO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROGRAMA HEC-RAS	3
2. INFORMACIÓN DISPONIBLE	3
3. CAUDALES UTILIZADOS	3
4. DATOS GEOMÉTRICOS DEL CAUCE	4
4.1. PERFIL LONGITUDINAL	5
4.2. SECCIONES TRANSVERSALES	6
5. PARÁMETROS DE MODELACIÓN	7
5.1. CONDICIONES DE CONTORNO	7
5.2. RUGOSIDAD: NÚMERO DE MANNING	7
5.3. COEFICIENTES DE CONTRACCIÓN Y EXPANSIÓN	7
6. SIMULACIONES REALIZADAS	7
7. RESULTADOS DEL MODELO	8
8. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO HIDRÁULICO	26

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objeto el estudio hidráulico de un tramo del río Guadalmedina aguas arriba de la presa del Limonero:



Vista de la zona de estudio.

El estudio se ha realizado mediante el modelo de simulación HEC – RAS

1.1. PROGRAMA HEC-RAS

Desarrollado por el U.S. Corps of Engineers, versión 3.1.3 de mayo de 2005. Este modelo surge como evolución del conocido y ampliamente utilizado HEC-2, con varias mejoras con respecto a éste, entre las que destaca el análisis tanto en régimen lento como rápido y la interfaz gráfica de usuario que facilita las labores de preproceso y postproceso. El modelo numérico incluido en este programa permite realizar análisis del flujo permanente unidimensional variado en lámina libre.

2. INFORMACIÓN DISPONIBLE

Para la modelación hidráulica se dispone de la siguiente información:

- Datos topográficos de las secciones.
- Cartografía 1:5.000 y 1:1.000.

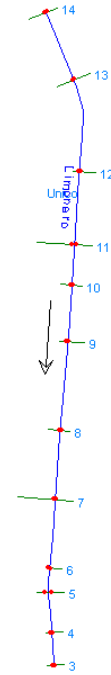
3. CAUDALES UTILIZADOS

Se han tomado para el cálculo hidráulico los siguientes caudales:

Caudal (m ³ /s)
10
50
100
300
600

4. DATOS GEOMÉTRICOS DEL CAUCE

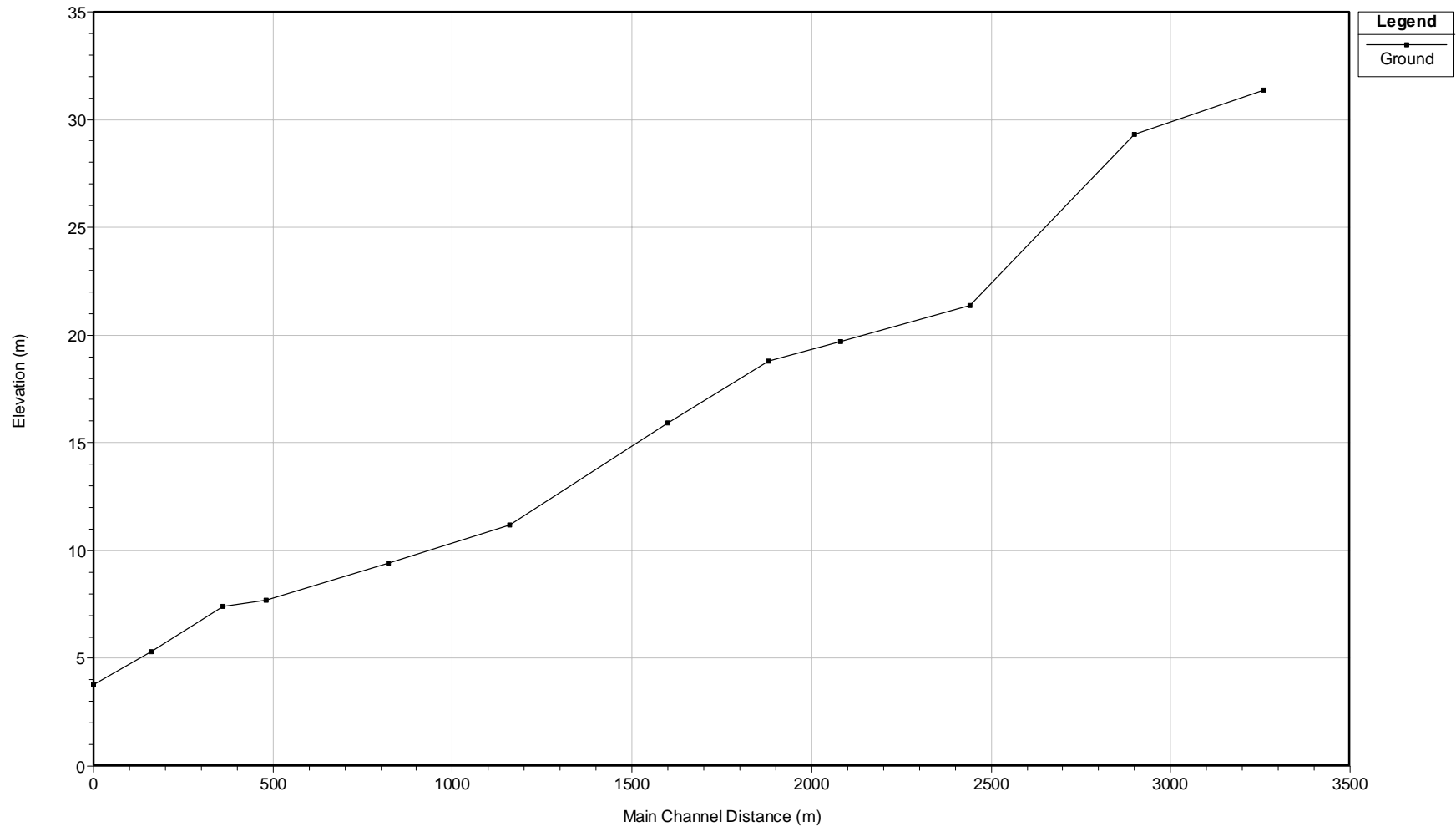
En este apartado se describe la determinación de la información geométrica del cauce, obtenida de los datos topográficos tomados en campo. La longitud total de estudio es de 3260 metros. Se han incluido un total de 12 secciones:



Esquema de la planta del modelo HEC-RAS con las secciones situadas.

4.1. PERFIL LONGITUDINAL

El perfil tiene una pendiente media de 0.85 %.



4.2. SECCIONES TRANSVERSALES

Se han introducido en el modelo un total de 12 secciones transversales. La tabla siguiente recoge el listado de las mismas, junto con su nombre correspondiente en el plano de planta, y su distancia entre ellas:

NOMBRE HEC-RAS	IDENTIFICACIÓN EN PLANO PLANTA	DISTANCIA (m)
14	2	360
13	3	460
12	5	360
11	6	200
10	7	280
9	8	440
8	9	340
7	10	340
6	11	120
5	12	200
4	13	160
3	14	0

5. PARÁMETROS DE MODELACIÓN

5.1. CONDICIONES DE CONTORNO

Se ha tomado como condición de contorno en el modelo la pendiente del tramo aguas arriba y aguas abajo coincidiendo con la pendiente geométrica:

Tramo	Pendiente (m/m) <i>aguas arriba</i>	Pendiente (m/m) <i>aguas abajo</i>
Guadalmedina aguas arriba Limonero	0,0085	0,0085

5.2. RUGOSIDAD: NÚMERO DE MANNING

El coeficiente de Manning utilizado en el cauce para cada una de las secciones de los tramos estudiados ha sido de 0,035 en la parte central y 0,04 en los laterales.

5.3. COEFICIENTES DE CONTRACCIÓN Y EXPANSIÓN

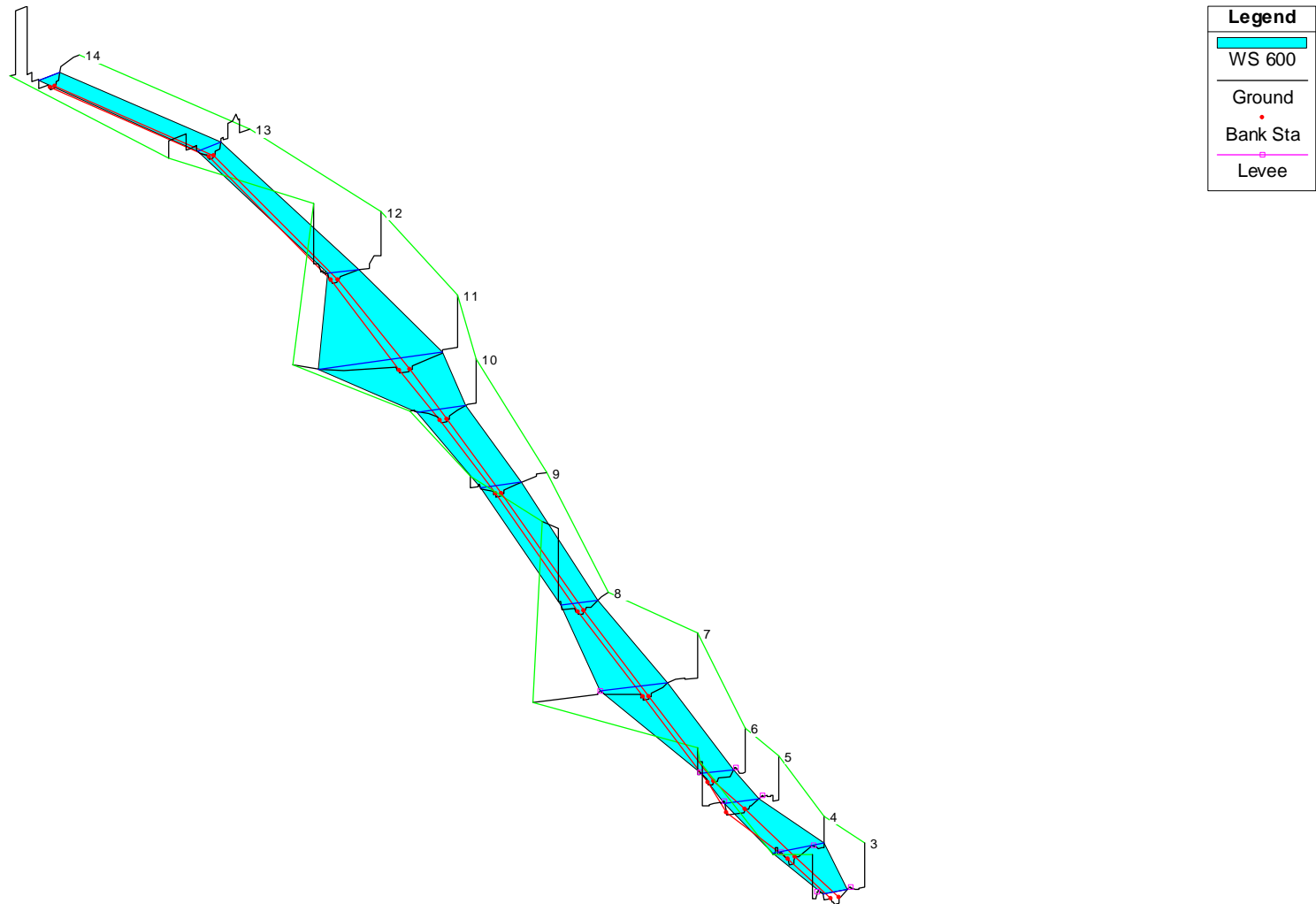
Los coeficientes de contracción y expansión del flujo para los cálculos entre las secciones han sido respectivamente 0,1 y 0,3, correspondientes a transiciones graduales.

6. SIMULACIONES REALIZADAS

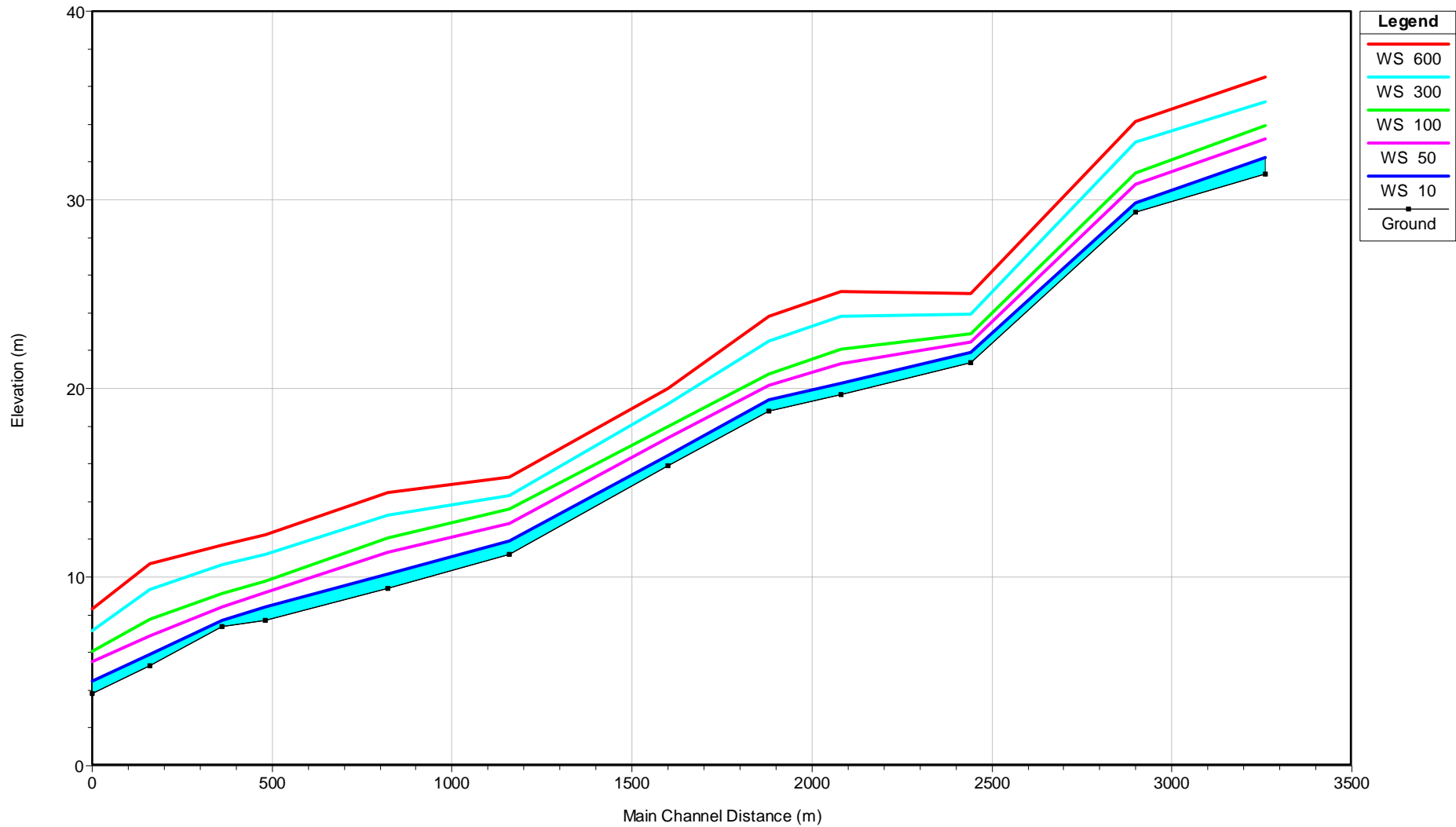
Se ha hecho una simulación en régimen mixto, ya que la pendiente sugiere un mejor funcionamiento en este régimen.

7. RESULTADOS DEL MODELO

Se presentan los resultados para el modelo en régimen permanente:



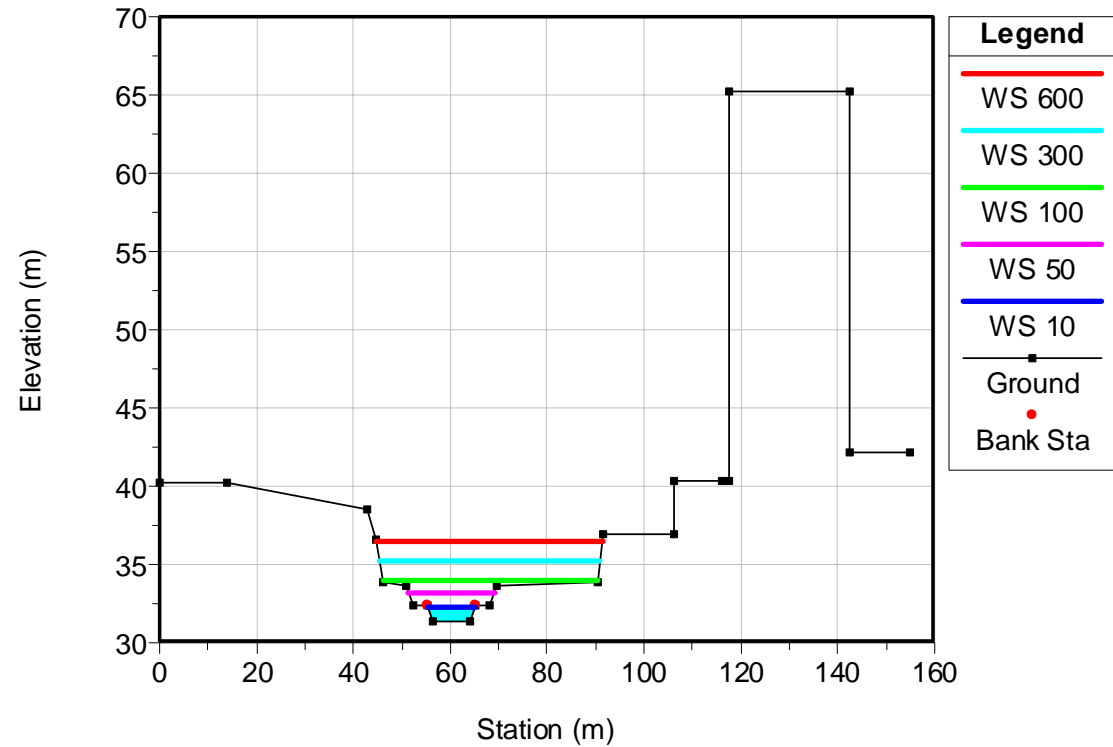
Vista en 3D del tramo estudiado para el caudal máximo.



Perfil longitudinal del tramo estudiado con los distintos caudales.

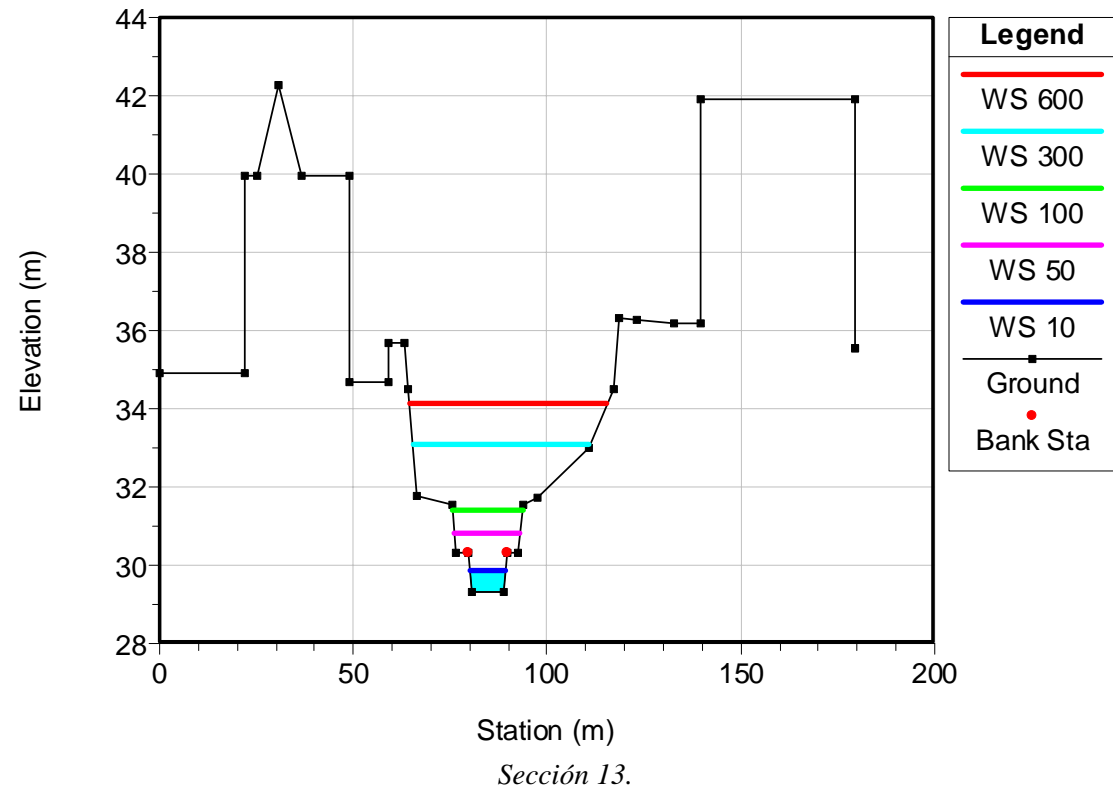
Las secciones transversales:

RS = 14 2

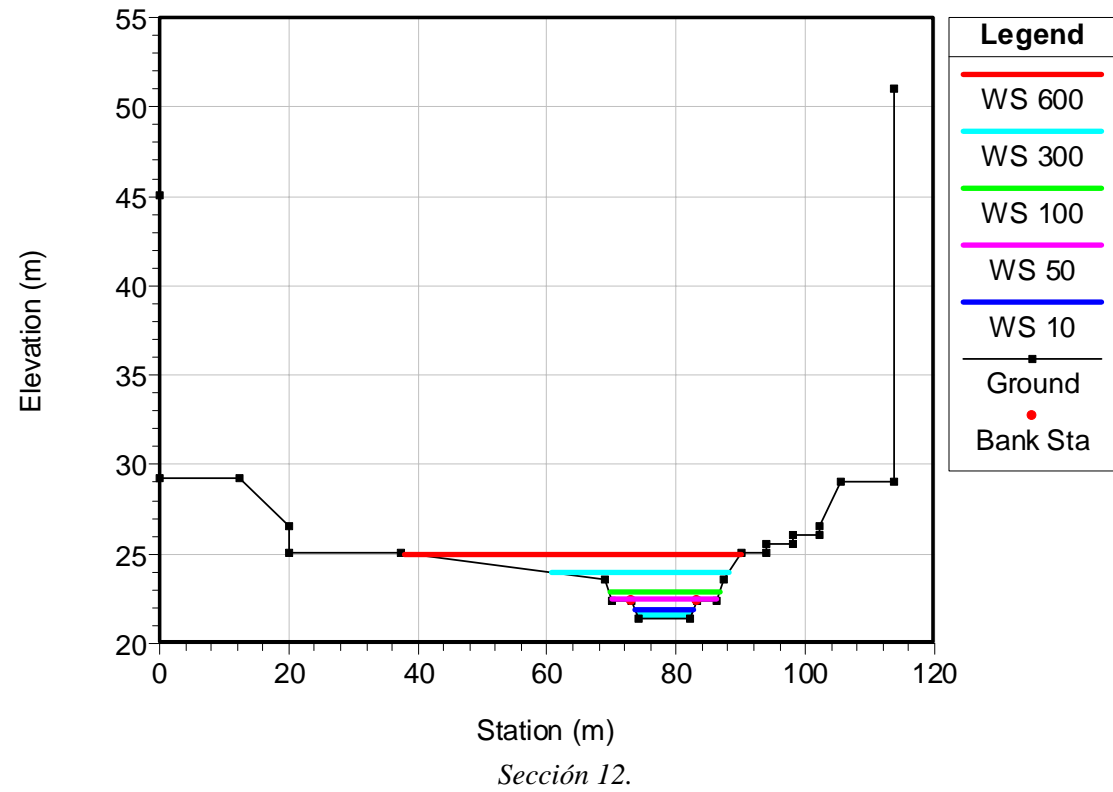


Sección 14, inicio del modelo aguas arriba.

