



PROGRAMA **PUENTES**

PRÁCTICAS
UNIVERSITARIAS
EN TERRITORIOS
SOSTENIBLES

TRABAJO FIN DE PRÁCTICAS (TFP) **PROYECTO DE APLICACIÓN DE LA** **AGENDA URBANA**

SENDA CICLABLE II

AYUNTAMIENTO DE DÍLAR

FRANCISCO GÓMEZ RODRIGUEZ
ANTONIO COBOS GARCÍA

JULIO 2026

EL PROYECTO DE APLICACIÓN EN AGENDA URBANA (PAU)

1	Denominación del Proyecto y del Territorio.	Pg 3
1.1	Objetivos globales del proyecto de intervención.	Pg 5
1.2	Rescate y tratamiento de información de partida.	Pg 6
1.3	Diagnóstico de situación.	Pg 7
1.4	Estudio de casos similares y buenas prácticas.	Pg 9
2	Formulación del problema y evaluación de soluciones.	Pg 12
3	Proyecto de Aplicación de Agenda Urbana.	Pg 18
3.1	Denominación.	Pg 18
3.2	Objetivos Operativos.	Pg 19
3.3	Actores y roles en el proyecto.	Pg 20
3.4	Actividades Generales y Tareas Específicas.	Pg 22
3.5	Recursos necesarios y posibles	Pg 26
3.6	Fases para su implantación	Pg 28
3.7	Hoja de ruta territorial propuesta para el desarrollo del proyecto.	Pg 31
3.8	Análisis de factibilidad para su desarrollo o Resumen del estudio de viabilidad.	Pg 33
3.9	Incorporación y análisis de la perspectiva de género en el proyecto.	Pg 34
3.10	Diseños previos, infografías, mapas, desarrollo 3D, etc...	Pg 35
3.11	Conclusiones.	Pg 66
4	Bibliografía.	Pg 75

Anexos

Anexo 1. Presentación del proyecto en Power Point.

Anexo 2. Reportaje gráfico.

Anexo 3. Estudio de viabilidad económico-financiera.

PROYECTO DE INTERVENCIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LA AGENDA URBANA (PAU)

1 DENOMINACIÓN DEL PROYECTO Y TERRITORIO.

Denominación del proyecto:

SENDA CICLABLE II

Territorio de intervención:

La actuación se desarrolla a lo largo del corredor fluvial del río Dílar, sirviendo de nexo entre el municipio y la red ciclista metropolitana, discurriendo por los municipios de Dílar, Gójar, Otura, Ogíjares y Armilla. El trazado completo se ha adaptado a la topografía y a las barreras arquitectónicas existentes para minimizar el movimiento de tierras y la afección a la vegetación de ribera. Para ello, el recorrido se divide en tres tramos funcionales:

- **Tramo 1:** Comienza en el Puente de las Casillas, dentro del término municipal de Dílar, y discurre por la margen derecha del cauce.



Ilustración 1 - Tramo 1 de la senda Ciclable

- **Tramo 2:** A partir de la intersección con la carretera, el itinerario cruza a la margen izquierda para evitar zonas de mayor vulnerabilidad ecológica, continuando por esta ribera hasta llegar a la estructura de la autovía GR-30.



Ilustración 2 - Tramo 2 de la senda Ciclable

- **Tramo 3:** El recorrido aprovecha el paso inferior de la GR-30 para cruzar la infraestructura de forma segura y con nulo impacto ambiental añadido. Tras pasar por debajo de la autovía y, posteriormente, de la N-323a, la senda retorna a la margen derecha hasta enlazar de manera definitiva con el carril bici de la Base Aérea de Armilla.



Ilustración 3- Tramo 3 de la senda Ciclable

1.1 OBJETIVOS GLOBALES DEL PROYECTO DE INTERVENCIÓN.

- **Fomento de la movilidad blanda:** Conectar el núcleo urbano de Dílar con las infraestructuras ciclistas del área metropolitana (Base Aérea), ofreciendo una alternativa real, segura y no motorizada para los desplazamientos interurbanos.
- **Conservación del ecosistema fluvial:** Diseñar el trazado alternando las márgenes del río (derecha e izquierda) con el fin de sortear las zonas con mayor densidad de vegetación autóctona y reducir al máximo la alteración del hábitat natural.
- **Permeabilidad de grandes infraestructuras:** Resolver el cruce de vías de alta capacidad (GR-30 y N-323a) aprovechando los pasos inferiores ya construidos, evitando así fragmentar el territorio o generar nuevas barreras físicas en el paisaje.
- **Recuperación del espacio natural para uso público:** Poner en valor el entorno del Río Dílar, transformando su ribera en un corredor verde lineal que fomente el esparcimiento ciudadano y la conexión directa con el medio ambiente.
- **Integración paisajística de la obra civil:** Aplicar soluciones técnicas y materiales constructivos que se mimeticen con el entorno natural, alejándose del concepto de "carretera" para priorizar el de senda naturalizada.
- **Mitigación de la huella de carbono:** Contribuir de forma directa a la reducción de emisiones de CO₂ a nivel metropolitano, incentivando que los desplazamientos diarios hacia la zona de Armilla o Granada se hagan en bicicleta en lugar de en vehículo privado.
- **Impulso de la salud pública y el bienestar:** Crear un entorno seguro, libre de contaminación

acústica y atmosférica, que invite a los vecinos de los municipios implicados a mantener un estilo de vida activo mediante la práctica de deporte al aire libre.

- **Economía circular y sostenibilidad en la ejecución:** Promover el uso de materiales de bajo impacto ambiental.
- **Respeto a la dinámica hidrológica:** Garantizar que el trazado y las obras necesarias no alteren el comportamiento natural del río Dílar, respetando rigurosamente las zonas de servidumbre y garantizando la seguridad frente a posibles avenidas de agua.

1.2 RESCATE Y TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN DE PARTIDA.

Para abordar el diseño de esta infraestructura verde con el máximo rigor técnico y ambiental, la recopilación de datos se ha estructurado en la consulta de fuentes secundarias de carácter estratégico, y en la obtención de información primaria directamente sobre el terreno.

Fuentes de información secundaria: Se ha partido del documento previo del proyecto "Senda Ciclable del Río Dílar", redactado en julio de 2025 por Clara Sierra dentro del programa Puentes. Dicho documento aportó un primer diagnóstico territorial del corredor y una evaluación inicial de las soluciones. Además, para garantizar el encaje institucional y ambiental, se ha consultado la Agenda Urbana Provincial de Granada, alineando la intervención con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Por último, a nivel planimétrico, se ha recurrido a fuentes documentales cartográficas y topográficas públicas para obtener las bases del relieve y la hidrología de la zona.

Fuentes de información primaria: El grueso de la información primaria se ha obtenido mediante una intensa labor de trabajo de campo a lo largo de los tres tramos de actuación. Se han realizado visitas a los espacios precisos donde se diseñan las actuaciones para evaluar in situ las condiciones reales del medio. Esta fase ha incluido el desarrollo de mediciones directas y la generación de documentación gráfica detallada sobre el estado actual del cauce, la densidad de la vegetación de ribera y los condicionantes físicos.

Acceso y tratamiento de la información: Toda la información obtenida durante las visitas y la revisión documental se ha sintetizado para establecer las acciones concretas a desarrollar. Para el tratamiento de los datos espaciales y la delimitación exacta del corredor se han utilizado Sistemas de Información Geográfica (GIS). El volcado de estos datos en software de diseño

técnico (como AutoCAD y Civil 3D) ha permitido cruzar la topografía real con las variables ambientales. Este tratamiento digital de la información ha sido clave para modelar el trazado definitivo, permitiendo optimizar los cruces de margen y adaptar las rasantes para garantizar la mínima alteración del terreno natural y del ecosistema fluvial.

1.3 DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN.

El análisis del corredor del Río Dílar en su tramo metropolitano revela una situación de fragmentación funcional y ambiental que impide aprovechar plenamente el potencial de este eje como conector territorial y espacio de ocio saludable. A continuación, se detallan los ejes principales que definen el estado actual del ámbito de estudio:

- **Fractura en la conectividad territorial:** Existe una carencia evidente de infraestructuras de movilidad blanda que enlacen de manera segura el casco urbano de Dílar con el área metropolitana de Granada y la Base Aérea de Armilla. Los municipios y núcleos de población, a pesar de su proximidad física, se encuentran aislados por la falta de un itinerario continuo y acondicionado, obligando a los usuarios que optan por modos de transporte no motorizados a realizar desplazamientos por caminos informales o, en el peor de los casos, a compartir vía con vehículos motorizados en condiciones de riesgo.
- **Barreras infraestructurales y de permeabilidad:** El trazado actual se ve interrumpido por la presencia de infraestructuras "grises" de gran escala, principalmente la autovía GR-30 y la carretera N-323a. Estas vías actúan como barreras infranqueables que segregan el territorio. La falta de pasos inferiores adaptados (o el estado de deterioro de los existentes) imposibilita una conexión fluida, obligando a los ciclistas y peatones a realizar itinerarios alternativos excesivamente largos o a transitar por zonas de baja visibilidad y alta peligrosidad.
- **Degradación del corredor fluvial:** La ribera del río presenta un estado de abandono parcial en varios de sus tramos. La falta de una gestión integrada ha derivado en la acumulación de depósitos de residuos, el crecimiento de vegetación invasiva y la degradación de los márgenes naturales. Actualmente, este entorno es percibido en muchas zonas como un área residual, desperdiciando su valor como infraestructura verde y su capacidad para actuar como conector ecológico y social.
- **Inseguridad percibida y falta de perspectiva de género:** Como se ha analizado en los estudios de movilidad, la percepción de inseguridad es un factor determinante que limita el uso del espacio público. Las zonas actuales, carentes de iluminación,

mantenimiento o visibilidad despejada, y los pasos bajo las infraestructuras antes mencionadas, generan una sensación de aislamiento. Esta situación afecta desproporcionadamente a mujeres, personas mayores y colectivos vulnerables, quienes tienden a evitar estos recorridos, limitando así su autonomía y derecho a la movilidad segura.