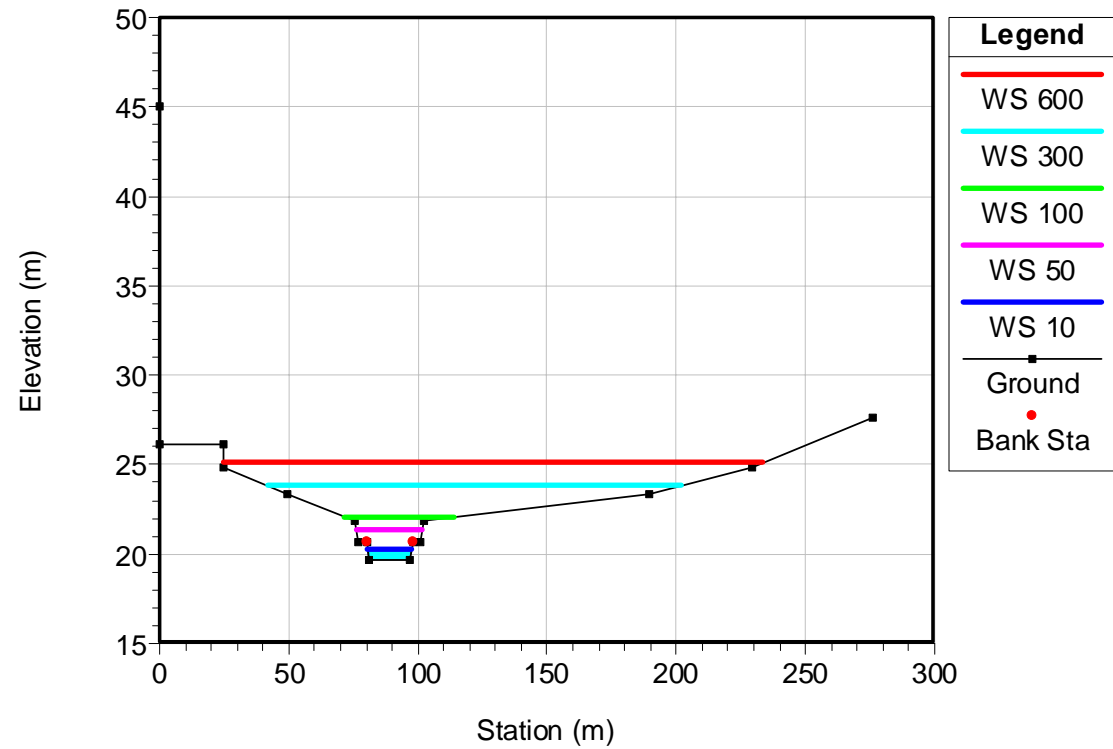
RS = 13 3



RS = 12 5

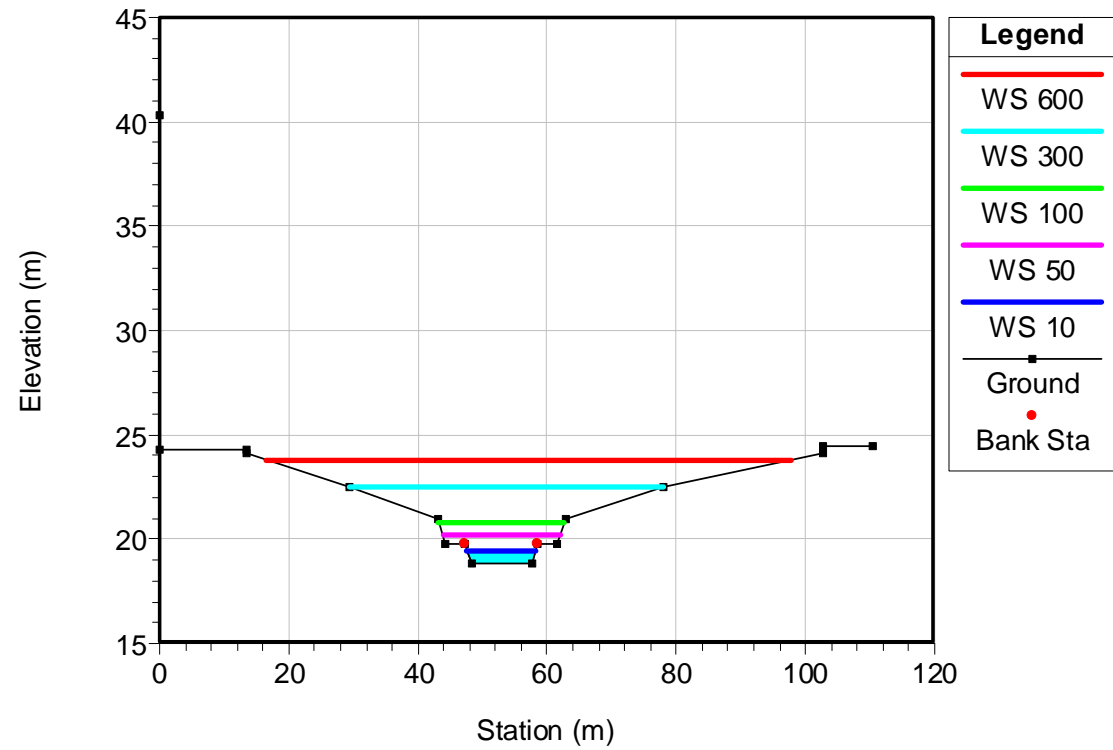


RS = 11 6



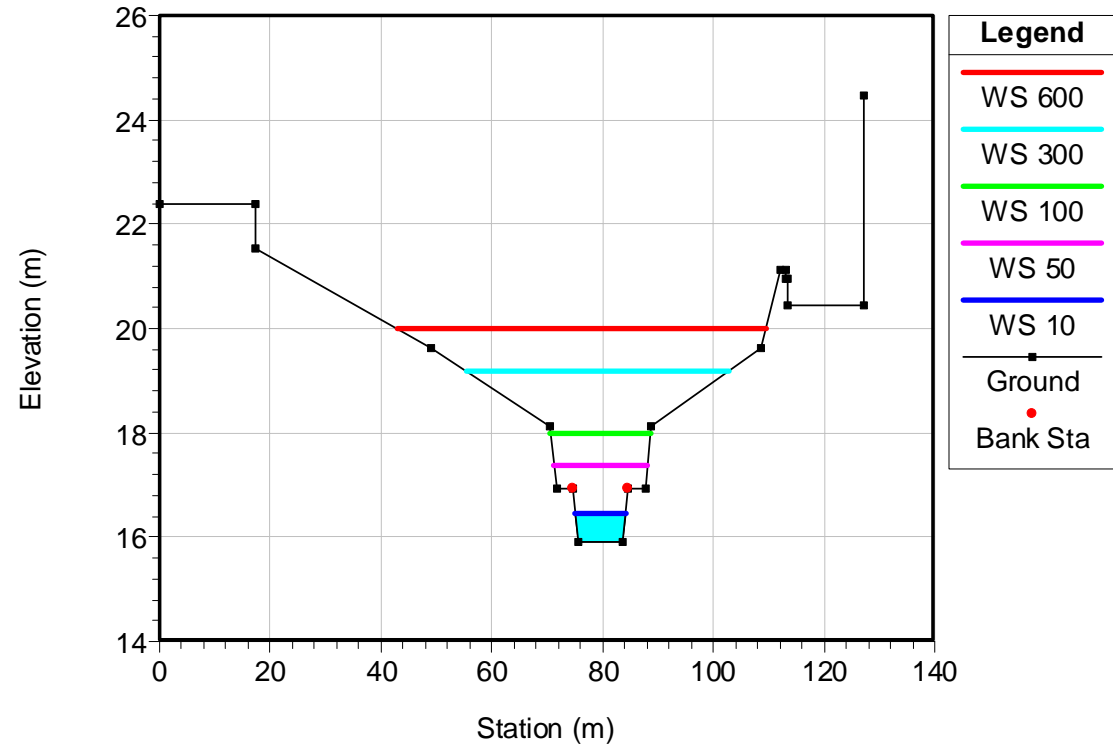
Sección 11.

RS = 10 7



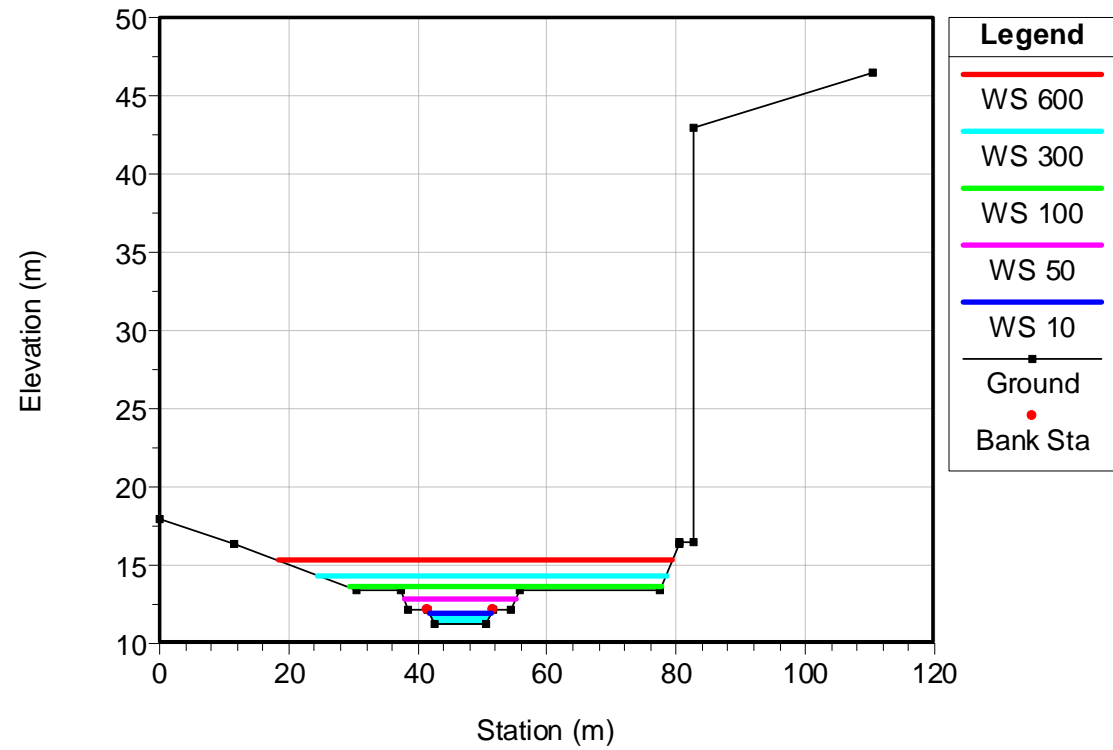
Sección 10

RS = 9 8



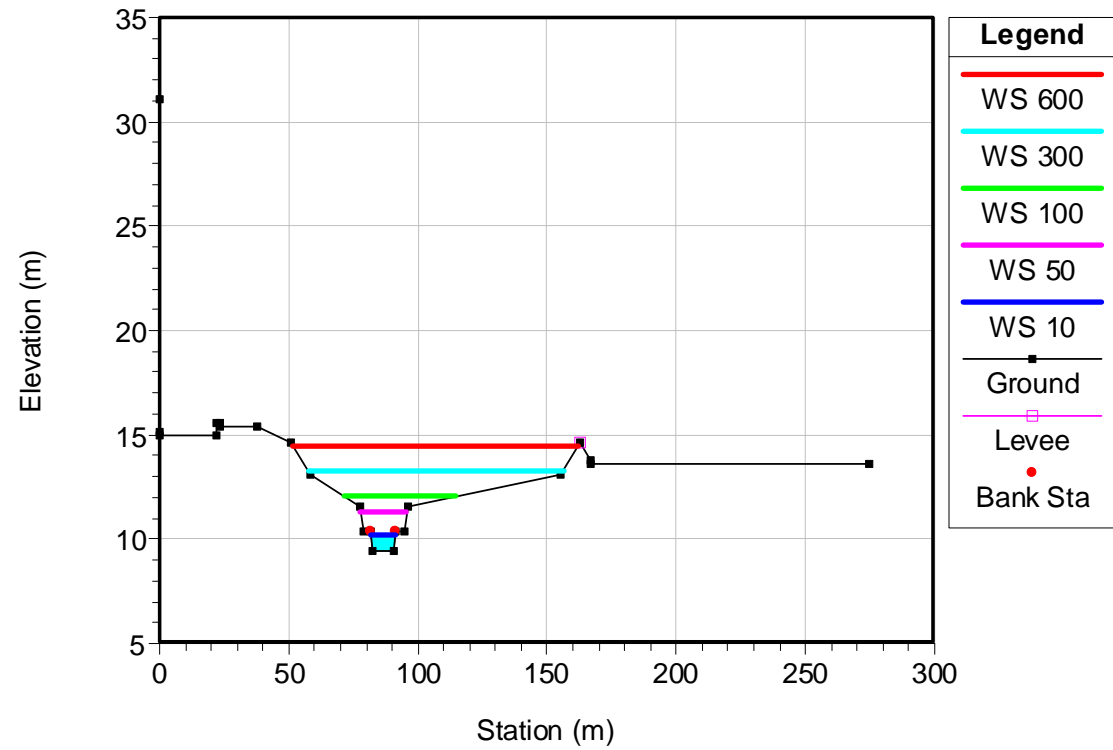
Sección 9.

RS = 8 9



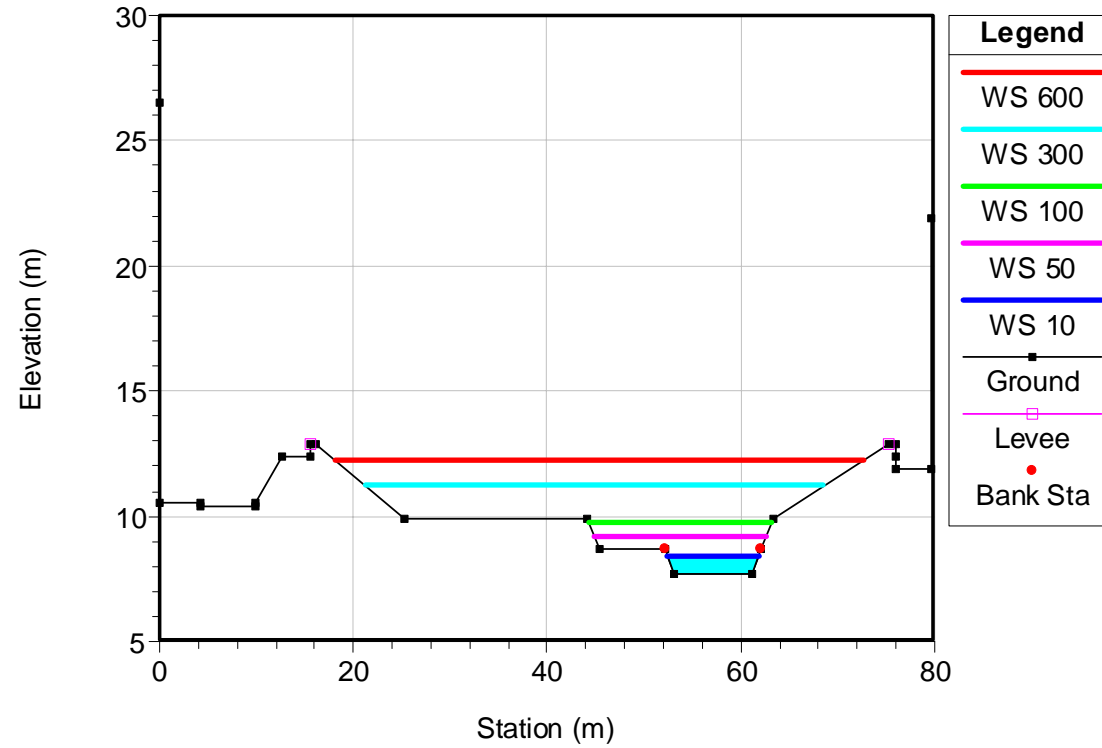
Sección 8.

RS = 7 10



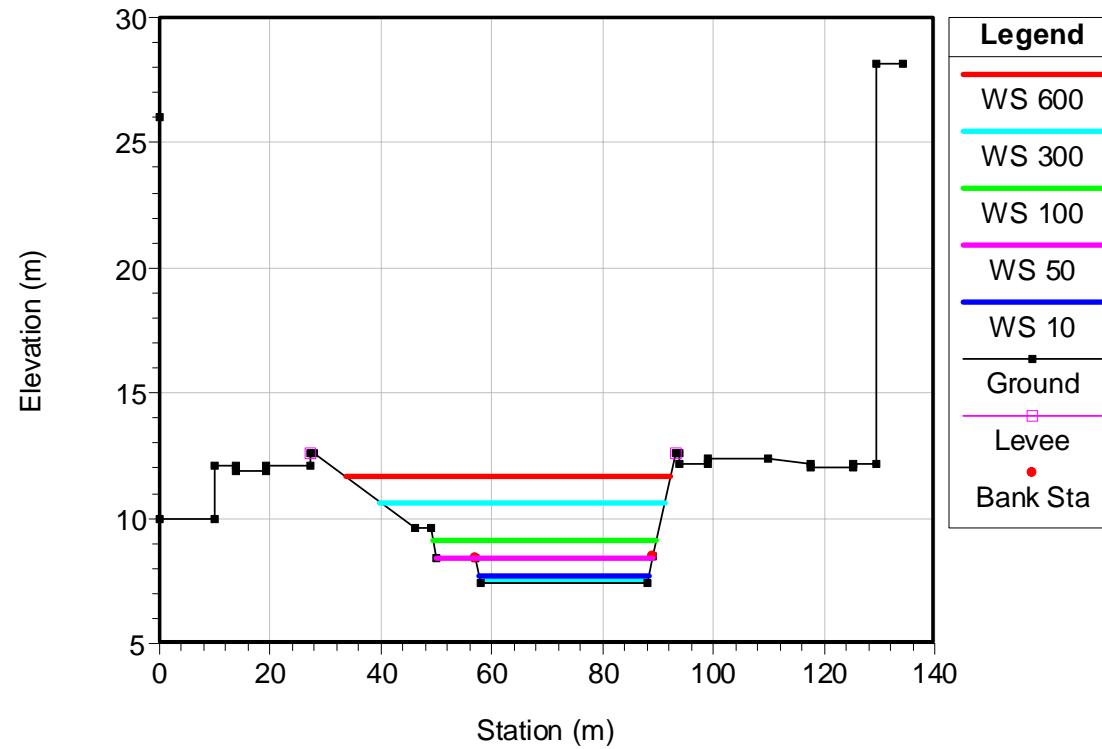
Sección 7.

RS = 6 11



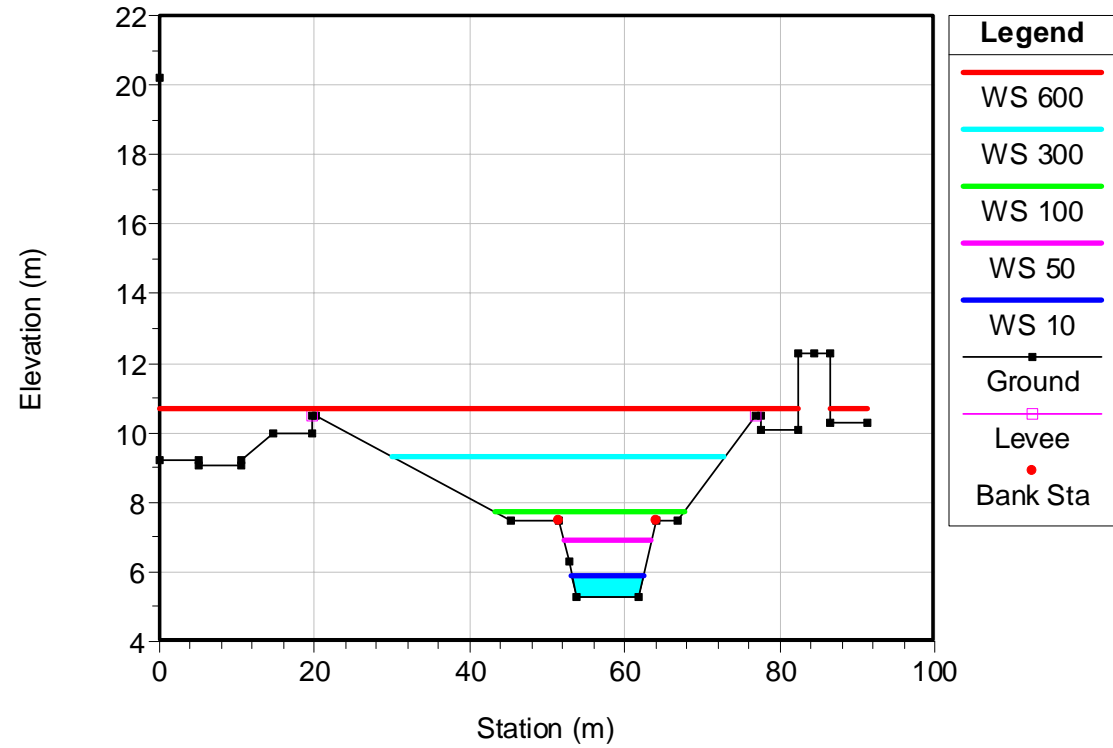
Sección 6.