- **Oportunidad de desarrollo:** A pesar de los puntos críticos descritos, existe una clara oportunidad de intervención. El terreno cuenta con una orografía favorable y una red de caminos de servidumbre preexistentes que, mediante una actuación de acondicionamiento y consolidación —basada en criterios de ingeniería sostenible—, puede transformarse en un eje vertebrador de movilidad activa. La integración de esta senda no solo resolvería la carencia de conexión, sino que pondría en valor el patrimonio natural del río, convirtiendo un "no lugar" en un espacio de convivencia e infraestructura de transporte resiliente.



Ilustración 4- Red de carriles bicis de Granada

1.4 ESTUDIO DE CASOS SIMILARES Y BUENAS PRÁCTICAS.

Para respaldar la propuesta técnica y ambiental de la construcción de la Senda Ciclable del Río Dílar, se ha realizado un análisis de proyectos análogos desarrollados en otros territorios. Estos casos de éxito constituyen referentes valiosos sobre cómo integrar armónicamente la movilidad no motorizada, la recuperación de ecosistemas fluviales y la vertebración territorial.

A continuación, se describen sintéticamente los referentes estudiados:

Vía Verde del Aceite (Jaén y Córdoba): Aprovechando un antiguo trazado ferroviario, esta ruta cicloturista atraviesa zonas rurales conectando diversos municipios. Su principal aportación como buena práctica es su enfoque recreativo y, muy especialmente, el modelo de gestión compartida entre entidades locales y supramunicipales, un aspecto clave para la viabilidad de nuestra senda.



Ilustración 5- Vía Verde del Aceite

Parque Lineal del Río Turia (Valencia) y Senda del Río Manzanares (Madrid): Ambos son ejemplos excelentes de recuperación fluvial. Demuestran cómo antiguos cauces degradados pueden transformarse con éxito en corredores verdes multifuncionales, integrando los ciclos ecológicos del río con el ocio ciudadano y la movilidad activa.



Ilustración 6- Parque Lineal del Río Turia

Red de caminos del Parc Natural de la Serra de Collserola (Barcelona): Destaca por su red de caminos ciclables y peatonales que actúan como nexo entre los espacios naturales y los núcleos urbanos. De este caso tomamos como referencia su excelente integración con el sistema de transporte público y su enfoque de gobernanza colaborativa, aspectos totalmente extrapolables a nuestra conexión con la Base Aérea de Armilla y la red metropolitana.



Ilustración 7- Red de caminos del Parc Natural de la Serra de Collserola

Elementos clave de buenas prácticas a tener presentes:

Del análisis transversal de estos casos, se extraen directrices fundamentales aplicadas directamente al diseño de los nuevos tramos del Río Dílar:

Tratamiento de "infraestructura verde" y no de viario: La intervención debe utilizar materiales permeables, drenantes y de bajo impacto visual (como zahorras estabilizadas), alejándose de las secciones transversales rígidas propias de una carretera convencional para favorecer su mimetización con el entorno de ribera.

Multifuncionalidad del espacio: El trazado no solo debe ser un vector de desplazamiento funcional, sino que debe actuar simultáneamente como corredor ecológico, freno a la fragmentación de hábitats y espacio de educación ambiental.

Gestión supramunicipal coordinada: Tal y como demuestra la Vía Verde del Aceite, la durabilidad de la infraestructura requiere mecanismos de gestión conjunta entre los distintos ayuntamientos implicados y la administración provincial.

Máximo aprovechamiento de infraestructuras grises: Al igual que en los referentes fluviales citados, la resolución de barreras antrópicas (como los cruces bajo la GR-30 y la N-323a) debe realizarse minimizando la huella ecológica, aprovechando los pasos inferiores existentes para evitar nuevas ocupaciones o alteraciones en la dinámica del cauce.

2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y PRIMERA EVALUACIÓN DE SOLUCIONES.

2.1 IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA TERRITORIAL

El punto de partida de este proyecto nace de la observación y el análisis de la situación actual del corredor del río Dílar. En términos generales, el principal problema territorial detectado es la fuerte fragmentación física y funcional del entorno. A pesar de ser un espacio con un innegable valor ambiental y paisajístico, la relación del cauce con el territorio circundante es débil, presentando tramos degradados, desconectados y con escasa accesibilidad para la población local.