RS = 5 12



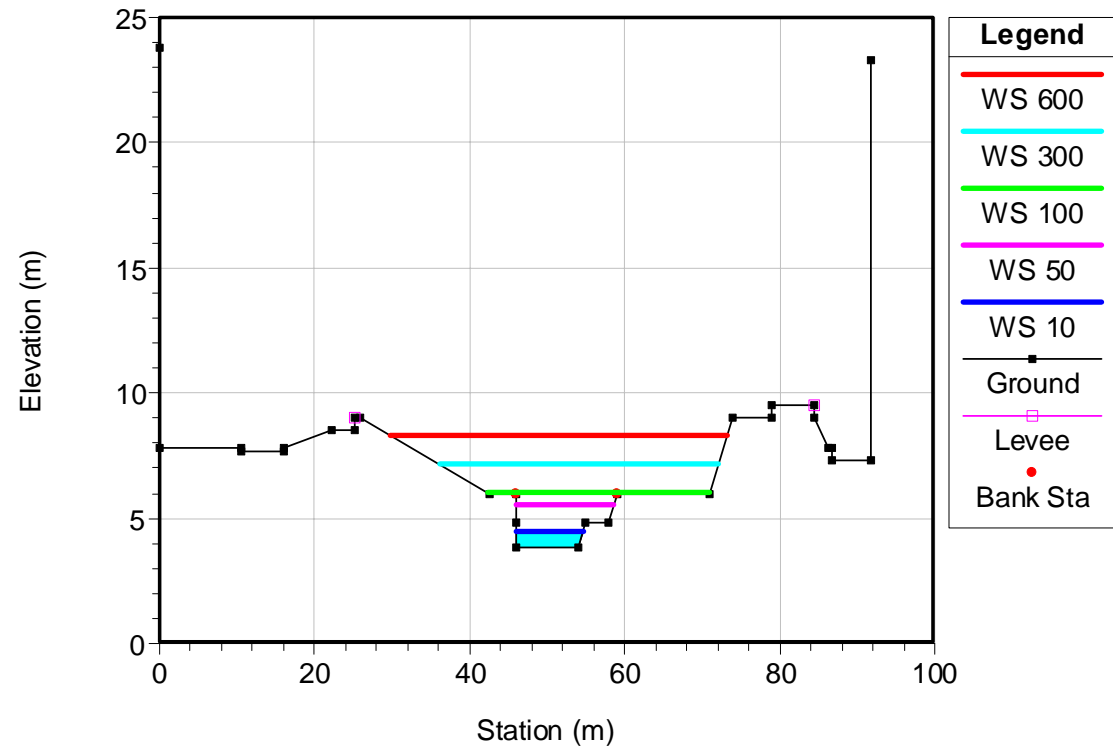
Sección 5.

RS = 4 13



Sección 4.

RS = 3 14



Sección 3, final aguas abajo del modelo.

La tabla con los parámetros hidráulicos:

Sección	Q (m3/s)	Cota del lecho(m)	Cota de la lámina (m)	Cota de energía (m)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Área (m2)	Ancho (m)	Nº de Froude
14	10	31.38	32.24	32.33	0.003197	1.31	7.63	9.72	0.47
14	50	31.38	33.21	33.49	0.004097	2.5	22.89	17.64	0.61
14	100	31.38	33.95	34.4	0.004326	3.26	42.62	44.21	0.66
14	300	31.38	35.2	35.83	0.004415	4.32	98.41	45.47	0.72
14	600	31.38	36.51	37.39	0.004279	5.2	158.75	46.81	0.74
13	10	29.32	29.85	30.1	0.016362	2.22	4.5	9.06	1.01
13	50	29.32	30.81	31.32	0.009492	3.29	17.05	16.98	0.89
13	100	29.32	31.43	32.19	0.009119	4.12	28.01	18.22	0.93
13	300	29.32	33.08	33.96	0.005984	4.98	86.16	45.41	0.83
13	600	29.32	34.14	35.43	0.006799	6.28	137	50.96	0.92
12	10	21.35	21.92	22.13	0.01303	2.07	4.84	9.13	0.91
12	50	21.35	22.44	23.71	0.034829	5.01	10.41	16.17	1.61
12	100	21.35	22.87	24.78	0.034335	6.36	17.67	17.05	1.7
12	300	21.35	23.95	28.02	0.037901	9.7	38.7	27.46	1.96
12	600	21.35	25.01	29.4	0.030036	10.95	81.06	51.93	1.85
11	10	19.68	20.29	20.34	0.002503	0.99	10.14	17.15	0.41
11	50	19.68	21.32	21.45	0.001917	1.65	32.81	25.52	0.42
11	100	19.68	22.08	22.3	0.001956	2.17	54.6	42.67	0.45
11	300	19.68	23.83	23.97	0.000928	2.16	240.69	159.75	0.34
11	600	19.68	25.13	25.24	0.000645	2.16	483.25	208.75	0.3
10	10	18.8	19.42	19.55	0.006902	1.61	6.22	10.62	0.67
10	50	18.8	20.18	20.68	0.009665	3.19	17.22	18.19	0.89
10	100	18.8	20.77	21.51	0.009268	4.01	28.32	19.39	0.93
10	300	18.8	22.51	23.48	0.006193	5.06	84.33	48.66	0.85

Sección	Q (m3/s)	Cota del lecho(m)	Cota de la lámina (m)	Cota de energía (m)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Área (m2)	Ancho (m)	Nº de Froude
10	600	18.8	23.81	24.85	0.00525	5.72	169.09	81.17	0.82
9	10	15.92	16.45	16.7	0.016399	2.22	4.5	9.08	1.01
9	50	15.92	17.39	17.92	0.010025	3.34	16.73	16.98	0.91
9	100	15.92	17.97	18.79	0.010136	4.26	27.03	18.15	0.97
9	300	15.92	19.18	20.94	0.013461	6.77	64.53	47.45	1.22
9	600	15.92	20	22.36	0.01557	8.49	112.01	66.69	1.36
8	10	11.2	11.92	12.05	0.005931	1.6	6.24	9.43	0.63
8	50	11.2	12.82	13.22	0.00675	2.94	19.24	17.23	0.76
8	100	11.2	13.58	14.16	0.006061	3.66	38.32	48.34	0.77
8	300	11.2	14.34	15.52	0.010633	5.86	76.89	53.87	1.07
8	600	11.2	15.29	16.7	0.009807	6.75	131.71	60.88	1.08
7	10	9.4	10.18	10.29	0.004538	1.47	6.8	9.54	0.56
7	50	9.4	11.3	11.55	0.003526	2.38	24.11	17.79	0.57
7	100	9.4	12.07	12.49	0.003829	3.14	44	42.97	0.63
7	300	9.4	13.28	13.74	0.003622	3.95	133.58	98.83	0.65
7	600	9.4	14.49	14.85	0.002314	3.8	260.39	110.67	0.54
6	10	7.7	8.42	8.55	0.005777	1.59	6.29	9.44	0.62
6	50	7.7	9.19	9.68	0.009297	3.25	17.37	17.66	0.88
6	100	7.7	9.78	10.52	0.009116	4.09	28.29	18.86	0.93
6	300	7.7	11.22	12.06	0.006433	4.93	86.59	47.26	0.85
6	600	7.7	12.25	13.46	0.006946	6.11	139.39	54.52	0.92
5	10	7.4	7.71	7.77	0.007034	1.08	9.29	30.61	0.62
5	50	7.4	8.41	8.54	0.003299	1.59	31.48	39.02	0.51
5	100	7.4	9.11	9.26	0.002022	1.78	59.1	40.42	0.44
5	300	7.4	10.65	10.96	0.001801	2.59	129.22	51.49	0.46

Sección	Q (m ³ /s)	Cota del lecho(m)	Cota de la lámina (m)	Cota de energía (m)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Área (m ²)	Ancho (m)	Nº de Froude
5	600	7.4	11.67	12.3	0.002587	3.74	185.51	58.71	0.58
4	10	5.3	5.91	6.1	0.00988	1.89	5.29	9.23	0.8
4	50	5.3	6.9	7.44	0.009906	3.26	15.35	11.2	0.89
4	100	5.3	7.75	8.48	0.00828	3.84	28.13	24.48	0.85
4	300	5.3	9.32	10.28	0.006327	4.9	81.04	42.82	0.82
4	600	5.3	10.72	11.59	0.004652	5.22	182.56	87.28	0.74
3	10	3.8	4.46	4.63	0.008502	1.82	5.5	8.66	0.73
3	50	3.8	5.52	5.94	0.008501	2.88	17.34	12.72	0.79
3	100	3.8	6.07	6.9	0.011788	4.07	25.48	28.7	0.95
3	300	3.8	7.14	8.75	0.014519	6.13	60.3	35.84	1.14
3	600	3.8	8.3	10.32	0.012887	7.2	106.12	43.48	1.14

8. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO HIDRÁULICO

A la vista de los resultados presentados en este informe previo realizado con un modelo unidimensional Hec Ras, que se deberá contrastar con modelos bidimensionales, se puede indicar que:

- ❖ El cauce de aguas bajas de ancho 8m es suficiente para conducir un caudal del orden de 10 m³/s.
- ❖ Toda la sección permite desaguar un caudal máximo del orden de 600 m³/s.
- ❖ El cauce intermedio permite un caudal en el entorno de 80 m³/s que es el orden de magnitud del desagüe de fondo al nivel de la cota del nivel máximo normal de explotación.

En todo caso este modelo corresponde a un análisis hidráulico inicial que como se ha dicho anteriormente deberá ser contrastado con un modelo más exacto, preferiblemente bidimensional que permita evaluar aspectos más localizados como variaciones en la sección y áreas ineficaces (espacios laterales en los cuales se acondicionen otros equipamientos como áreas recreativas, etc.).

ANEXO 2

Valoración hidrológica de una estrategia para el río Guadalmedina aguas arriba de la presa del Limonero

VALORACIÓN HIDROLÓGICA DE UNA ESTRATEGIA PARA EL RÍO GUADALMEDINA



ENERO DE 2012



ÍNDICE

1. OBJETIVO.....	2
2. METODOLOGÍA Y DATOS INICIALES	2
2.1.1. Estimación de la lluvia neta	4
2.1.2. Obtención del hidrograma de escorrentía superficial.....	5
2.1.3. Tiempo de concentración y tiempo de retardo.....	9
2.1.4. Embalses	10
2.1.5. Parámetros de modelación	11
3. SITUACIÓN ACTUAL CON VARIACIÓN DE LA COTA DE EXPLOTACIÓN.....	12
3.1. RESUMEN SITUACIÓN ACTUAL	19
4. RESTAURACIÓN HIDROFORESTAL	21
4.1. RESUMEN RESTAURACIÓN HIDROFORESTAL	27
5. BAJADA DEL UMBRAL DEL ALIVIADERO DE LA COTA DEL LIMONERO A LA COTA 87 (M) TRAS 25 DE AÑOS DE RESTAURACIÓN HIDROFORESTAL.....	28

1. OBJETIVO

El objetivo de este estudio es:

- Una cuantificación inicial de la disminución del caudal máximo vertido por el aliviadero de la presa del limonero si se disminuye la cota de explotación del embalse, a través de un modelo reducido con el programa hec-hms con la situación actual existente,
- Si se llevase a cabo una restauración hidroforestal en la zona.
- Si se gestiona una explotación coordinada limonero-agujero con rebaje de cota de coronación de la primera

2. METODOLOGÍA Y DATOS INICIALES

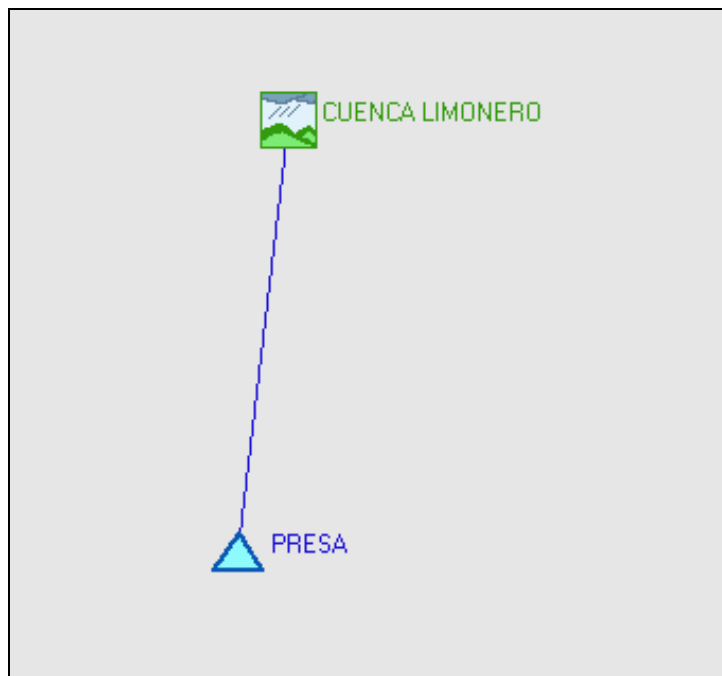
El modelo matemático utilizado para llevar a cabo la cuantificación de la disminución de caudal es el ampliamente conocido HEC-HMS, modelo de evento o suceso, que simula la acción de una determinada tormenta por métodos hidrológicos, es decir, un modelo precipitación – escorrentía, tratándose en este caso de un modelo simple. Está diseñado para simular la respuesta a una fuerte precipitación en una cuenca mediante la combinación de mecanismos hidráulicos e hidrológicos interconectados.

Cada uno de estos mecanismos, referido al proceso precipitación - escorrentía en una parte de la cuenca, constituye uno de los componentes del programa. Cada componente requiere la definición de un conjunto de parámetros que especifiquen sus características particulares, así como las relaciones matemáticas de los procesos físicos que tienen lugar.

El resultado del proceso de modelación es la determinación de los hidrogramas en los puntos de control deseados, en este caso en la presa.

La cuenca completa se simula de forma que el proceso hidrológico que tiene lugar pueda representarse mediante varios parámetros y unos condicionantes medios, tanto desde el punto de vista espacial como temporal.

En este caso se trata de un modelo reducido que consta de una cuenca y un embalse:



Los procesos que tiene en cuenta el programa se refieren fundamentalmente a:

- ❖ Generación de escorrentía. Se hace necesario definir el hietograma de la tormenta de cálculo, que es el dato de entrada básico para la determinación de la escorrentía de la cuenca. La escorrentía se obtiene por la diferencia entre el volumen total precipitado en cada intervalo de tiempo, el efecto infiltración, la retención y la interceptación. Esta escorrentía unitaria se convierte en el hidrograma de la subcuenca a partir de la aplicación de las técnicas del hidrograma unitario.
- ❖ Propagación en los cauces. Los efectos de la propagación de la avenida a lo largo del cauce se calculan con diversos métodos. En este caso al tratarse de un modelo sencillo no existen tránsitos.

- ❖ Operaciones especiales. Además de los procesos normales de generación de la escorrentía y propagación de ésta a lo largo de los cauces, estos modelos pueden simular el funcionamiento de la infraestructura, incluyendo embalses de laminación, canales de desviación, trasvases, etc.

A continuación se describe brevemente la formulación utilizada para describir cada uno de los procesos hidrológicos simulados: precipitación neta, escorrentía superficial y embalses. En cada proceso el modelo HEC-HMS presenta distintas opciones de cálculo, seleccionándose aquellas que se utilizan habitualmente para las condiciones de nuestra geografía.

2.1.1. Estimación de la lluvia neta

La obtención de la lluvia neta requiere descontar de la lluvia total, aquella parte que queda interceptada por la vegetación, almacenada en charcos o infiltra hacia el acuífero y por tanto no forma parte del hidrograma de crecida.

El método utilizado es el propuesto por el Soil Conservation Service (SCS) basado en el concepto ampliamente extendido de “número de curva”. Este método propone las siguientes leyes de escorrentía:

$$\sum E = 0 \quad \text{si } \sum P \leq P_o \quad (1)$$

$$\sum E = \frac{(\sum P - P_o)^2}{\sum P + 4P_o} \quad \text{si } \sum P > P_o \quad (2)$$

siendo:

$\sum P$ = lluvia acumulada desde el comienzo del aguacero hasta el instante considerado.

$\sum E$ = lluvia neta provocada por $\sum P$.

P_o = parámetro o umbral de escorrentía.

El parámetro P_o (mm) se puede determinar en función del contraste entre los volúmenes de precipitación neta observados y calculados.

Dicho parámetro se relaciona directamente con el concepto de número de curva (CN) del *Soil Conservación Service* según la expresión:

$$CN = \frac{1.000}{10 + 0,2 P_o} \quad (3)$$

La lluvia de cálculo considerada ha sido una lluvia de 322 mm, con una duración de 6 horas y caída de manera uniforme.

2.1.2. *Obtención del hidrograma de escorrentía superficial*

Una vez obtenido el histograma neto en cada subcuenca, se realiza el cálculo de los caudales de escorrentía a lo largo del tiempo, es decir, su hidrograma de salida. La escorrentía se obtiene con el método del hidrograma unitario, propuesto por Sherman (1932), método ampliamente utilizado y basado en la hipótesis de que el sistema lluvia neta-escorrentía directa es un sistema lineal invariante con el tiempo. Se define el hidrograma unitario como aquel provocado por una lluvia de duración e intensidad dadas, uniforme en el espacio y en el tiempo. Obtenido éste se puede calcular el hidrograma resultante de un chubasco arbitrario del que conozcamos su histograma neto con la expresión:

$$Q = (i) = \sum_{j=1}^i U(j) X(i-j+1) \quad (4)$$

siendo:

i = intervalo de cálculo.

$U(j)$ = ordenada j del hidrograma unitario

$X(i)$ = valor medio del histograma neto en el intervalo i

$Q(i)$ = caudal resultante al final del intervalo i .

El hidrograma unitario puede estimarse directamente a partir de registros de histogramas e hidrogramas, pero es más habitual el empleo de hidrogramas sintéticos que dependen de unos pocos parámetros. Estos parámetros pueden calibrarse también con datos registrados o bien estimarse a partir de expresiones empíricas obtenidas en cuencas experimentales, en aquellos casos en que no se dispongan de suficientes datos.

Se ha seleccionado dentro de los posibles el hidrograma unitario adimensional propuesto por el Soil Conservation Service (SCS), que ha sido obtenido tras analizar un elevado número de hidrogramas unitarios de cuencas rurales de reducido tamaño y obtener unos valores medios. Un hidrograma adimensional es un hidrograma unitario en el cual tanto el caudal como el tiempo se expresan como cociente respecto al caudal punta (Q_p) y tiempo punta (T_p) respectivamente, con lo que se elimina el efecto del tamaño de la cuenca y gran parte del efecto de la forma de dicha cuenca.

El tiempo punta T_p y el caudal punta Q_p se calculan a partir de la definición del tiempo de desfase (T_{LAG}) definido como el tiempo transcurrido entre el centro de gravedad de la precipitación efectiva y el caudal punta del hidrograma. Esta última definición conduce a:

$$T_p = D/2 + T_{LAG} \quad (5)$$

La expresión definitiva del caudal punta en las unidades habituales, resulta ser:

$$Q_p = \frac{P \cdot A}{4.8 (D/2 + T_{LAG})} \quad (6)$$

donde:

Q_p = caudal punta (m^3/seg).

P = precipitación efectiva (mm).

A = área de la cuenca (km^2).

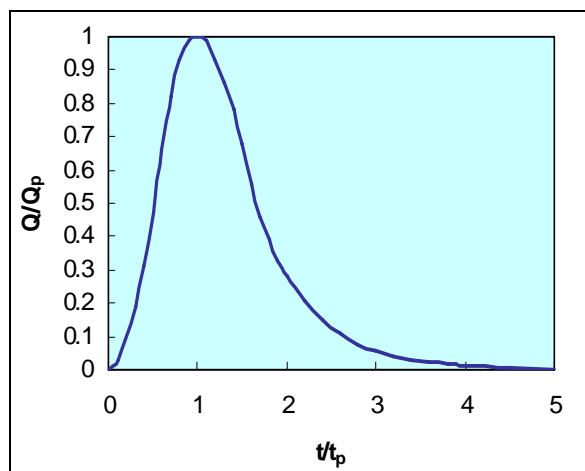
T_{LAG} = tiempo de desfase (h).

D = duración del intervalo de precipitación considerado (h).

El hidrograma unitario adimensional SCS propuesto se encuentra tabulado.

t/t_p	Q/Q_p
0,0	0,000
0,1	0,030
0,2	0,100
0,3	0,190
0,4	0,310
0,5	0,470
0,6	0,660
0,7	0,820
0,8	0,930
0,9	0,990
1,0	1,000
1,1	0,990
1,2	0,930
1,3	0,860
1,4	0,780
1,5	0,680
1,6	0,560
1,7	0,460
1,8	0,390
1,9	0,330
2,0	0,280
2,2	0,207
2,4	0,147
2,6	0,107
2,8	0,077
3,0	0,055
3,2	0,040

t/t_p	Q/Q_p
3,4	0,029
3,6	0,021
3,8	0,015
4,0	0,011
4,5	0,005
5,0	0,000



Hidrograma unitario adimensional del SCS

2.1.3. Tiempo de concentración y tiempo de retardo

Se define como tiempo de concentración el tiempo que tarda en llegar la última gota de lluvia que produce escorrentía desde el punto más alejado a la sección donde se mide el hidrograma.

Para la determinación del tiempo de concentración de la cuenca se han utilizado varias fórmulas:

$$\text{Kirpich } t_c = 0,0078 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$$

siendo: L: longitud del cauce más largo en km

S: pendiente promedio de la cuenca (m/m)

$$\text{California: } t_c = 60 \cdot \left(\frac{11,9 \cdot L^3}{H} \right)^{0,385}$$

siendo: L: longitud del cauce principal más largo en km

H: desnivel máximo de la cuenca en metros

$$\text{Témez: } t_c = 0,3 \cdot \left(\frac{L}{S^{0,25}} \right)^{0,75}$$

siendo: L: longitud del cauce principal más largo en km

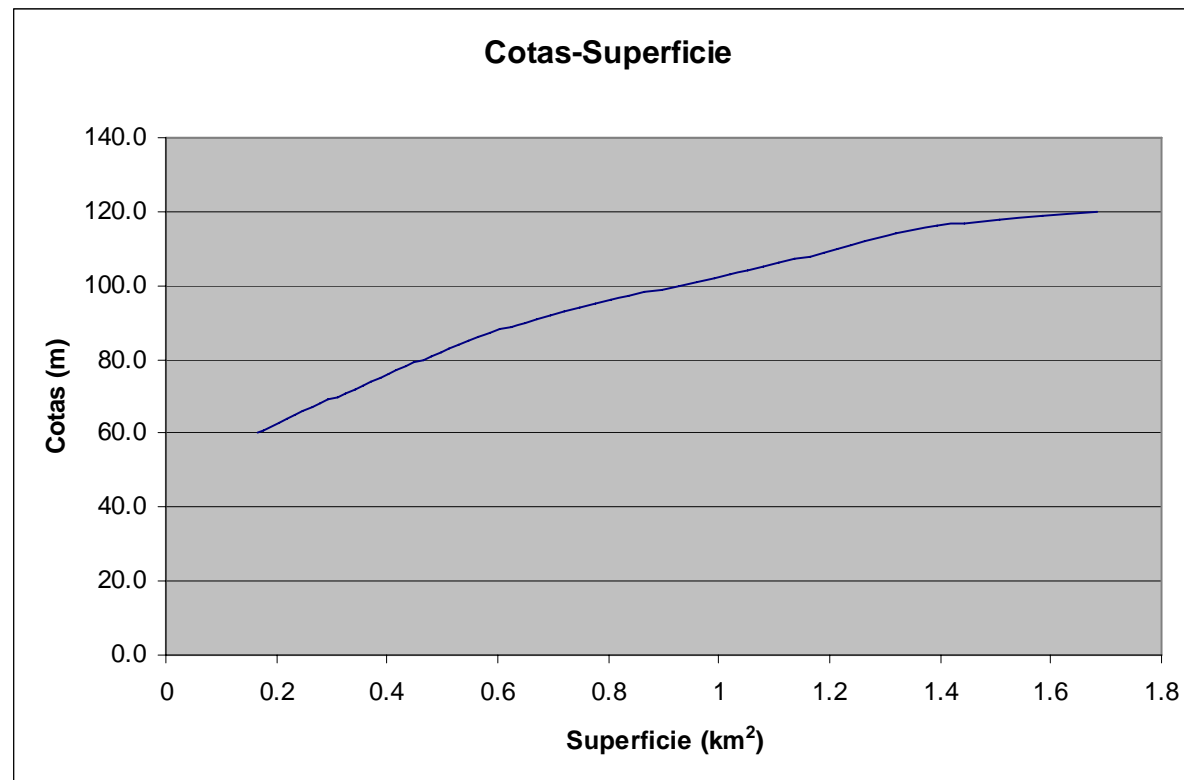
S: pendiente promedio de la cuenca

Teniendo más peso en el cálculo, el valor obtenido por la fórmula de Témez, resultando un tiempo de concentración para la situación existente de 8,7 horas

El tiempo de retardo se define como el tiempo que emplea una gota que produce escorrentía desde el centro de gravedad de la cuenca hasta el punto de control. Se acepta que el tiempo de retardo sea el 60% del tiempo de concentración anteriormente calculado, siendo en este caso 5,2 horas.

2.1.4. Embalses

Para modelizar la presa del Limonero se introduce la curva de capacidad de la misma y los datos del aliviadero (cota de vertido y anchura).



Cota aliviadero 109 m Longitud aliviadero 10 m

Al introducir la curva de capacidad hay que especificar la cota de llenado del embalse. Este valor se ha ido modificando en sucesivas simulaciones para determinar la disminución del caudal vertido.

Las cotas introducidas han sido: 104, 102, 100, 98, 96 y 94 m.

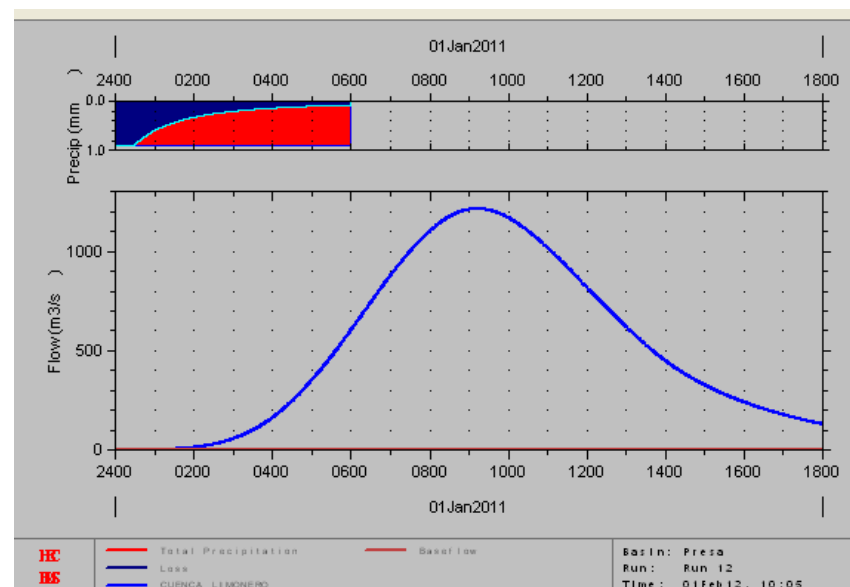
2.1.5. Parámetros de modelación

El modelo utilizado requiere como se ha comentado una serie de parámetros asociados al comportamiento de cada cuenca frente a la acción de una tormenta:

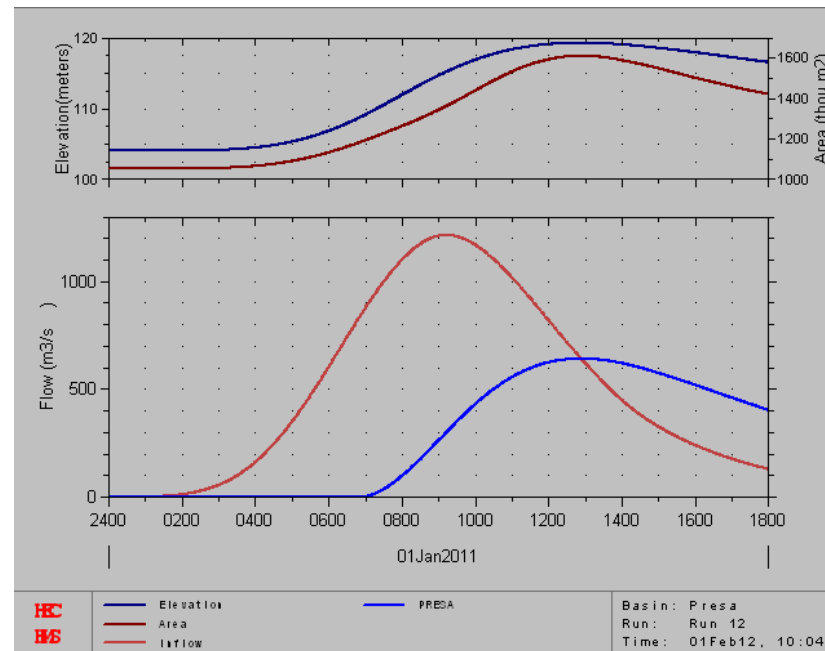
- ❖ Características morfológicas de la cuenca, en este caso sólo una:
 - Superficie (km²): 166 km²
 - Longitud máxima (m): 42,500 km
 - Cota máxima: 1360 m
 - Cota mínima: 80 m
 - Pendiente: 0.03 m/m
- ❖ Número de curva, para considerar las pérdidas por infiltración teniendo en cuenta los usos del suelo y las permeabilidades del sustrato para cada subcuenca. En este caso por las características de la zona se ha considerado en la situación actual un número aproximado de índice de curva de 67.
- ❖ Tiempo de retardo, obtenido partiendo del tiempo de concentración, resultante de la expresión: $0,6.t_c$, 5,2 horas.
- ❖ La lluvia de cálculo considerada ha sido una lluvia de 322 mm, con una duración de 6 horas y caída de manera uniforme.

3. SITUACIÓN ACTUAL CON VARIACIÓN DE LA COTA DE EXPLOTACIÓN

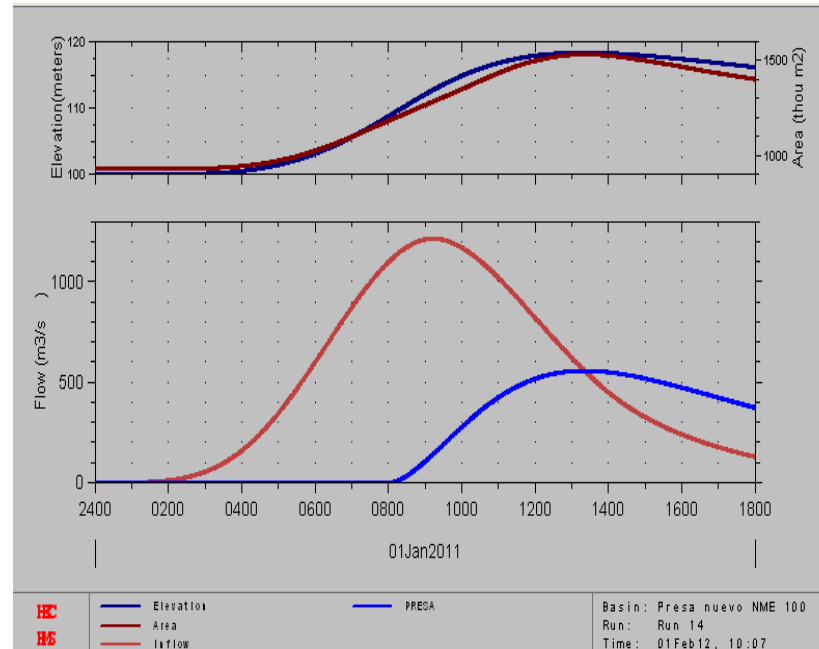
En la situación actual, (no se evalúa la minoración adicional de caudal de vertido por apertura de compuertas de los desagües de fondo del Limonero), considerándose para la cuenca un NC de 67 y un tiempo de retardo de 5,2 horas, el caudal generado por la cuenca alcanza un valor de 1213,8 m³/s:



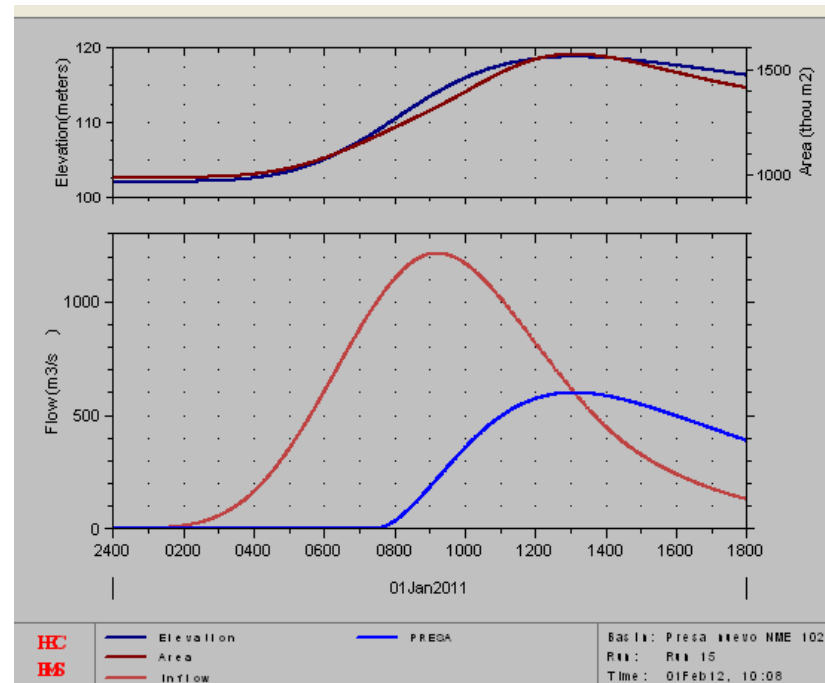
Para ese caudal entrante en el embalse y una cota de embalse de 104 m, el caudal vertido es de 640,59 m³/s:



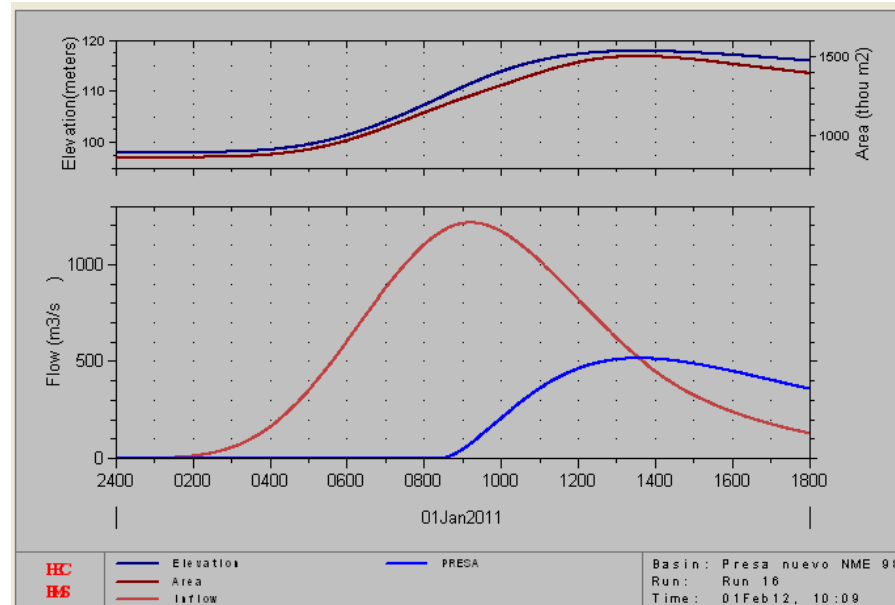
En el caso de que la cota de embalse fuese 102 m, el caudal vertido sería de 598,47 m³/s:



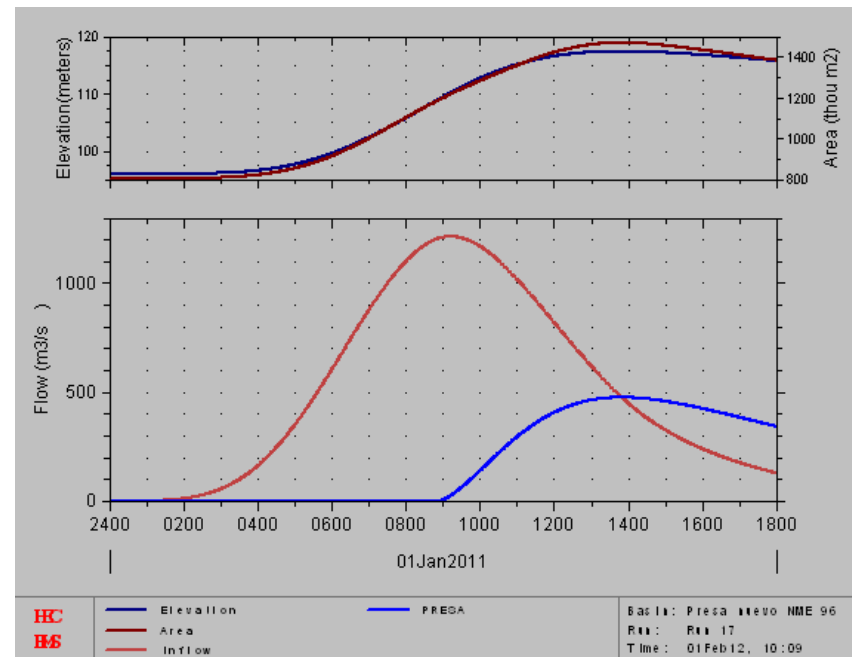
Con el mismo caudal entrante en el embalse y una cota de embalse 100 m, el caudal vertido es de 556,17 m³/s:



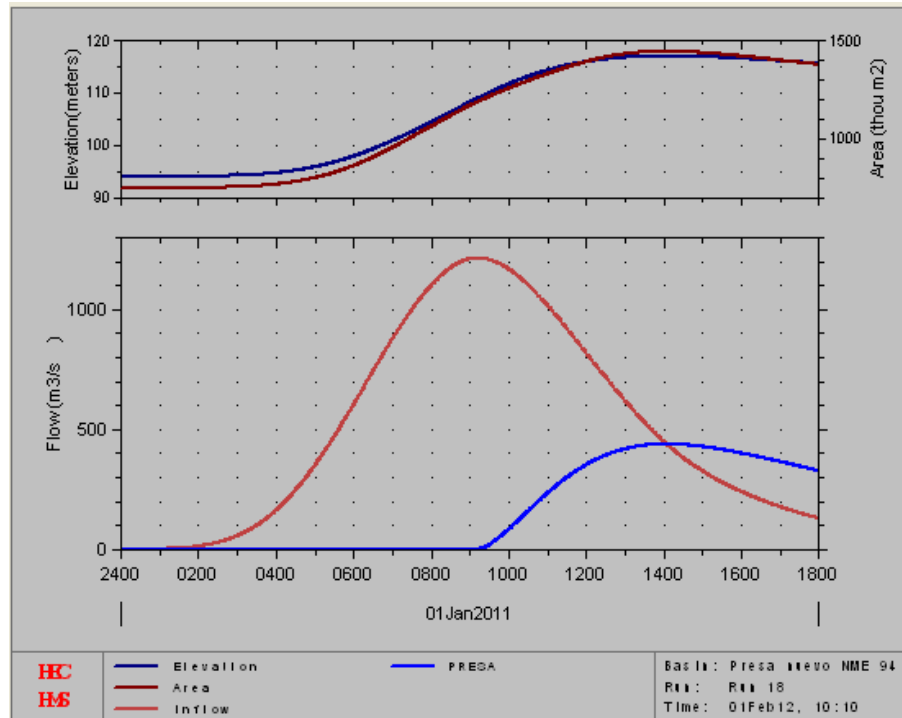
Con una cota de embalse 98 m, el caudal vertido es de 515,25 m³/s:



Si la cota de embalse fuese de 96 m, el caudal vertido sería de 475,35 m³/s:



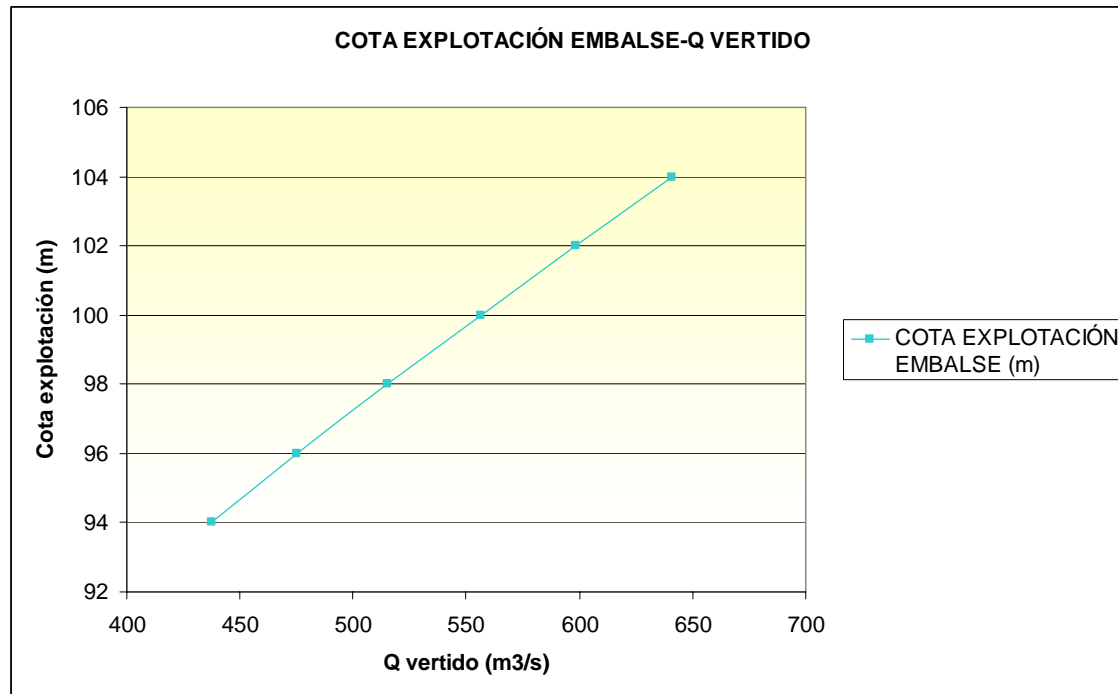
Y por último con una cota de embalse 94 m, el caudal vertido es de 437,88 m³/s:



3.1. RESUMEN SITUACIÓN ACTUAL

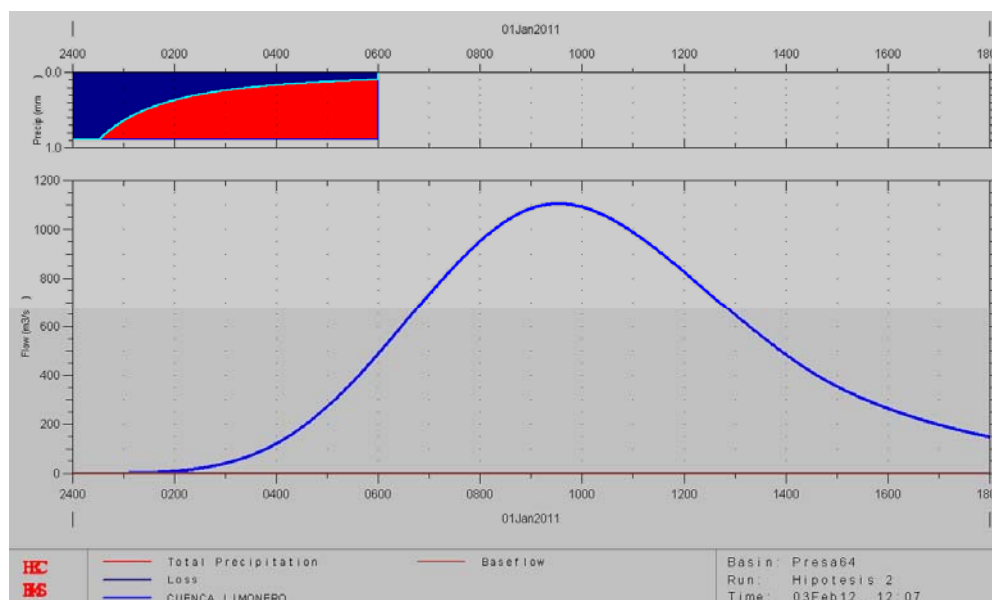
COTA EXPLOTACIÓN EMBALSE (m)	Q entrada (m ³ /s)	Q vertido (m ³ /s)	V embalse (Hm ³)	% Reducción Q
104	1213.8	640.59	24.8	0
102	1213.8	598.47	22.7	6.6
100	1213.8	556.17	20.8	13.2
98	1213.8	515.25	19	19.6
96	1213.8	475.35	17.3	25.8
94	1213.8	437.88	15.761	31.6