En concreto, el recorrido que une el término municipal de Dílar con el carril bici metropolitano de la Base Aérea de Armilla carece de una infraestructura ciclopeatonal continua. Esta desconexión provoca que, en lugar de funcionar como un eje vertebrador que una los municipios, el propio río y su entorno actúen en muchas ocasiones como una barrera espacial.

A esta fragmentación natural y de planeamiento se suma la presencia de grandes barreras antrópicas, fundamentalmente las vías de alta capacidad como la autovía GR-30 y la carretera N-323a. Estas infraestructuras de transporte generan un marcado "efecto barrera", actuando como cuellos de botella que interrumpen de forma abrupta la permeabilidad social y el tránsito no motorizado.

Desde el punto de vista estrictamente ambiental, el diagnóstico revela que la falta de un trazado continuo e integrado ha derivado en el abandono de ciertas zonas y en la vulnerabilidad del ecosistema fluvial frente a la presión urbanística del área metropolitana. La ausencia de ordenación y cuidado en los márgenes dificulta la aplicación de criterios de infraestructura verde y renaturalización.

En definitiva, el problema central radica en un modelo territorial que ha dado la espalda al río. Existe una necesidad urgente de transformar este espacio, actualmente fracturado, en un corredor ecológico y de movilidad activa. Es imprescindible proteger el dominio público hidráulico mediante una intervención planificada que ordene el tránsito, evite la degradación de las riberas y ofrezca una alternativa real y segura al uso del vehículo privado para los desplazamientos interurbanos.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE DESARROLLO

Para dar solución a la fragmentación territorial descrita y cumplir con los objetivos de conectividad metropolitana y recuperación ambiental, se han evaluado distintas opciones de intervención. El análisis de estas alternativas se ha realizado bajo el prisma de la Agenda Urbana, priorizando la sostenibilidad, el máximo respeto al ecosistema de ribera y la viabilidad tanto técnica como de ejecución.

A continuación, se describen las tres alternativas principales planteadas durante la fase de estudio:

- Alternativa 0: No intervención (Mantenimiento del estado actual).

Consiste en no ejecutar ninguna obra ni acondicionamiento sobre el terreno. Esta opción implica perpetuar la desconexión de los itinerarios no motorizados entre el municipio de Dílar y la red de la Base Aérea de Armilla. Desde una perspectiva ambiental y social, esta alternativa se descarta por completo: no frena la degradación del entorno fluvial, perpetúa el efecto barrera que generan las actuales autovías y condena los desplazamientos interurbanos de la zona a la dependencia exclusiva del vehículo privado.

- Alternativa 1: Trazado técnico lineal continuo por una única margen.

Esta opción plantea el diseño de una vía ciclopeatonal clásica, forzando el trazado para que discurra de forma ininterrumpida por la misma margen del río (por ejemplo, la derecha) desde su origen hasta la conexión final. Aunque funcionalmente resuelve el problema de la movilidad, requiere un enfoque de ingeniería civil tradicional y rígido, resultando muy agresivo con el entorno natural. Mantener la vía en un solo lado obligaría a realizar desmontes e importantes movimientos de tierra, talar vegetación de ribera consolidada en las zonas más estrechas y, lo más crítico, exigiría la construcción de nuevas y costosas pasarelas o viaductos para salvar el cruce transversal con la GR-30 y la N-323a. Se descarta debido a su alta huella de carbono y su gran impacto paisajístico sobre el corredor ecológico.

- Alternativa 2: Infraestructura verde y trazado adaptativo (Alternativa seleccionada).

Representa la opción idónea al concebir el proyecto como una auténtica infraestructura verde. En lugar de imponer el diseño geométrico al territorio, la senda lee la topografía y se adapta a las preexistencias ambientales. El recorrido propuesto comienza por la margen derecha del cauce, pero, en el tramo posterior a la intersección con la carretera, cruza a la margen izquierda. Este cambio de ribera no es aleatorio: permite eludir las zonas de mayor vulnerabilidad ecológica sin alterar el cauce.

Posteriormente, para resolver el conflicto con las grandes vías de comunicación, el diseño aprovecha la propia infraestructura gris existente. La senda discurre por el paso inferior de la autovía GR-30 y, mediante un pequeño paso acondicionado justo debajo de esta vía y de la N-323a, retorna de nuevo a la margen derecha. Este movimiento permite cruzar de forma segura con un impacto ambiental añadido nulo, sin levantar nuevas barreras visuales, hasta conectar de manera fluida y directa con el carril bici de la Base Aérea de Armilla.

2.3 EVALUACIÓN AMBIENTAL Y TÉCNICA DE LAS ALTERNATIVAS

La evaluación detallada de las opciones propuestas evidencia que la Alternativa 2 (Infraestructura verde y trazado adaptativo) es la única que responde adecuadamente a los retos técnicos del recorrido garantizando, de forma simultánea, la máxima preservación del entorno fluvial.