Nota: Los Caudales vertidos serían menores si se considerase el efecto de la apertura de los desagües de fondo, previa al desagüe por el aliviadero

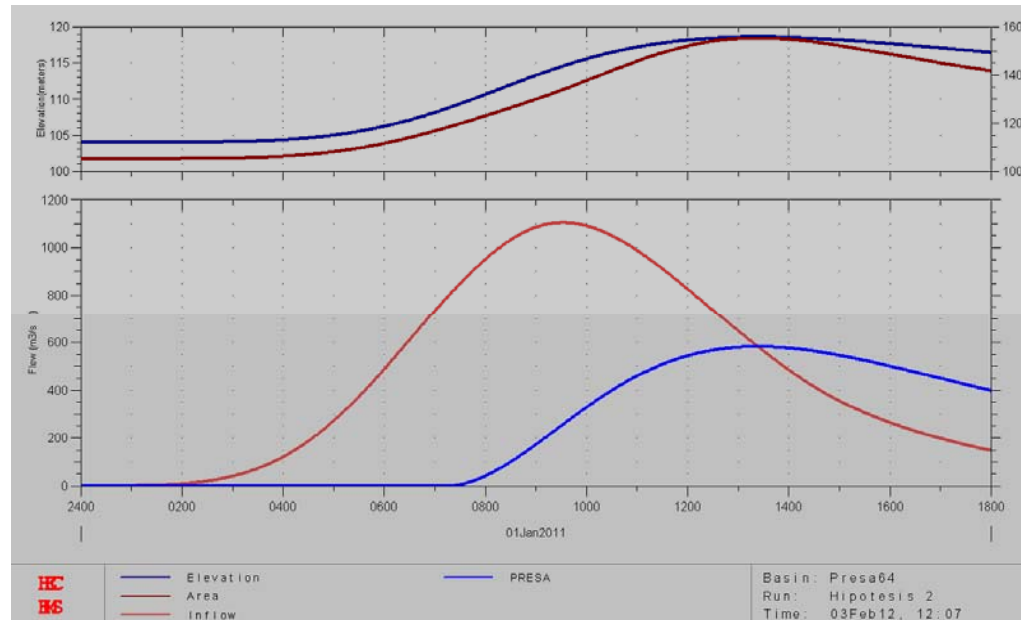


4. RESTAURACIÓN HIDROFORESTAL

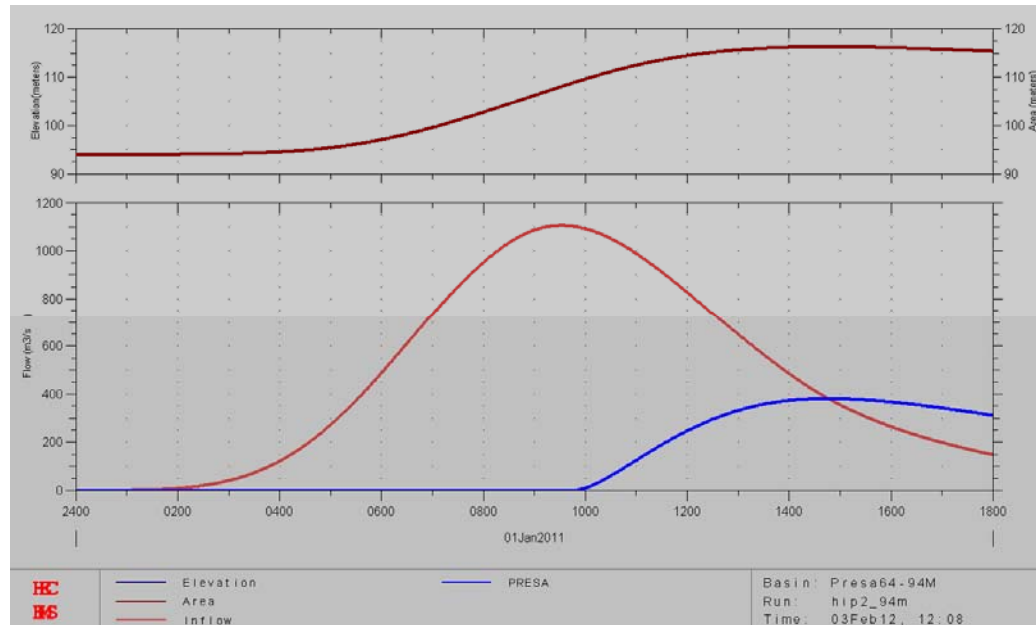
Considerando una restauración hidroforestal en la zona, transcurridos 5 años se tendría un valor de NC aproximado de 64 y un tiempo de retardo de 5,5 horas. El caudal de la cuenca en esta situación sería de 1104, 1 m³/s:



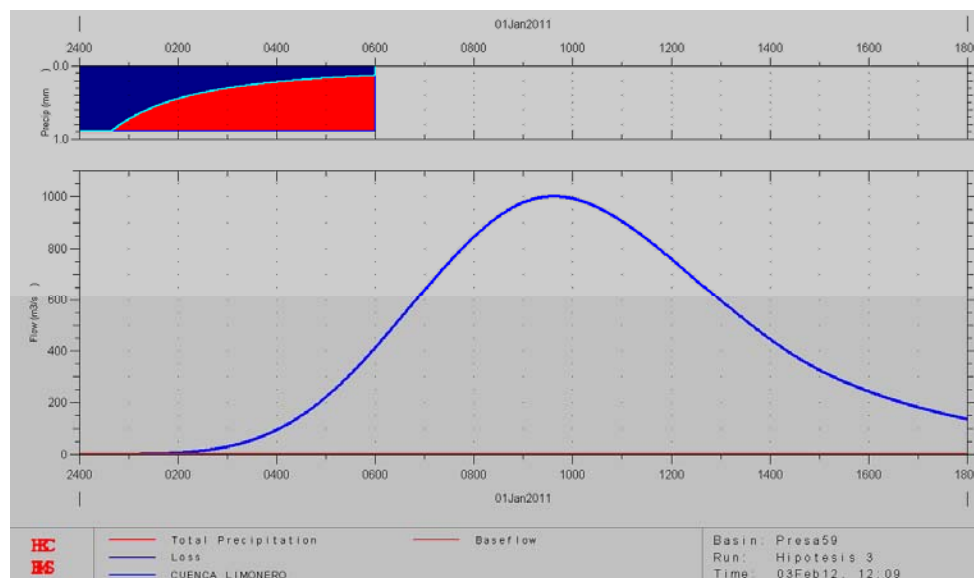
El caudal vertido por la presa del Limonero para la cota de explotación de 104 m sería de 581,1 m³/s:



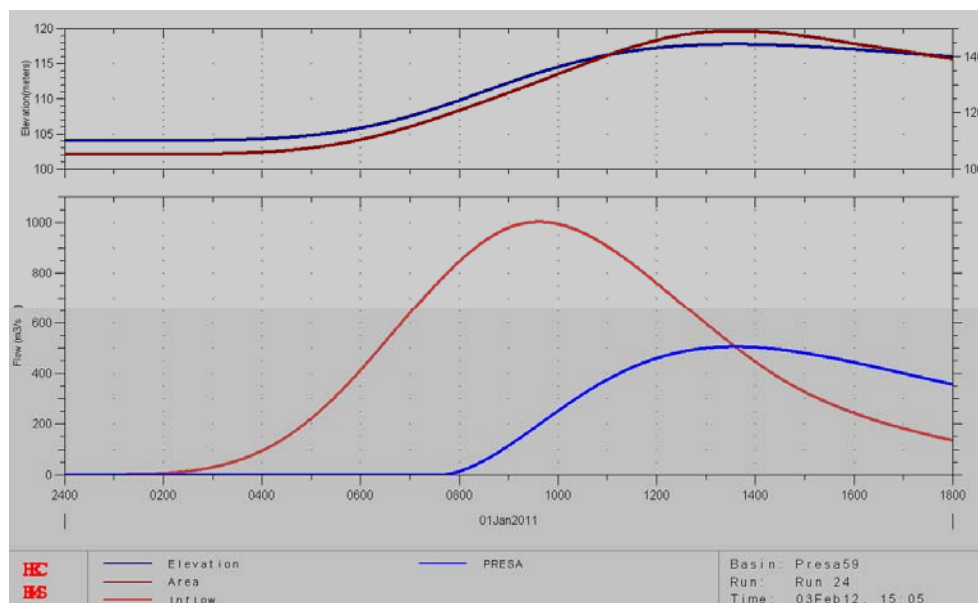
Y el caudal vertido en esa situación para cota de explotación de 94 m sería de 379,81 m³/s:



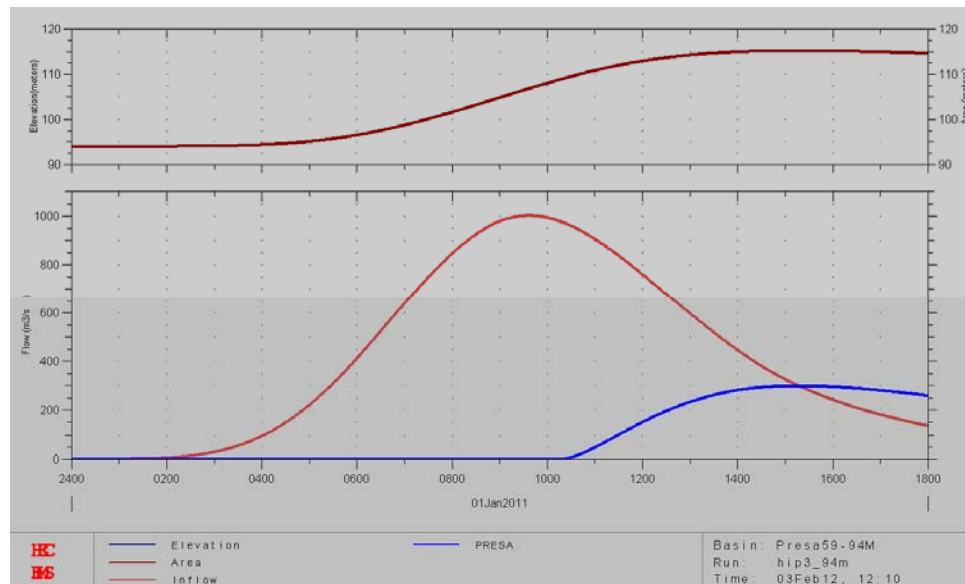
Si transcurriesen 25 años el NC de la cuenca podría pasar a 59 siendo el caudal generado pasaría a ser 1000,6 m³/s:



El caudal vertido en esa situación para la cota de explotación del embalse de 104 m es de 504,9 m³/s:



Y el caudal vertido en esa situación para la cota de explotación de 94 m sería de 299,31 m³/s:



4.1. RESUMEN RESTAURACIÓN HIDROFORESTAL

COTA EXPLOTACIÓN 104 m

HIPÓTESIS	DESCRIPCIÓN	Q cuenca (m ³ /s)	Q vertido (m ³ /s)	Vol entrada (x1000m ³)	Vol salida (x1000m ³)
1 (ACTUAL)	Tc 5.2 h NC 67	1213.8	640.6	33251	17932
2 (RESTAURACIÓN 5 AÑOS)	Tc 5.5 h NC 64	1104.1	581.1	31009	15779
3 (RESTAURACIÓN 25 AÑOS)	Tc 5.5 h NC 59	1000.6	504.9	27845	13361

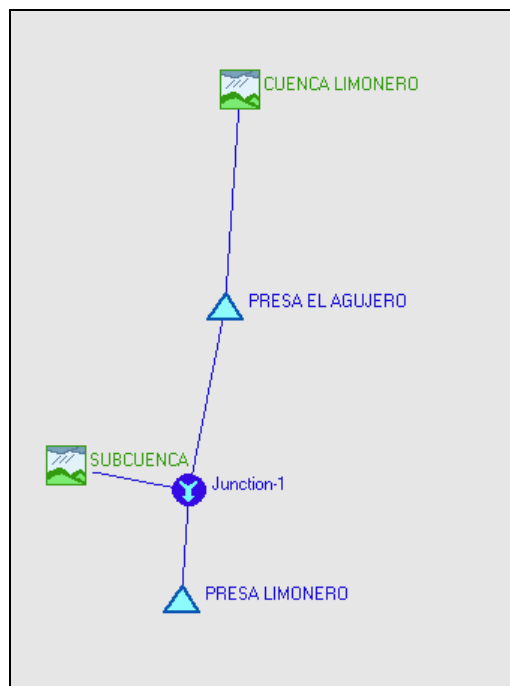
COTA EXPLOTACIÓN 94 m

HIPÓTESIS	DESCRIPCIÓN	Q cuenca (m ³ /s)	Q vertido (m ³ /s)	Vol entrada (x1000m ³)	Vol salida (x1000m ³)
1 (ACTUAL)	Tc 5.2 h NC 67	1213.8	437.88	33251	10331
2 (RESTAURACIÓN 5 AÑOS)	Tc 5.5 h NC 64	1104.1	379.81	31009	8369
3 (RESTAURACIÓN 25 AÑOS)	Tc 5.5 h NC 59	1000.6	299.31	27845	6174.3

5. BAJADA DEL UMBRAL DEL ALIVIADERO DE LA COTA DEL LIMONERO A LA COTA 87 (M) TRAS 25 DE AÑOS DE RESTAURACIÓN HIDROFORESTAL

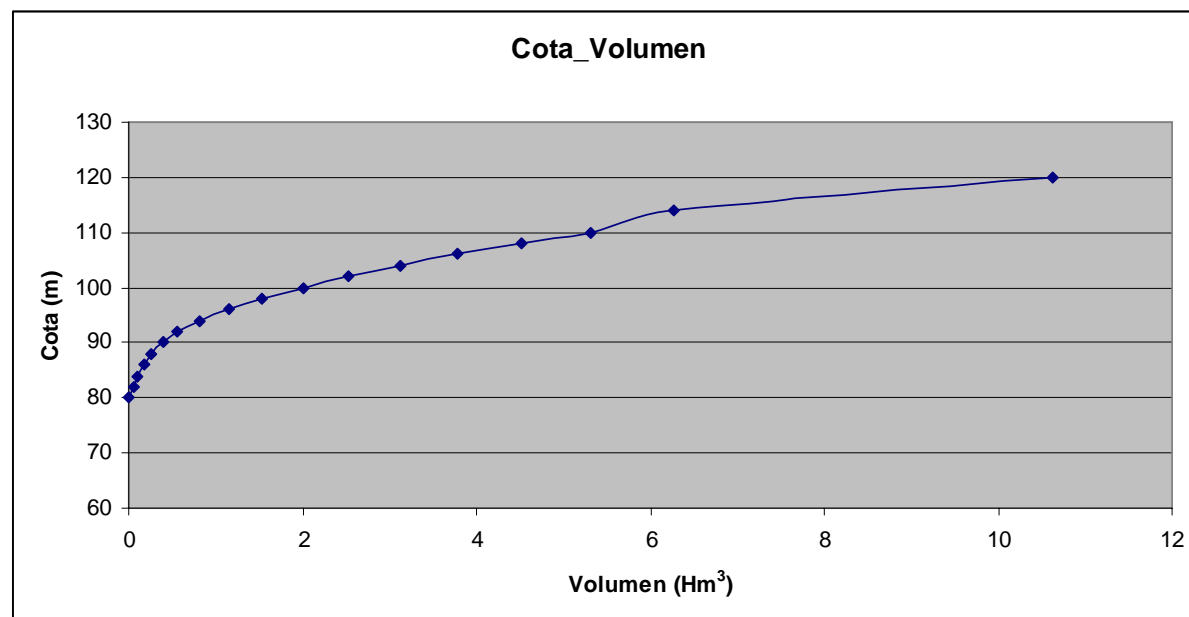
En esta última hipótesis se ha tenido en cuenta la existencia de la presa del Agujero, situada a 2,5 km aguas arriba de la presa del Limonero y se ha considerado la situación de restauración hidroforestal tras 25 años, que como se comenta en el apartado anterior supondría un número de curva de 59. Ha sido necesario introducir una pequeña subcuenca en el modelo de 3 km², que se correspondería con la cuenca comprendida entre ambas presas. El número de curva utilizado ha sido el mismo que la cuenca principal, 59, y un tiempo de retardo de 0,7 h. La cuenca principal ha visto reducida su superficie debido a la subdivisión realizada, pasando a tener 163 km² y el tiempo de retardo de 5,5 h y número de curva de 59, correspondientes a la restauración tras 25 años.

A continuación se muestra el esquema de cuencas actualizado:



Se supone situada una compuerta en el desagüe de fondo del Agujero. Esta hipótesis permitiría pensar en un aprovechamiento energético del desnivel entre ambas láminas de agua en incluso dotarla de un dispositivo reversible.

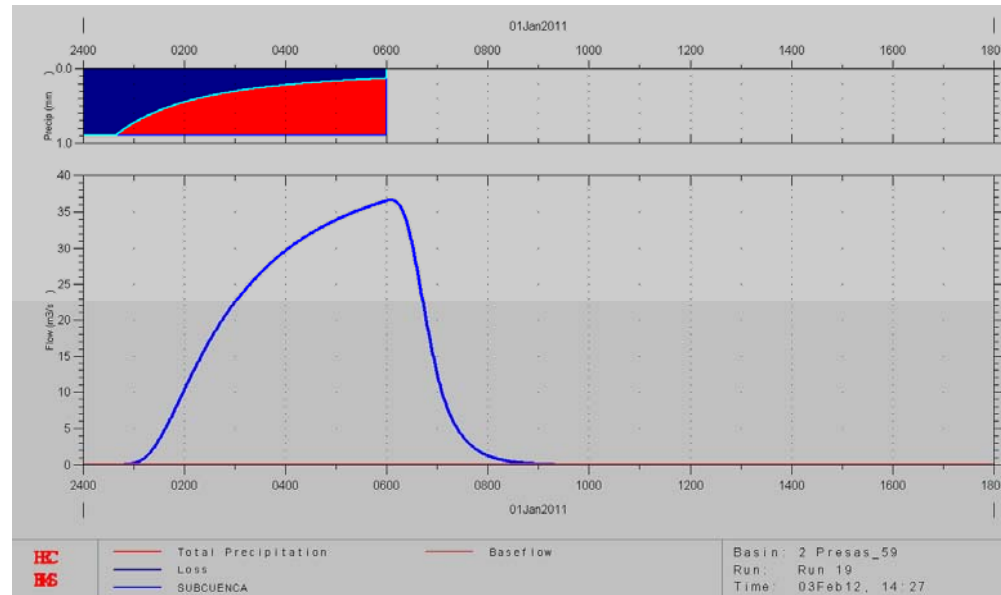
Los datos introducidos de la presa del Agujero son: cota de llenado de 84 m, cota de vertedero de 110 m, longitud de 40 m y curva de capacidad:



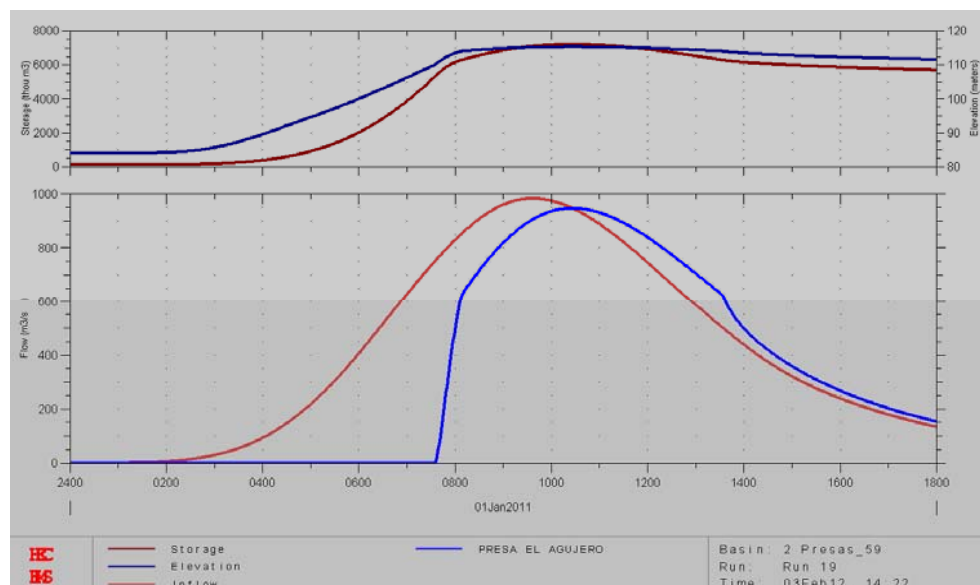
En el caso de la presa del Limonero se ha bajado el umbral del aliviadero de la cota 109 a la cota 87 y se ha considerado una cota de explotación de 80 m.

El caudal generado por la cuenca principal que vierte a la presa del Agujero es de 982,55 m³/s:

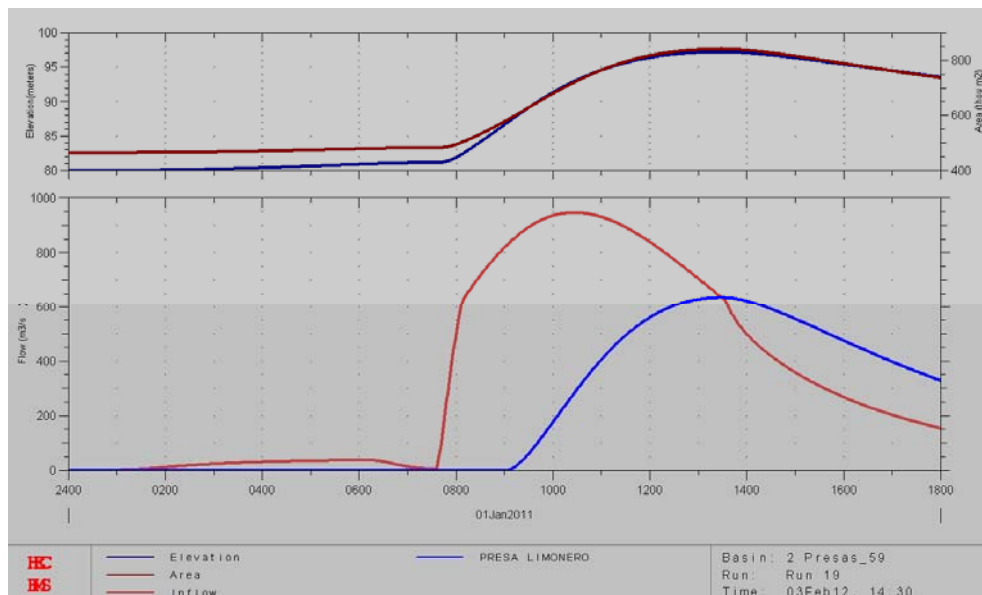
La subcuenca entre ambas presas genera un caudal de 36,61 m³/s:



Teniendo en cuenta estas modificaciones, en el hidrograma resultante en la presa del Agujero se aprecia la escasa laminación producida:



En el hidrograma de la presa del Limonero la laminación producida es mayor, de 945,87 m³/s a 643,88 m³/s:



La tabla siguiente resume estos resultados:

	DESCRIPCIÓN	COTA NIVEL EMBALSE (m)	COTA VERTIDO (m)	Q entrante (m³/s)	Q vertido (m³/s)
PRESA EL AGUJERO	Tc 5,5 h NC 59	84	110	982,55	945,87
PRESA DEL LIMONERO	Tc 5,5 h NC 59	80	87	945,87	634,88

ANEXO 3

Corrección hidroforestal en la cuenca del río Guadalmedina

CORRECCIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL EN LA CUENCA DEL RIO GUADALMEDINA

"Si contemplas el valle frondoso y surcado por mansas corrientes, eleva la vista y hallarás el monte cubierto de árboles"

(Palabras que figuran al pie de un busto erigido en honor al ingeniero de montes D. Ricardo Codorníu Stárico (1846-1923), en reconocimiento a su trabajo de restauración de Sierra Espuña, Murcia, y ubicado en el corazón de la misma).

ANTECEDENTES

No existen dudas sobre la causa última del comportamiento actual del río Guadalmedina. De las crónicas históricas deducimos que antes de la reconquista el agua del Guadalmedina circulaba limpia y permanente a su paso por la ciudad de Málaga. No se conocían entonces inundaciones ni sequías, y la ciudad convivía gratamente con el río del que se surtía de agua potable, alimentos, paisaje, ... Su cuenca vertiente, de unas 18.000 hectáreas estaba cubierta de vegetación potente, encinares, que protegía sus suelos y regulaba sus aguas entregándolas a los cursos drenantes de forma lenta y continua.

En el siglo XVI, con la Reconquista, y tras la incorporación de Málaga a la Corona de Castilla, comienza un proceso de deforestación de la cuenca. El encinar, bosque maduro mediterráneo de gran complejidad y extraordinario valor, dominante hasta entonces, es desmontado para el cultivo. Desprovisto el suelo de su más eficaz protección, especialmente importante cuando la topografía es abrupta, se inicia un proceso de erosión que, catalizado por las precipitaciones torrenciales características del clima Mediterráneo, ha continuado hasta nuestros días.

Se desorganiza entonces el sistema hidrológico comenzando un largo periodo de caudales irregulares, desbordamientos y sequías. El Guadalmedina va tomando un comportamiento torrencial con periodos secos a los que siguen crecidas súbitas y violentas, cargadas de sedimentos arrancados aguas arriba que terminan depositándose en las calles de la ciudad.

El encinar va transformándose en cultivo, especialmente viña y olivo, y con ello el complejo sistema suelo-agua-vegetación que la naturaleza ha tardado miles de años en construir es destruido rápida e irreversiblemente. Paralelamente la frecuencia de inundaciones es cada vez mayor y sus efectos en pérdidas de vidas y bienes cada vez más destructivos.

Pasados cuatro siglos, a finales del siglo XIX, y con la llegada de la filoxera el, hasta entonces esplendoroso, cultivo de la uva finaliza y las viñas son sustituidas por almendros capaces de vivir en los deteriorados suelos que han perdido sus capas más fértiles por el continuo lavado de las gotas de lluvia. En muchas ubicaciones aflora la roca madre incapaz de ser colonizada por vegetación alguna.

En el año 1930 el ingeniero de montes José Martínez Falero comienza la ejecución del Proyecto de Corrección de la Cuenca del Guadalmedina, redactado por el también ingeniero de montes Miguel Bermejo Durán en el año 1919 y aprobado en 1927. Tras las expropiación del terreno, que pasan a ser de propiedad pública y declarado de Utilidad Pública, los trabajos se inician prolongándose hasta la década de los 50. Se repoblaron 4.800 ha de la margen izquierda del río (un 25% de la cuenca) de las 12.800 previstas inicialmente. Las repoblaciones se realizan con pino carrasco (*Pinus halepensis*) por ser una especie colonizadora, capaz de progresar en suelos deteriorados y desprovistos de cobertura vegetal alguna. Además se construyeron 30 diques y 417 albarradas para la recogida de acarreos y consolidación de laderas.

En 1940 finaliza la redacción del Plan Nacional de Repoblación Forestal previsto para 100 años dentro del cual quedan enmarcadas las repoblaciones del Guadalmedina. Simultáneamente se crea un organismo específico para la ejecución del Plan, el denominado Patrimonio Forestal del Estado, que se hace cargo a partir de entonces de los trabajos.

En 1989 se crea el Parque Natural Montes de Málaga, ciñéndose su perímetro a los pinares de carrasco resultado de las repoblaciones iniciadas en 1930, prueba indiscutible del valor que la sociedad atribuye a este espacio natural. En este mismo año la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía aprueba el Plan Forestal Andaluz, instrumento de planificación forestal a medio y largo plazo que incluye entre sus objetivos principales la lucha contra la erosión y la restauración de los espacios degradados.

Un año después, la Administración vuelve a considerar prioritarias las actuaciones en la cuenca declarando zona protectora de interés forestal y de repoblación obligatoria la cuenca del Guadalmedina y del Campanillas mediante el Decreto 119/1990 de 17 de abril(Boja 39 de 15 de mayo de 1990), e inicia la redacción de un proyecto de actuaciones para la defensa de la ciudad: Proyecto de defensa hidrológico-forestal de la ciudad de Málaga frente a las avenidas, cuya financiación estaba prevista con fondos europeos, nunca llega a ejecutarse.

Después de los trabajos hidrológico-forestales realizados desde el año 1930 hasta la década de los 50 no se acometen más y nunca se ejecutan las repoblaciones en las 8.000 ha restantes previstas inicialmente. Al respecto, únicamente conocemos que en 2002 el Ayuntamiento de la ciudad expropia unas 400 hectáreas de la margen derecha, que fueron reforestadas en colaboración con el Ministerio de Medio Ambiente.

Los efectos beneficiosos de los trabajos realizados en el siglo pasado fueron palpables a los 15 años del comienzo, disminuyendo de forma importante el volumen de acarreos y los caudales punta aportados a los cauces naturales y mejorando la eficacia de las obras hidráulicas acometidas para la laminación y encauzamiento frente a las avenidas.

PROPUESTAS

Se debe ejecutar un gran proyecto de corrección hidrológico-forestal que abarque toda la cuenca del río Guadalmedina, tanto aguas arriba del embalse del Limonero, como aguas abajo, con base legal y técnica en los citados Decreto 119/1990 de 17 de abril, Plan Forestal Andaluz y Proyecto de defensa hidrológico-forestal de la ciudad de Málaga frente a las avenidas.

Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos clave para llevar a cabo las actuaciones con éxito:

- ▶ Disponibilidad del terreno. Se deben acometer expropiaciones de terreno privado o encontrar alguna fórmula de colaboración con los propietarios de los terrenos afectados.
- ▶ Disponibilidad presupuestaria. Coste elevado de las actuaciones que se debe mantener constante en el tiempo.
- ▶ Voluntad política. Se deben establecer pactos políticos permanentes en el tiempo.
- ▶ Duración de los trabajos. Las actuaciones de establecimiento se prolongarían hasta el año 2080 y las de mantenimiento y mejora se prolongarían más allá de 2100.

De forma general la propuesta de actuación sería la repoblación forestal de aproximadamente 8.220 ha, que se unirían a las casi 5.000 ha ya repobladas, lo que supondría una superficie forestal arbolada de 13.220 ha (en torno al 75% de la superficie de la cuenca). El ritmo de repoblación sería de unas 125 ha/año, lo que es perfectamente asumible tanto técnica como económicamente.

Las repoblaciones comenzarían en las cabeceras de las cuencas caracterizadas por fuertes pendientes en donde el agua fluye con gran velocidad y poder erosivo, para posteriormente progresar hacia los piedemontes. La excepción es empezar las repoblaciones en la subcuenca aguas abajo del embalse del Limonero, pues esta superficie está fuera de la acción de retención y laminación de las avenidas que hace el embalse: su proximidad al núcleo urbano puede suponer un gran aporte de materiales sólidos a los encauzamientos urbanos poniendo en compromiso su capacidad hidráulica de desagüe.

Estas actuaciones se acompañarían con la construcción de obras de hidrotecnia en los tramos medios y bajos de los cauces, básicamente diques y albarradas que posibilitan unos caudales libres de materiales sólidos.

Los objetivos fundamentales de las actuaciones propuestas son la fijación y conservación del suelo mejorando la laminación de las avenidas, el control de la erosión y disminución drástica de los acarreos (materiales sólidos desplazados) y el aumento de la infiltración de estos suelos lo que supone una bajada en los caudales punta de avenida.

Las principales ventajas de las actuaciones son la seguridad y defensa frente a avenidas, la mejora del espacio natural colindante a la ciudad (posibilidades recreativas, deportivas, etc.) y la innegable oportunidad para la creación de empleo especializado y permanente en el tiempo.

Las fases para acometer las actuaciones serían:

FASE 0: periodo 2012-2014

Revisión y redacción del proyecto de corrección hidrológico-forestal de la cuenca del río Guadalmedina.

FASE I: periodo 2015-2020

I.A)Cuenca aguas abajo del embalse del Limonero: repoblación forestal de 625 ha con especies colonizadoras. Pinar de carrasco (*Pinus halepensis*). Densidad de plantación de 1.000-1.200 pies/ha. Construcción de diques y albarradas.

I.B)Creación de parque periurbano de Málaga: de forma general masa mixta de coníferas (pinos, cedros, etc.) y frondosas (encinas, algarrobos, etc.) con densidades máximas de 600 pies/ha. En zonas de vaguada más húmedas se pueden plantar madroños, acebuches, cornicabras, etc. y en las zonas adyacentes a la ciudad se pueden utilizar palmitos y palmeras, araucarias, cedros, etc. Creación de caminos de servicio para el

mantenimiento, senderos, zonas estanciales y deportivas. Dotación de mobiliario urbano (bancos, mesas, papeleras, etc.).

FASE II: periodo 2021-2040

Repoblación forestal de 2.675 ha con especies colonizadoras. Pinar de carrasco (*Pinus halepensis*). Densidad de plantación de 1.200-1.500 pies/ha.

FASE III: periodo 2041-2080

Repoblación forestal de 4.920 ha con especies colonizadoras. Pinar de carrasco (*Pinus halepensis*). Densidad de plantación de 1.000-1.200 pies/ha.

FASE IV: desde el comienzo de las actuaciones prolongándose más allá del año 2100

Mantenimiento y conservación de los pinares establecidos atendiendo a su protección frente a incendios y plagas, a su regeneración natural y a su diversificación estructural y específica, mediante una silvicultura adecuada.

Naturalización de las masas reduciendo paulatinamente las densidades de pino. La apertura de las masas permitirá la regeneración natural de frondosas y del estrato arbustivo, lo que supondrá un avance hacia comunidades más evolucionadas: masas mixtas pinar-encinar y encinares.

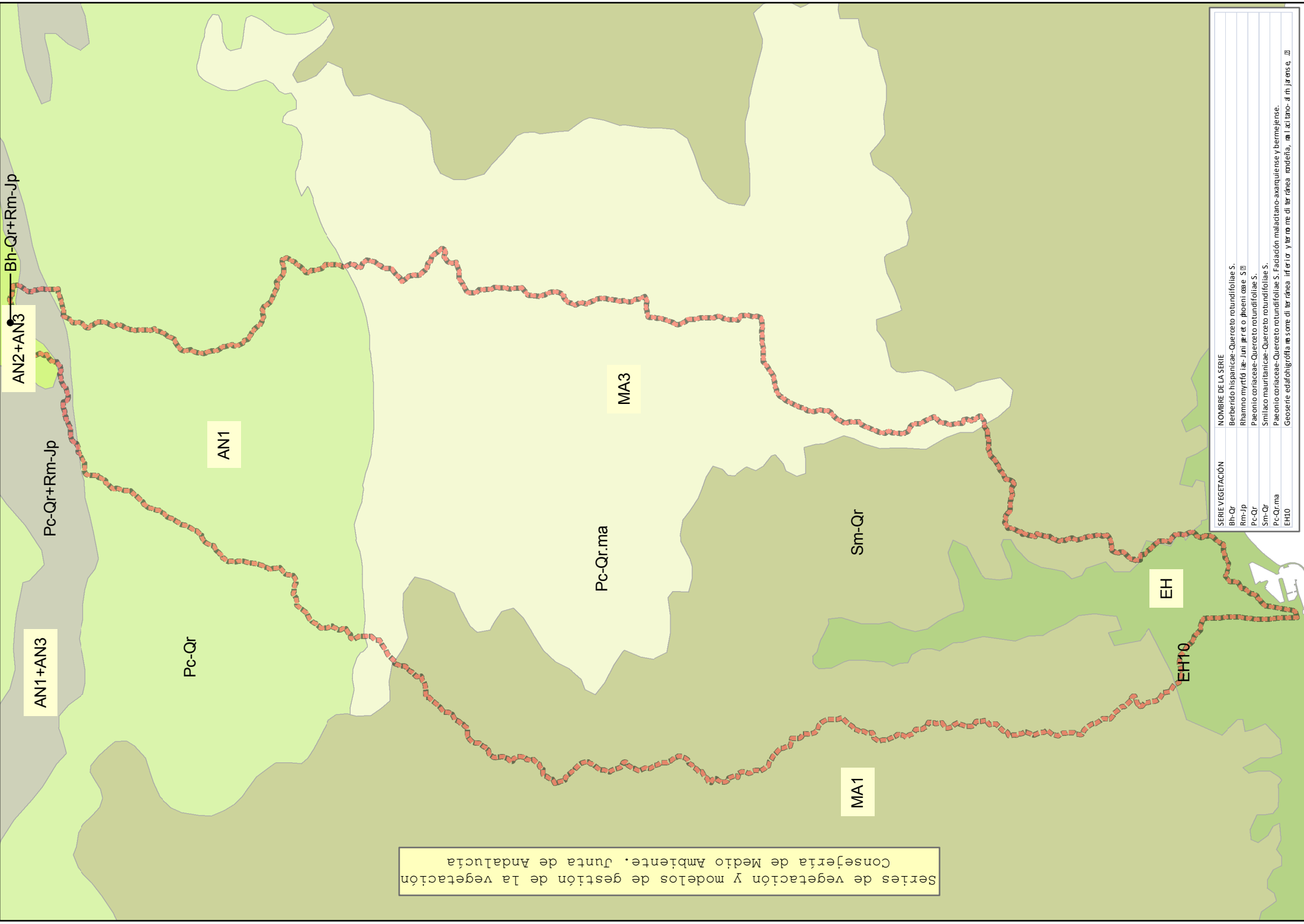
Algunos criterios a tener en cuenta en la ejecución de los trabajos serían:

- En la repoblación se evitará la linealidad de las plantaciones con el fin de mejorar la sensación de naturalización. Se debe fomentar las densidades variables y la mezcla de bosquetes con individuos aislados. No se debe actuar en toda en la totalidad de la zona a repoblar sino que se dejarán zonas despejadas (las de menor riesgo de sufrir procesos erosivos) con el fin de que sirvan para multiplicar los efectos borde, diversificar el paisaje y romper la continuidad vertical (defensa contra incendios). No se pondrá en peligro poblaciones de flora catalogada ni se introducirán los pinos en formaciones ya establecidas. En las zonas con suelos más desarrollados y húmedos se pueden introducir especies de frondosas, más selectivas: encinas (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), algarrobos (*Ceratonia siliqua*), acebuches (*Olea europea* var. *sylvestris*, etc. sobre todo si son zonas más sombreadas o con cobertura arbórea. En zonas húmedas que no acusen las sequías estivales es posible introducir arces, servales, tejos, etc. mientras que en las

riberas de cauces permanentes se establecerán chopos, alisos, sauces, olmos, etc. De forma general no se repoblarán zonas con pendientes superiores al 50% debido a las dificultades de ejecución y los elevados costes de las actuaciones (en caso de existencia de suelo suficientes se pueden plantear siembras). Se deben de evitar las preparaciones del terreno continuas y las inversiones de los perfiles del suelo; se realizarán preferentemente de forma mecanizada, utilizando maquinaria forestal especializada para pendientes superiores al 20%.

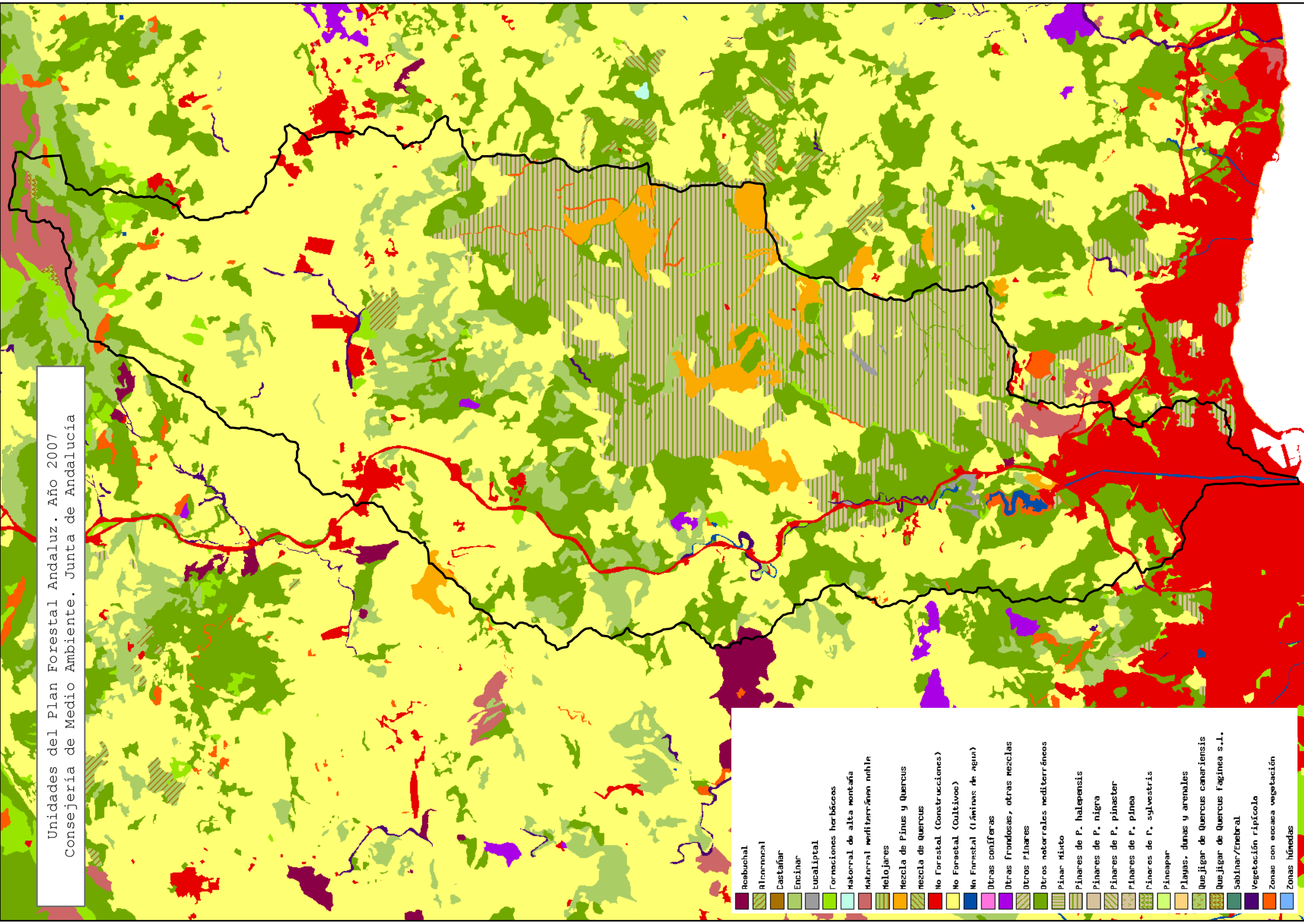
- La elección de las especies para la repoblación, tanto para esta propuesta como para un futuro proyecto, se debe basar en los modelos de restauración forestal y gestión de la vegetación, publicados por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y adaptados a los ecosistemas mediterráneos. Estos modelos desarrollan la política de manejo de vegetación forestal establecida en el Plan Forestal Andaluz de 1989.
- La utilización del pino carrasco como base para la repoblación se justifica además de por su recomendación en los citados modelos de gestión, por su adaptabilidad a suelos extremadamente pobres y áridos, impermeables, esqueléticos, rocosos y muy secos. Es una especie de luz, frugal por excelencia, muy xerófila y robusta, colonizadora y con gran capacidad de regeneración natural. Todas las características citadas lo hacen idóneo para colonizar suelos desnudos, poco desarrollados y con fuertes procesos erosivos.