Evaluación técnica

Desde el punto de vista estrictamente técnico y de ingeniería, la decisión de alternar entre la margen derecha y la izquierda resulta ser la solución más eficiente y menos invasiva. Al aprovechar los pasos inferiores ya consolidados de la autovía GR-30 y la carretera N-323a, se reduce a la única construcción de un paso mediante un pequeño puente debajo de la autovía GR-30. Esto se traduce en una drástica reducción de la complejidad de la obra civil, minimizando los riesgos geotécnicos asociados a cimentaciones cercanas al cauce y asegurando una conectividad cómoda y segura para ciclistas y peatones.

Evaluación ambiental

En términos ambientales, el diseño adaptativo es clave para la protección del ecosistema de ribera. El cambio estratégico de márgenes permite sortear los sectores donde la vegetación autóctona presenta mayor densidad o donde el cauce es más estrecho y vulnerable. Al evitar la construcción de nuevas pasarelas o grandes muros de contención, se impide la alteración de la dinámica hidrológica y geomorfológica natural del río Dílar.

Además, esta alternativa reduce significativamente la necesidad de realizar desmontes y movimientos de tierras. Esto supone una aplicación directa de los principios de economía circular y sostenibilidad en la obra pública, disminuyendo de forma notable el ruido, el polvo y las emisiones de gases de efecto invernadero (huella de carbono) asociadas a la fase de ejecución material del proyecto.

Alineación con la Agenda Urbana y los ODS

La evaluación concluye que esta solución técnica es la que mejor materializa las directrices de la Agenda Urbana Provincial y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). De manera específica, la alternativa seleccionada contribuye al:

- **ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles):** Al conectar el municipio con la Base Aérea mediante una red ciclable funcional que fomenta la movilidad activa y reduce la dependencia del transporte motorizado.



Ilustración 8- ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles)

- **ODS 13 (Acción por el clima):** Al mitigar las emisiones de CO2 mediante el fomento de desplazamientos limpios y al adoptar un diseño constructivo de bajas emisiones.



Ilustración 9- ODS 13 (Acción por el clima)

- **ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres):** Al consolidar el río Dílar no solo como vía de paso, sino como un corredor ecológico (infraestructura verde) que respeta y protege la biodiversidad local frente a la fragmentación del territorio.



Ilustración 10- ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres)

2.4 ANÁLISIS DE VIABILIDAD Y ESTUDIO DE EXTERNALIDADES

Para garantizar el éxito de la Senda Ciclable del Río Dílar, es fundamental evaluar no solo su factibilidad técnica, sino también el impacto global que generará en su entorno. Este análisis demuestra que la intervención es plenamente viable y ofrece un balance de externalidades altamente favorable para el territorio.

Análisis de viabilidad técnica e institucional

Desde la perspectiva de la ingeniería civil, la viabilidad técnica del proyecto es muy alta. Como se ha expuesto en la evaluación de alternativas, el diseño renuncia a grandes estructuras de paso al aprovechar la infraestructura gris existente (pasos inferiores de la GR-30 y la N-323a). Esto reduce drásticamente la incertidumbre constructiva, los riesgos geotécnicos y la complejidad de la fase de ejecución.

A nivel institucional, el proyecto cuenta con un marco propicio para su desarrollo. La actuación se encuentra en total sintonía con las políticas de movilidad sostenible, vertebración territorial y Agenda Urbana. Además, al concebirse bajo el paraguas de iniciativas de fomento del desarrollo local —como los objetivos perseguidos por el programa Puentes de la Diputación de Granada—, el proyecto resulta estratégico para la administración y la colaboración entre las entidades implicadas, como los ayuntamientos afectados, la Demarcación de Carreteras y la Confederación Hidrográfica.

Estudio de externalidades

La implantación de esta infraestructura verde generará una serie de efectos indirectos sobre la sociedad y el medio ambiente que deben ser cuantificados y valorados:

Externalidades Positivas (Impacto favorable):

- **Salud pública y bienestar:** La creación de un entorno seguro y atractivo para el tránsito ciclopeatonal fomenta la actividad física, repercutiendo directamente en una mejora de la salud de la población local.
- **Cohesión y accesibilidad territorial:** Se elimina la barrera histórica que suponían las vías de alta capacidad, logrando una permeabilidad real y no motorizada entre el núcleo de Dílar, su entorno agrícola y la Base Aérea de Armilla.
- **Revalorización ambiental y paisajística:** La ordenación de las riberas frena la degradación actual, pone en valor el patrimonio natural del corredor fluvial y aumenta la conciencia ecológica de los usuarios.
- **Reducción de la huella de carbono:** Al captar usuarios que antes dependían del vehículo privado para estos desplazamientos metropolitanos, se reduce la emisión de gases de efecto invernadero y la contaminación acústica.