Series de vegetación y modelos de gestión de la vegetación
 Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía



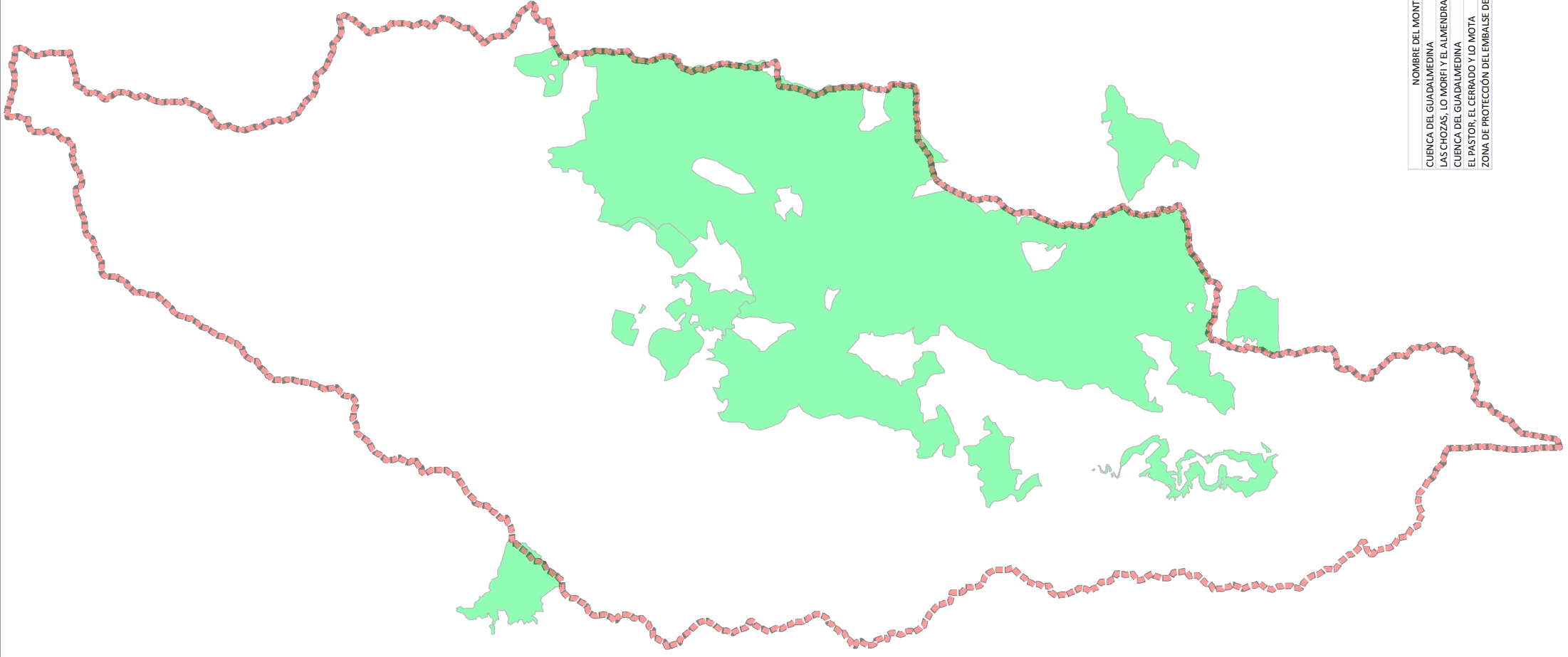
SERIE VEGETACIÓN	NOMBRE DE LA SERIE
Bh-Qr	Berberido hispanicæ-Querceto rotundifoliae S.
Rm-Jp	Rhamno myrtifoliar-Juniperetoribentosa S.
Pc-Qr	Paeonio coriáceæ-Querceto rotundifoliae S.
Sm-Qr	Smilacoma urticariæ-Querceto rotundifoliae S.
Pc-Qr.ma	Paeonio coriáceæ-Querceto rotundifoliae S. Fación malactano-axarquense y bermelense.
EH10	Geoserifedafnogriffa mesomediterraneæ y termomediterraneæ.

Unidades del Plan Forestal Andaluz. Año 2007
 Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía



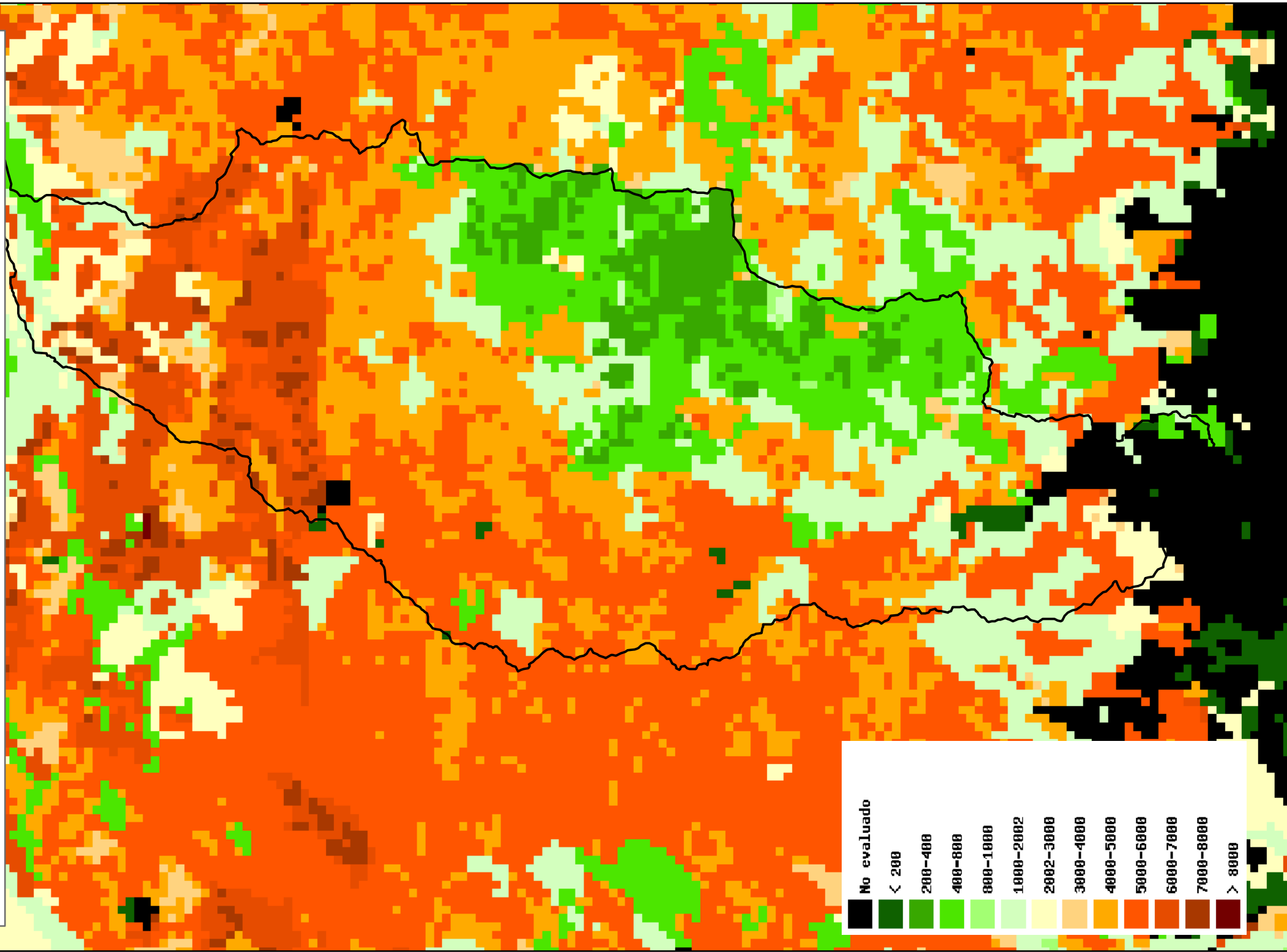
Resbucal	Alcornocal	Castañar	Encinar	Eucaliptal	Formaciones herbáceas	Matorral de alta montaña	Matorral mediterráneo noble	Melojares	mezcla de Pinus y Quercus	mezcla de quercus	No Forestal (construcciones)	No Forestal (Cultivos)	No Forestal (láminas de agua)	Otras coníferas	Otras frondosas, otras mezclas	Otros Pinares	Otros matorrales mediterráneos	Pinar mixto	Pinares de P. halepensis	Pinares de P. nigra	Pinares de P. pinaster	Pinares de P. pinna	Pinares de P. sylvestris	Pinepar	Playas, dunas y arenales	Quejigar de Quercus canariensis	Quejigar de Quercus faginea s.l.	Sabinar/Enebral	Vegetación ripícola	Zonas con escasa vegetación	Zonas húmedas
----------	------------	----------	---------	------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------------	-----------	---------------------------	-------------------	------------------------------	------------------------	-------------------------------	-----------------	--------------------------------	---------------	--------------------------------	-------------	--------------------------	---------------------	------------------------	---------------------	--------------------------	---------	--------------------------	---------------------------------	----------------------------------	-----------------	---------------------	-----------------------------	---------------

Montes Públicos de la cuenca en el año 2010
Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía

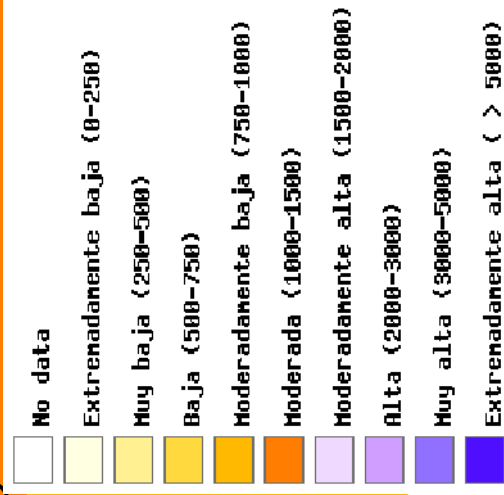


NOMBRE DEL MONTE	CÓDIGO	SUPERFICIE (ha)
CUENCA DEL GUADALMEDINA	MA-11001-JA	196,41
LAS CHOZAS, LO MORFI Y EL ALMENDRAL	MA-11002-JA	170,34
CUENCA DEL GUADALMEDINA	MA-11003-JA	4615,19
EL PASTOR, EL CERRADO Y LO MOTA	MA-11037-JA	236,47
ZONA DE PROTECCIÓN DE LEMBALSE DEL LIMONERO	MA-60006-JA	118,60

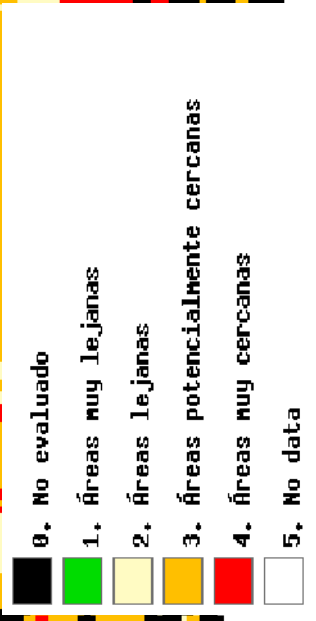
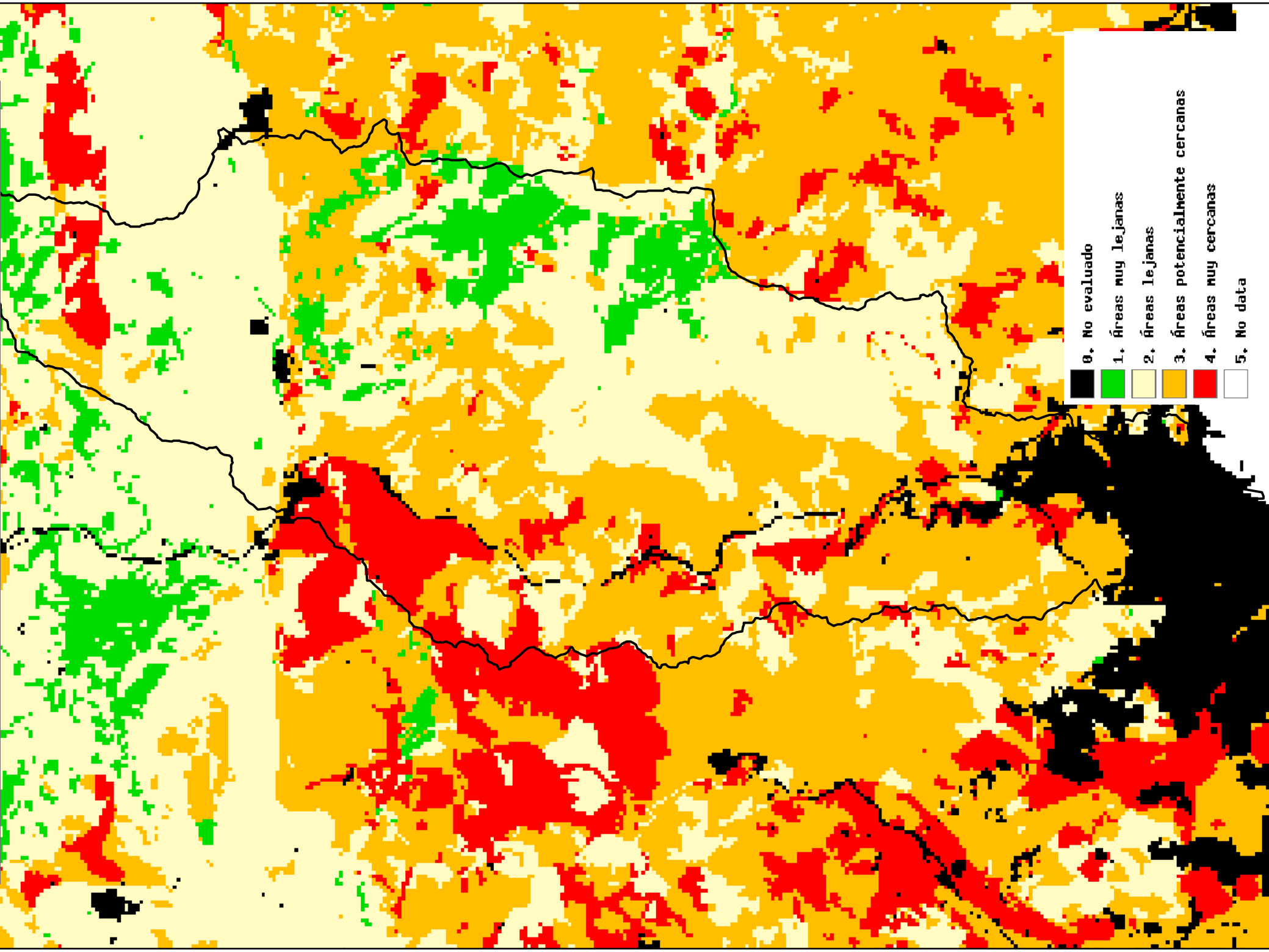
Indice de protección de la cubierta vegetal frente a la erosión (Factor C). Septiembre 2002
Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía



Erosividad provocada por la lluvia (Factor R). Año 2001
Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía



Desertificación referenciada al año 2003 (lejanía o cercanía a la desertificación)
Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía




ANEXO 4


Integración ambiental, paisajística y social de la actuación de acondicionamiento del río Guadalmedina


INTEGRACIÓN AMBIENTAL, PAISAJÍSTICA Y SOCIAL DE LA ACTUACIÓN DE ACONDICIONAMIENTO DEL RÍO GUADALMEDINA.



TIPOLOGÍA POR SECTORES


En la selección de especies es fundamental tener en cuenta la Lista negra preliminar de Especies Exóticas Invasoras (EEI) para España, relación de las especies cuya erradicación es urgente o recomendable en situaciones particulares. (Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula el listado y catálogo español de especies exóticas invasoras).


13	<i>Vegetación trepadora que pudiera forrar parcialmente el muro de la presa dando colros, tipo buganvilla ¿será posible?</i>	
13	OBSERVACIONES: Plantación de leñosas no recomendada, por seguridad de la presa y por ser muy dificultoso su establecimiento.	
13	DENOMINACIÓN	Integración paisajística cuerpo de presa 1
13	LOCALIZACIÓN	Cuerpo de presa
13	FUNCIÓN	Adecuación visual. Mejora de la percepción por aumento de diversidad cromática
13	SUELO, LABORES PREVIAS	Roca y espacios de tierra intersticiales. Tierra de escasa profundidad en bermas. Presencia actual de vegetación
13	DISEÑO	<p>Hidrosiembra de semillas de especies rupícolas, adaptadas a suelos pedregosos propias de estos ambientes (<i>Caparis spinosa, Antirrhinum barrelieri, Brachypodium retusum, Centranthus lecoquii, Centranthus ruber, Cheiranthus cheirii, Coronilla glauca, Lavandula latifolia, Moricandia moricandioides, Plantago albicans, Psoralea bituminosa, Sanguisorba minor, Sedum sediforme, Vicia sativa</i>).</p> 


14	<i>Árboles y arbustos de hoja perenne que pudieran colocarse en talud de tierra delante del muro de la presa (este talud se contruye con la misma tierra de haber desmontado parte de la presa). Se pretende conseguir efectos de color que puedan verse desde la el paseo a lo largo del río en su parte alta: distintas intensidadse de verdes, morados, rojos</i>	
14	<i>Observaciones: .</i>	
14	DENOMINACIÓN	Integración paisajística cuerpo de presa 2
14	LOCALIZACIÓN	Pie el cuerpo de presa
14	FUNCIÓN	Adecuación visual. Pantalla del pied
14	SUELO, LABORES PREVIAS	Talud con tierra vegetal, hasta 45°, actualmente con vegetación.
14	DISEÑO DE PLANTACIÓN	<p>Plantación irregular de arbustos con separación entre 0,4 y 0,6 m: Madreselvas (<i>Lonicera</i> sp), Plantación de árboles y arbustos arborescentes: Adelfas (<i>Nerium oleander</i>), Majuelo (<i>Crataegus monogyna</i>) yescaramujo (<i>Rosa canina</i>).</p> 



19	<i>Vegetación tapizante en capa de tierra vegetal sobre cubierta de hormigón fuera del cauce inundable</i>	
19		
19	DENOMINACIÓN	Integración visual de elementos
19	LOCALIZACIÓN	
19	FUNCIÓN	Camuflar, integrar el elemento
19	SUELO, LABORES PREVIAS	Incorporación de 40 cm de suelo vegetal
19	DISEÑO DE PLANTACIÓN	Plantación 3ud/m2:: Thymus serpyllum 

17	Árboles de porte mayor en taludes de tierra inclinación >45° en la coronación del tramo CD-CD; se pretende que estos árboles "caigan hacia abajo", tipo sauce, de manera que las copas invadan el tramo BC.	
16	<i>Arbustos, plantas tapizantes y árboles de pequeño porte en taludes de tierra contenidos entre muros de hormigón (inclinación máxima 45°) en la coronación de CD-CD.</i>	
16	<i>Observaciones. Integrar en una única zona 16+17. Si plantas árboles en 17, con el tiempo, impedirán ver el 16</i>	
16	DENOMINACIÓN	Integración de taludes de encauzamiento urbano
16	LOCALIZACIÓN	
16	FUNCIÓN	Integración paisajística
16	SUELO, LABORES PREVIAS	Talud hasta 45° relleno con tierra vegetal. Profundidad: al menos 100 cm. Necesidad de riegos puntuales al no estar en contacto .Exposición norte y oeste.
16	DISEÑO DE PLANTACIÓN	<p>Plantación arbórea de sauce llorón (<i>Salix babilónica</i>), higuera (<i>Ficus carica</i>), Morera llorona (<i>Morus alba</i> variedad pendula), en parte baja de cada talud, con separación de 3m.</p>  <p>Relleno del restante espacio de ambos taludes con tapizantes: Plantación de 2-3 pies/m 2 de mezcla de: hiedra (<i>Hedera sp</i>), <i>Vinca major variegata</i>, <i>Cotoneaster horizontalis</i></p> 

21	<i>Plantas con flores en la coronación de B el margen de un estanque</i>	
21	<i>Observaciones Las plantas con flor en corrientes de agua prersentan mantenimiento muy alto. Mejor especies adaptadas a estos espacios.</i>	
21	DENOMINACIÓN	Integración visual de de estanques de retención. Márgenes de estanque
21	LOCALIZACIÓN	
21	FUNCIÓN	Integración visual, mejora de márgenes frente erosión.
21	SUELO, LABORES PREVIAS	Plantación mediante biorrollos sembrados
21	DISEÑO DE PLANTACIÓN	<p>Biorrollos plantados con: <i>Juncus acutus</i>, <i>Juncus effusus</i>, <i>Juncus inflexus</i>, <i>Phragmites australis</i>, <i>Scirpus holochoenus</i>, <i>Typha dominguensis</i>.</p> 


18	Hilera árboles frondosos en tierra de nueva mediana proyectada en la calzada; función principal: aislar del ruido y servir de pantalla visual	
18	18	
18	DENOMINACIÓN	Pantalla visual en ambiente urbano
18	LOCALIZACIÓN	
18	FUNCIÓN	Impedir la visión y reducir el ruido
18	SUELO, LABORES PREVIAS	Relleno de suelo vegetal profundo, riego por goteo
18	DISEÑO DE PLANTACIÓN	<p>Alineación cada 3 m de Jacaranda (<i>Jacaranda mimosifolia</i>),</p> 


15	Plantas trepadoras sobre muros de gaviones en tramo CD	
15	Observaciones. Los gaviones se revegetan entre los espacios que quedan entre los bloques. Con gaviones fabricados con tela metálica muy pesada y que se rellenan con piedras grandes, no se pueden colocar ramas ni plantas vivas entre las piedras, sino únicamente en las juntas existentes entre gaviones.	
15	DENOMINACIÓN	
	LOCALIZACIÓN	
	FUNCIÓN	Integración paisajística de elemento
	SUELO, LABORES PREVIAS	Ramas vivas entre los gaviones. Necesidad de riegos hasta su establecimiento.
	DISEÑO DE PLANTACIÓN	Colocación de ramas vivas enraizadas entre las juntas de los gaviones de Madreselvas (<i>Lonicera</i> sp), y Zarzamora (<i>Rubus ulmifolius</i>) 