Externalidades Negativas (Impactos a mitigar):

- **Afecciones durante la fase de obra:** Se prevén molestias temporales derivadas del movimiento de maquinaria, emisión de polvo, ruido y posibles desvíos provisionales en caminos rurales.
- **Impacto puntual sobre flora y fauna:** Durante la adecuación de la senda y los cruces de margen, existirá un nivel de perturbación temporal en el ecosistema.
- **Medidas de mitigación:** Estas externalidades son de carácter transitorio y fácilmente asumibles mediante la estricta aplicación de un Plan de Gestión Ambiental durante la ejecución de las obras, limitando los trabajos en épocas sensibles para la fauna y controlando las emisiones de la maquinaria.

Retorno socioeconómico

Finalmente, el proyecto presenta una relación coste-beneficio social sobresaliente. La inversión inicial, contenida gracias al diseño adaptativo, se amortiza rápidamente a través de los beneficios en salud, el ahorro en costes de transporte privado y el impulso a la economía local. La senda no solo actuará como un eje de movilidad obligada (desplazamientos diarios), sino también como un polo de atracción para el ocio activo y el ecoturismo en el Área Metropolitana de Granada, dinamizando de manera sostenible los municipios por los que discurre.

3 PROYECTO DE APLICACIÓN DE AGENDA URBANA.

3.1 DENOMINACIÓN.

El presente trabajo fin de prácticas se inscribe bajo la denominación general de **"Senda ciclable del Río Dílar"**. De forma específica para este documento, la actuación se define como el *Proyecto constructivo y de integración ambiental para la prolongación del itinerario ciclopeatonal entre Dílar y la Base Aérea de Armilla*.

Bajo este título no solo se plantea la ejecución material de una obra civil, sino la materialización de un auténtico Proyecto de Aplicación de Agenda Urbana. La Agenda Urbana es un documento estratégico diseñado para orientar el desarrollo de nuestros municipios hacia un modelo territorial mucho más sostenible, inclusivo y resiliente.

Por lo tanto, la actuación propuesta se define como un claro ejemplo de aplicación de las líneas estratégicas de la Agenda Urbana, ya que busca directamente:

- Recuperar y revitalizar los espacios naturales del entorno fluvial que actualmente se encuentran infrautilizados o degradados.
- Promover la movilidad sostenible no motorizada, ofreciendo una alternativa física continua y segura frente al uso del vehículo privado.
- Fomentar la conectividad ecológica y territorial, salvando las barreras arquitectónicas de la GR-30 y la N-323a mediante el aprovechamiento de los pasos inferiores.
- Impulsar un modelo de área metropolitana más saludable, accesible y resiliente frente al cambio climático.

De este modo, la denominación del proyecto refleja fielmente su doble vertiente: la resolución técnica de una infraestructura de conexión interurbana y su profunda vocación como instrumento de regeneración ambiental alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (en especial los ODS 11, 13 y 15).

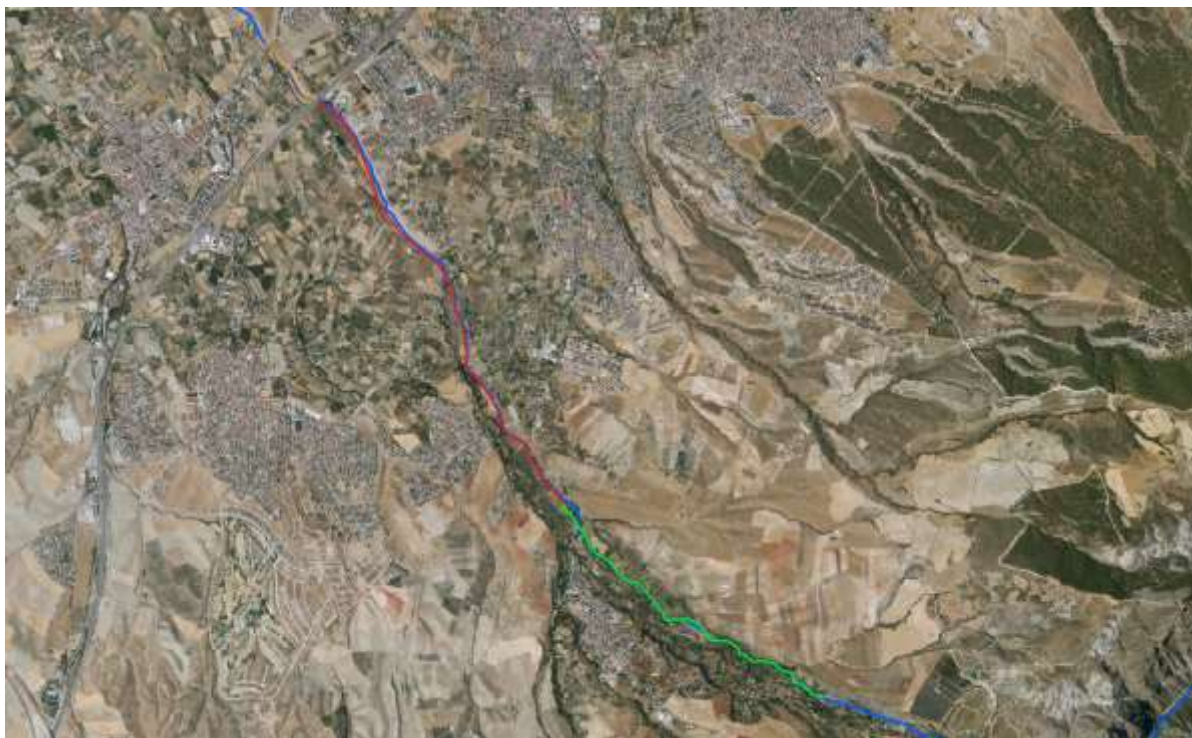


Ilustración 11- Tramos de la senda

3.2 OBJETIVOS OPERATIVOS.

A partir del encaje del proyecto dentro de los marcos de la Agenda Urbana, se definen a continuación los objetivos operativos que han orientado el trabajo técnico desarrollado durante este periodo de prácticas. Estos objetivos traducen la visión general ambiental en metas concretas, medibles e instrumentales que han guiado el diseño de la infraestructura.

En este sentido, el trabajo se ha estructurado en torno a los siguientes objetivos operativos:

- **Objetivo nº1: Diseñar una infraestructura ciclable continua superando las barreras físicas existentes.** Establecer un trazado coherente y transitable que resuelva la fragmentación actual entre el municipio de Dílar y la Base Aérea de Armilla. Esto ha implicado el diseño geométrico detallado y el tratamiento de datos espaciales mediante software topográfico para planificar los cruces de margen (derecha-izquierda-derecha) de forma óptima. De esta manera, se logra superar las grandes infraestructuras grises aprovechando los pasos inferiores de la GR-30 y la N-323a, garantizando la continuidad física del recorrido sin necesidad de levantar nuevas estructuras.

- **Objetivo nº2: Mejorar la conectividad metropolitana.** Integrar este nuevo tramo de la senda como un elemento estructural dentro de la red de movilidad sostenible del Área Metropolitana de Granada. Esto requiere asegurar su conexión funcional y directa con las vías ciclables ya existentes, concretamente culminando el enlace con el carril bici de la Base Aérea.
- **Objetivo nº3: Minimizar el impacto y promover la recuperación ambiental del corredor fluvial.** Fomentar la restauración ecológica del río Dílar en las zonas de intervención. A nivel operativo, esto se ha traducido en la alternancia estratégica de las riberas para evitar la alteración de la vegetación más densa y la aplicación de soluciones de bajo impacto constructivo (SBN), como firmes drenantes y adaptación al relieve natural para reducir al mínimo los movimientos de tierras y la afección al dominio público hidráulico.
- **Objetivo nº4: Fomentar el uso social, educativo y saludable del entorno.** Dotar al recorrido de las condiciones de seguridad, accesibilidad y diseño paisajístico necesarias para que la ciudadanía se apropie del espacio de forma respetuosa. Se busca transformar la ribera en un corredor verde lineal que invite al esparcimiento, la recreación activa y la educación ambiental, reforzando el vínculo entre la población local y el medio natural.

3.3 ACTORES Y SUS ROLES EN EL PROYECTO.

La viabilidad y el éxito de una infraestructura verde e interurbana como la Senda Ciclable del Río Dílar dependen directamente de la colaboración efectiva entre diversas administraciones, entidades técnicas y la propia ciudadanía. Para este proyecto, se han identificado los siguientes actores clave y sus respectivos roles:

- **Administraciones locales:** Los ayuntamientos de los municipios afectados (con especial protagonismo del Ayuntamiento de Dílar en el inicio de este tramo y de los municipios colindantes hasta la Base Aérea de Armilla) tienen un papel fundamental. Son los encargados de coordinar la definición del recorrido en su término, autorizar las actuaciones, colaborar en la ejecución material y asumir gran parte del mantenimiento posterior. Además, son la primera línea para impulsar actividades de dinamización local.

- **Administraciones supramunicipales:** La Diputación de Granada actúa como ente coordinador estratégico, prestando el apoyo técnico necesario (como el propio programa Puentes) y canalizando posibles vías de financiación. Por otro lado, resulta crítica la participación de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG) y la Junta de Andalucía, quienes establecen el marco normativo y deben autorizar las intervenciones en el dominio público hidráulico y evaluar el impacto sobre el medio ambiente.
- **Administración estatal y fondos europeos:** El Gobierno central y las instituciones europeas juegan el rol de financiadores estratégicos. A través de programas de recuperación (como NextGenerationEU) o fondos FEDER, aportan los recursos económicos necesarios para materializar proyectos alineados con la Agenda Urbana y la infraestructura verde.
- **Sector técnico y económico:** Las empresas de ingeniería, topografía, construcción y servicios ambientales son las encargadas de aterrizar el proyecto en sus fases de diseño y ejecución técnica. Paralelamente, la puesta en marcha de la senda abrirá nuevas oportunidades para el sector del turismo activo y el comercio local.
- **Ciudadanía y tejido asociativo:** La implicación de la población local, asociaciones ciclistas y agrupaciones ecologistas es indispensable para garantizar el cuidado del entorno y el uso responsable de la infraestructura. Asimismo, los centros educativos y grupos juveniles tienen el rol de aprovechar el corredor para actividades formativas y de educación ambiental.