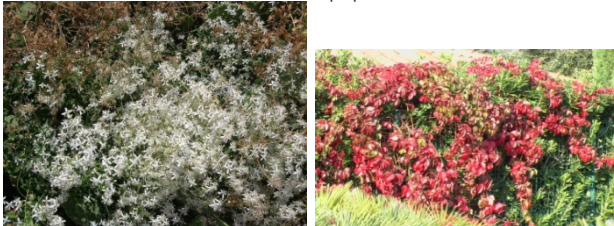
2	Terrazas de piedra, de 2 a 6 m con una profundidad de tierra de 1m o más, con almendros, zonas estanciales y arbolado de sendas peatonales, se busca un tipo de árbol que contraste con los almendros, más alto y perenne	
	DENOMINACIÓN	
	LOCALIZACIÓN	
	FUNCIÓN	Pantalla visual, interrumpida por accesos transversales a la llanura de inundación por caminos. En esos puntos, aéreas estanciales de descanso y contemplación
	SUELO, LABORES PREVIAS	
	DISEÑO DE PLANTACIÓN	 <p>MODULO 1 (30 metros lineales en dos hileras)</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Plantación de grupos de 6 almendros dos hileras separadas cada 4 m, traspuestas: Floración intensa y hoja caduca • Plantación de 3 naranjos + 3 limoneros en mismas condiciones. • Termina o comienza el módulo de plantación: Plantación de un piñonero y un ciprés desarrollados (> 3m alto) escayolados. <p>MODULO 2 (Zonas estanciales). . Algarrobos (<i>Ceratonia siliqua</i>) , con separación cada 4 m. Bancos bajo cada uno de ellos, fuentes, etc.. Desde estas áreas, accesos al cauce mediante rampas de la misma solución constructiva que la senda fluvial</p>




3.	<i>Hilera de arboles, en coronación de DD-DD, sobre tierra, en alcorques definidos dentro de pavimentación dura. Función principal: crear sombra en los recorridos peatonales.</i>	
3	DENOMINACIÓN	
3	LOCALIZACIÓN	
3	FUNCIÓN	Sombra, permitiendo cierta visibilidad transversal. Mejora visual con dos especies, una caducifolia pero muy floridas y otra perenne. Se trata de integrar la ciudad con la ribera. Se escogen especies autóctonas, el piñonero presenta un espectacular porte a medio plazo (20 años) y da mucha sombra, el árbol del amor contraste con este y ofrece dinamismo, y el palmito en alcorques, crea un conjunto que a corto plazo es más agradable.
3	SUELO, LABORES PREVIAS	
3	DISEÑO DE PLANTACIÓN	Módulo lineal. Piñonero (<i>Pinus pinea</i>) y <i>Cercis siliquastrum</i> , con palmitos en los alcorques  

5	hilera de arboles, en coronación de DD-DD, sobre tierra o/y en alcorques definidos dentro de pavimentación dura, función visual prioritariamente, se busca cierta pantalla visual y acústica hacia la fachada residencial, y animación con la floración (podrían ser Jacarandas)	
5	Observaciones. Al contrario que el sector 18, este se encuentra en el dominio visual de la ribera. Con la misma filosofía la idea es integrar un espacio natural, aunque esté muy alterado, en la ciudad, por lo que se buscan especies autóctonas relacionadas con las riberas.	
5	DENOMINACIÓN	
5	LOCALIZACIÓN	
5	FUNCIÓN	Pantalla y mejora visual
5	SUELO, LABORES PREVIAS	Necesidad de riego en alcorques hasta establecimiento, pero especies de muy bajo mantenimiento posteriores
5	DISEÑO DE PLANTACIÓN	<p>El sauce llorón, <i>Salix babilónica</i>, ofrece pantalla transversal, el álamo <i>Populus alba</i> en altura y el fresno de flor, <i>Fraxinus ornus</i>, también de ribera aumenta la diversidad cromática.</p> 

6	Arbustos o pradera en la zona de transición de los arroyos, entre el cauce del Guadalmedina y el parque peri-urbano repoblado, área CC-DD, terreno natural.	
6		
6	DENOMINACIÓN	Integración de zonas de transición entre rieras tributarias y río Guadalmedina
6	LOCALIZACIÓN	
6	FUNCIÓN	
6	SUELO, LABORES PREVIAS	Sobre tierra existente
6	DISEÑO DE PLANTACIÓN	<p>Pradera: hidrosiembra de especies herbáceas, anuales y vivaces de alta floración. El mantenimiento es nulo en cuanto a riegos y sí, recomendable en cuanto a desbroces después de la floración (<i>Achillea millefolium</i>, <i>Alyssum maritima</i>, <i>Alyssum saxatile</i>, <i>Anthyllis vulneraria</i>, <i>Aquilegia vulgaris</i>, <i>Calendula officinalis</i>, <i>Centaurea cyanus</i>, <i>Centranthus ruber</i>, <i>Digitalis purpurea</i>, <i>Hypericum perforatum</i>, <i>Iris spuria</i>, <i>Leucanthemum vulgare</i>, <i>Lotus corniculatus</i>, <i>Lunaria annua</i>, <i>Lupinus luteus</i>, <i>Matricaria chamomilla</i>, <i>Salvia pratensis</i>, <i>Sanguisorba minor</i>, <i>Saponaria ocyroides</i>, <i>Trifolium pratense</i>)</p> <p>Plantaciones en banda de coronación al inicio y final de la transición márgenes de Adelfas, (Nerium oleander) y tamarindos (<i>Tamarix gallica</i> y <i>Tamarix parviflora</i>), con separaciones de 1,5 m.</p> 



12.	Muro vegetal (prefabricado hormigón??) y escollera vegetal (tipo puerto?)	
12	Acompaña a la anterior	
12	DENOMINACIÓN	
12	LOCALIZACIÓN	
12	FUNCIÓN	
12	SUELO, LABORES PREVIAS	Sean geoceldas rellenas de tierra o módulos prefabricados de hormigón (lo que hidrául
12	DISEÑO DE PLANTACIÓN	<p>Si son geoceldas rellenas de tierra o módulos prefabricados de hormigón: plantación de 4 ud/ m2 de mezcla de Clematis flammulans, Clematis vitalba, Hedera hélix, Lonicera implexa y Parthenocissus quiquefolia</p> 

4	. Arbustos o pradera, en alcorques sobre aparcamiento, profundidad de tierra 1m aproximadamente.	
4	Observaciones. No entendemos muy bien cuál es la solución constructiva. Entendemos que sobre el hormigón del aparcamiento ¿¿subterráneo???. En todo caso, sea cual fuere, damos solución a 18 grandes maceteros de unos 50 m2.	
4	DENOMINACIÓN	Grupos de plantación en alcorques
4	LOCALIZACIÓN	
4	FUNCIÓN	
4	SUELO, LABORES PREVIAS	
4	DISEÑO DE PLANTACIÓN	<p>Grupos de plantación monoespecifico por macetero. Los más próximos a l ribera, de especies autóctonas (4 ud/m2): Jazmines, Rosas y Granados</p> <p>Los mas interiores, lindando con las calles, plantas de jardinería urbana: Flor de la pasión (<i>Passiflora caerulea</i>), <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> y flor de pascua (<i>Euphorbia pulcherrima</i>,</p>


1	.. Zona estancial, sobre pradera (tramo CC-DD), tierra, hoja caduca	
11	Plano inclinado (<8% de pendiente) alrededor de pistas deportivas, se pisará con frecuencia, debajo tiene un aparcamiento, profundidad de tierra 1 m aproximadamente.	
1	Observaciones: Se ofrece la solución conjunta para ambos sectores	
1	DENOMINACIÓN	Adecuación ambiental general de los taludes CC y DD.
1	LOCALIZACIÓN	
1	FUNCIÓN	
1	SUELO, LABORES PREVIAS	
1	DISEÑO DE PLANTACIÓN	<p>PRADERA: Hidrosiembra de mezcla dominante de <i>Cynodon dactylon</i>, acompañada de <i>Dorycnium rectum</i>, <i>Trifolium repens</i>, <i>Vicia sativa</i> y <i>Festuca arundinacea</i>. Esta pradera permite un uso moderado sobre ella, aguanta el encharcamiento y a su vez, baja mantenimiento (desbroces anuales y riegos esporádicos).</p> <p>TALUD DD: Permite la plantación de árboles, en bosquetes (grupos de 7 árboles separados entre sí 3 m, en hexágonos: <i>Fraxinus ornus</i>, <i>2xPopulus alba</i>, <i>Celtis australis</i>, <i>2xSalix alba</i>, <i>Alnus glutinosa</i>. Podría plantarse un módulo cada 300 m²</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;"><i>Arbustos: de</i></p> <p>TALUD CC: Plantación de módulos arbustivos, en hexágonos de 1,5 m de lado con: <i>Ligustrum vulgare</i>, <i>Vitex agnus-castus</i>, Adelfas, (Nerium oleander) y tamarindos (<i>Tamarix gallica</i> y <i>Tamarix parviflora</i>),</p> <p>Estas especies podría emplearse de forma individual en alineaciones, si la capacidad hidráulica lo permite, por ejemplo para lindes de los campos de fútbol (árboles) o huertos (arbustos)</p>

20.	Plantas olorosas (romero, hinojos...) en el tramo BC; función principal: acompañar a los itinerarios peatonales y fijar tierra en pendientes inclinadas (>15%)	
	DENOMINACIÓN	PARTERRES DE AROMÁTICAS
	LOCALIZACIÓN	
	FUNCIÓN	Matas de bajo crecimiento, bajo mantenimiento, capaces de retener suelo. A su vez, crean zonas temáticas de plantas medicinales y culinarias,
	SUELO, LABORES PREVIAS	
	DISEÑO DE PLANTACIÓN	<p>Plantación en las superficies próximas al camino en taludes. Aproximadamente 6 ud/m2)</p> <p>GRUPO DE PLANTACIÓN DE TOMILLOS. <i>Thymus citriodorus aureovariegata</i>, <i>Thymus citriodours silver queen</i>, <i>Thymus masticina</i>, <i>Thymus vulgaris</i> Y <i>Thymus zygis</i></p> <p>GRUPO DE PLANTACIÓN DE LAVANDAS: <i>Lavandula angustifolia</i>, <i>Lavandula dentata</i>, <i>Lavandula officinalis</i> Y <i>Lavandula pedunculata</i></p> <p>GRUPO DE PLANTACIÓN DE OTRAS AROMÁTICAS <i>Santolina chamaecyparissus glauca</i> <i>Melissa officinalis</i></p>

22.	Arbustos y plantas de ribera aptos para zona de umbría, en vaguada proyectada bajo puente de autovía para conectar jardín botánico y san José	
	DENOMINACIÓN	
	LOCALIZACIÓN	
	FUNCIÓN	
	SUELO, LABORES PREVIAS	
	DISEÑO DE PLANTACIÓN	<p data-bbox="577 475 1301 523">Acebo, (<i>Ilex aquifolium</i>) Cornejo (<i>Cornus alba</i> variedad elegantissima) Hiedras (distintas variedades), <i>Vinca minor</i>, <i>Vinca major variegata</i>,</p> <div data-bbox="602 523 1279 794">  </div>

8	Arboles singulares, como hitos visuales, sobre tierra en alcorques definidos dentro de plazas duras	
	DENOMINACIÓN	
	LOCALIZACIÓN	
	FUNCIÓN	
	SUELO, LABORES PREVIAS	
	DISEÑO DE PLANTACIÓN	<p data-bbox="860 469 1021 496">Grupos de palmeras</p>  <p data-bbox="557 879 719 906"><i>Phoenix canariensis</i></p>  <p data-bbox="972 1062 1167 1090"><i>Acoelor raphe Wrightii</i></p>

			<i>Phoenix Reclinata</i>
--	--	--	--------------------------

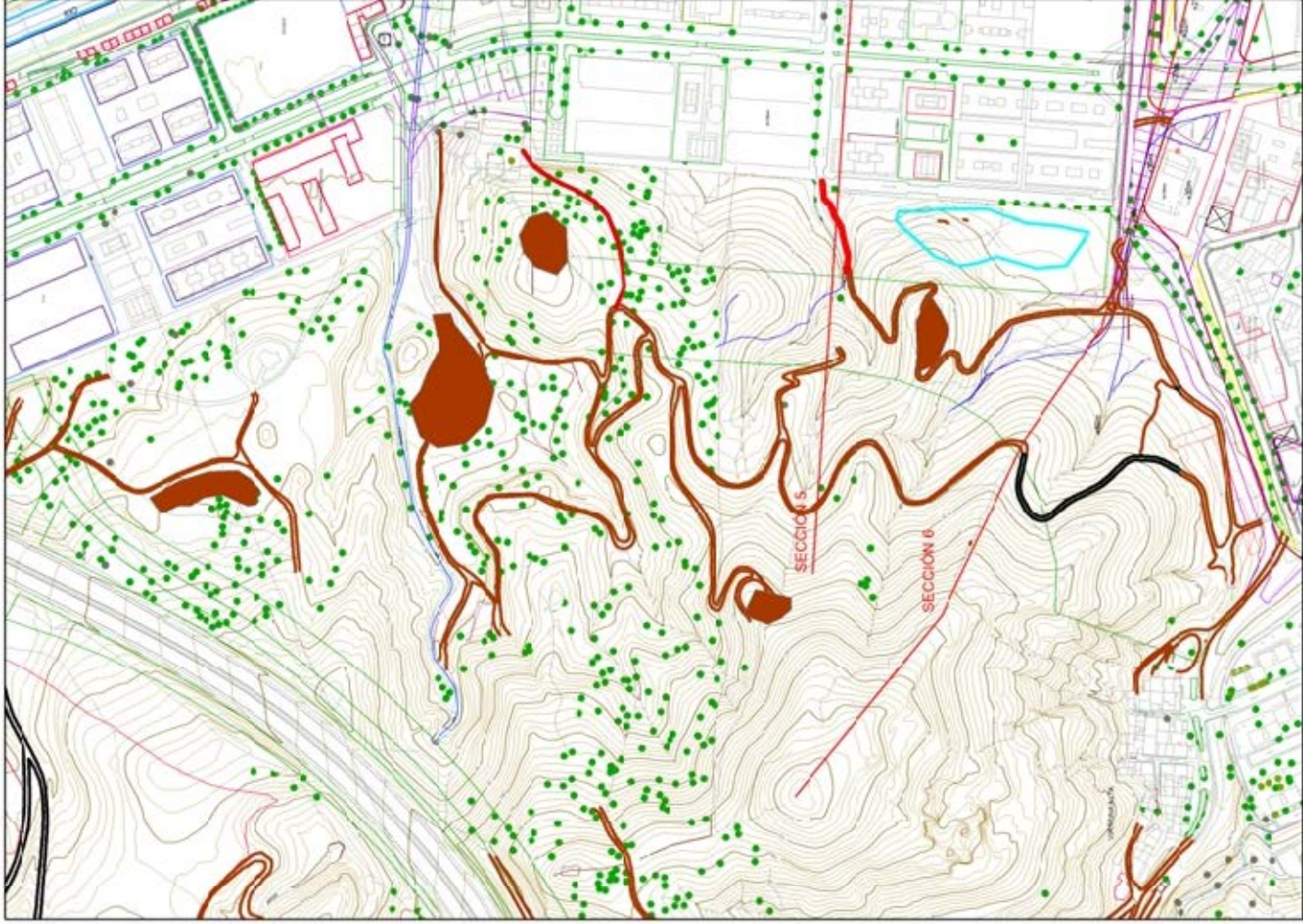
9	Hileras de arboles transversales al cauce		
	DENOMINACIÓN		
	LOCALIZACIÓN		
	FUNCIÓN	Plantación en ámbito urbano	
	SUELO, LABORES PREVIAS		
	DISEÑO DE PLANTACIÓN	<p>Arbol de los farolillos: <i>Koelerutaria paniculata</i></p> 	

23. Arboles de copa alta para poblar montículo de autovía sobre el que se apoyaba nudo de la autovía desmantelado. Pensamos entre sobre todo en el pino piñonero. OK.

PARQUE PERIURBANO:

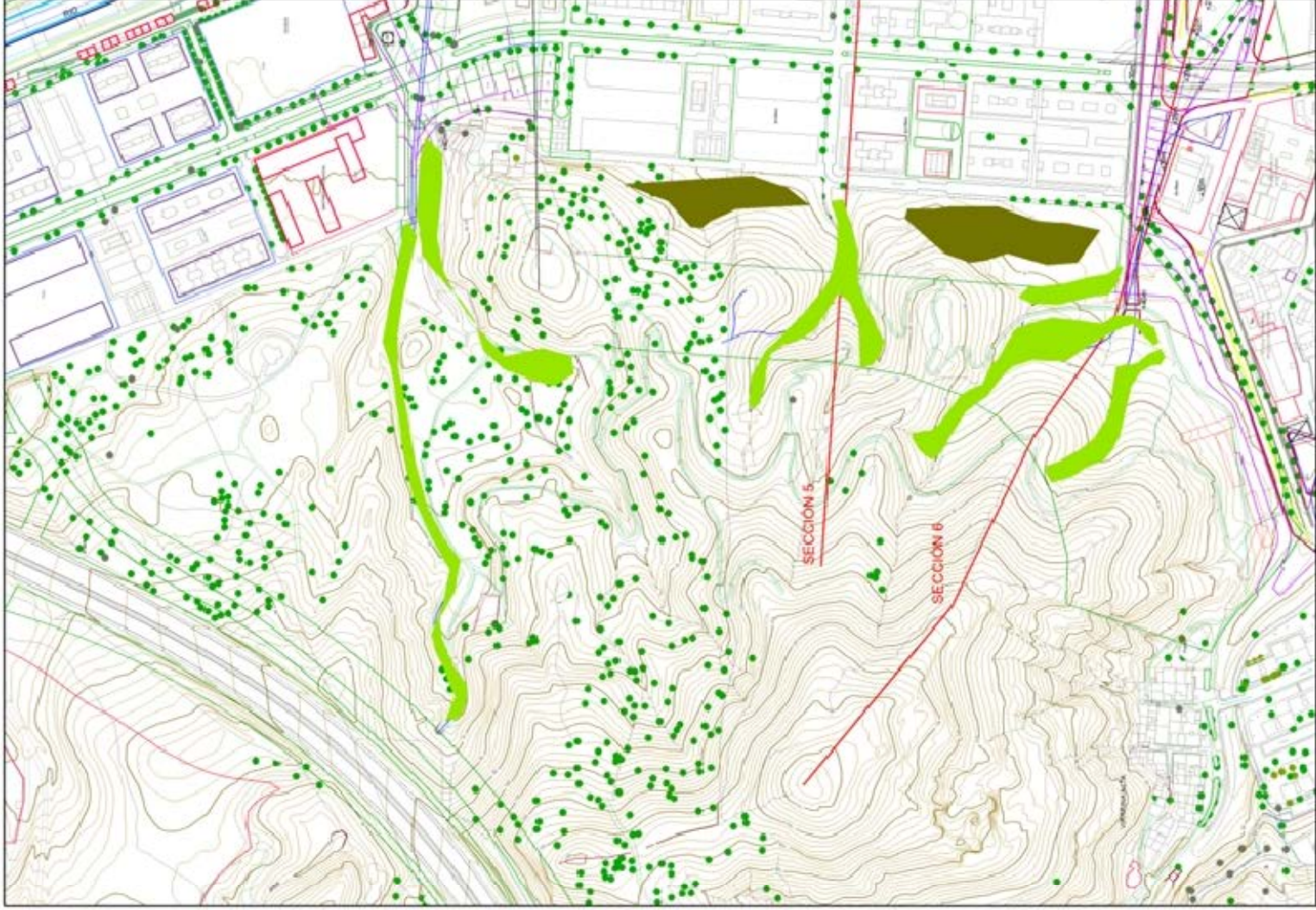
Adecuación social:

- Actualmente presenta una red de caminos y senderos (marrón). Se propone mantener dicha red, mejorando los tramos degradados, y colocando bancos en los puntos de mayor visibilidad. Se ampliar los accesos al parque desde la ciudad (rojo)
- Áreas estanciales. Zonas de descanso y contemplación. Se localizarán bancos, mesas y plantación de Piñonero y algarrobos, para dar sombra.



ZONAS DE RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA:

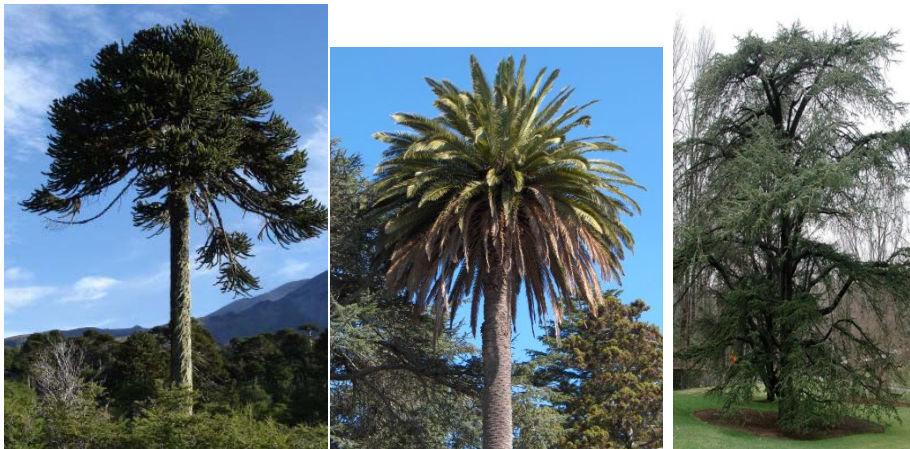
Complementa la restauración hidrológica forestal integral para todos los montes.



- En zonas de vaguada (verde claro) se propone plantación con: Madroño (*Arbutus unedo*), Acebuches (*Olea europaea var. sylvestris*), mirtos (*Myrtus communis*) y cornicabras (*Pistacia terebinthus*) adelfas, tamarindos (*Tamarix gallica* y *Tamarix parviflora*), con separaciones de 1,5 m



- Partes bajas (verde oscuro) , lindando con la zona urbana, zonas de mayor accesibilidad visual: palmitos (*Chamaerops humilis*), palmera canaria (*Phoenix canariensis*), Araucarias (*Araucaria araucana*), Cedros del Líbano (*cedrus atlántica*) y piñoneros (*Pinus pinea*) con separaciones de 5 m. Entre ellas, arbustos de adelfas (*Nerium oleander*) y tamarindos (*Tamarix gallica* y *Tamarix parviflora*)



- En todo el monte: Se propone completar la restauración forestal, en aquellos puntos donde el suelo y las condiciones lo permitan con *Quercus ilex*, *Tetraclinis articulata*,

Mezcla de semillas compuesta por especies herbáceas vivaces y subarborescentes autóctonas de los matorrales y garrigas de la mitad este y sur peninsular sobre suelos básicos: *Antirrhinum barrelieri*, *Asphodelus fistulosus*, *Cistus albidus*, *Coronilla glauca*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Helichrysum italicum*, *Lavandula latifolia*, *Leucanthemum vulgare*, *Linum narbonense*, *Psoralea bituminosa*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia lavandulifolia*, *Salvia officinalis*, *Santolina chamaecyparissus*, *Sedum sediforme*, *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis*,