En conjunto, este modelo de gobernanza compartida es lo que garantiza no solo la ejecución material de la obra, sino la sostenibilidad de la infraestructura y su integración en la vida del territorio a largo plazo.

3.4 ACTIVIDADES GENERALES Y TAREAS ESPECÍFICAS.

1. INTRODUCCIÓN

El presente bloque desarrolla el núcleo de este Trabajo Fin de Prácticas, materializando el diseño de la "Senda Ciclable del Río Dílar" —en su tramo de conexión interurbana hasta la Base Aérea de Armilla— no solo como una intervención de obra civil, sino como un auténtico Proyecto de Aplicación de la Agenda Urbana (PAU).

A lo largo de este capítulo se detalla la propuesta técnica y constructiva de la infraestructura, concebida bajo los principios de regeneración ambiental, cohesión territorial y fomento de la movilidad activa. De este modo, el proyecto trasciende la mera ejecución material para actuar como un instrumento estratégico alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (especialmente los ODS 11, 13 y 15), buscando transformar el corredor fluvial en una infraestructura verde, inclusiva frente a los retos climáticos del área metropolitana.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo estratégico: Fomentar la cohesión social y buscar la equidad.

Objetivo específico: Reducir el riesgo de pobreza y exclusión social en entornos urbanos desfavorecidos.

El presente proyecto da continuidad a la fase anterior, en la que se abordó el análisis inicial del trazado y las oportunidades de conexión del entorno del río Dílar dentro del área metropolitana de Granada.

Dentro de esta segunda fase, un objetivo general es profundizar en la definición del trazado y las condiciones de implantación de la senda ciclable del río Dílar como infraestructura de movilidad sostenible y cohesión territorial. Además de ello, dadas las últimas circunstancias provocadas por las DANAs que han afectado al territorio, se expone la necesidad de analizar las afectaciones provocadas por las lluvias al transcurso de la senda y determinar acciones de contingencia.

Respecto a algunos objetivos específicos que se pueden exponer se detallan:

- Revisar y ajustar el trazado definido en fases anteriores.

- Identificar puntos críticos (accesibilidad, seguridad, discontinuidades).
- Analizar la conexión con otros itinerarios y núcleos urbanos.
- Evaluar el impacto social y territorial del proyecto.
- Definir criterios técnicos para su ejecución.

3. OBJETIVOS PEDAGÓGICOS DEL PROGRAMA DE PRÁCTICAS

A continuación se enumeran los diferentes objetivos pedagógicos del programa de prácticas:

a. Adquisición de conocimientos.

- Conocimientos teóricos adquiridos.
- Conocimiento de normativa aplicable para el desarrollo de proyectos urbanísticos.
- Referencias relacionadas con el desarrollo del proyecto.
- Conocimientos prácticos (procedimentales y metodológicos).

b. Desarrollo de habilidades.

- Comunicativas
- Trabajo en Equipo
- Resolución de problemas
- Organización del Trabajo
- Responsabilidad
- Capacidad de Autocrítica
- Autonomía
- Puntualidad
- Iniciativa
- Creatividad
- Flexibilidad y Adaptabilidad

c. Desarrollo de actitudes.

- Mostrar una actitud proactiva para el desarrollo de las tareas.
- Mostrar una buena integración dentro del grupo de trabajo.
- Seguir la secuencia de las tareas programadas.
- Mostrar interés en las correcciones y aportaciones recibidas.

4. PLAN DE PRÁCTICAS PROPUESTO

a. Fases

Para el desarrollo del proyecto asignado, se establecen una serie de fases generales. Son las siguientes:

- **Fase I: Definición del problema.**
- **Fase II: Definición de objetivos.**
- **Fase III: Definición de la metodología.**
- **Fase IV: Desarrollo del trabajo de campo y recogida de datos.**
- **Fase V: Análisis y síntesis de datos.**
- **Fase VI: Redacción del Informe del Proyecto - Trabajo Final de Prácticas.**

b. Actividades generales a realizar

Una breve descripción de las actividades generales a realizar son las que se muestran a continuación:

- a. **Fase I: Definición del problema.** Durante esta fase, lo principal es definir qué aspectos han condicionado la apuesta por el proyecto que os ha sido asignado.
 - i. Búsqueda de causas que originan la necesidad del proyecto.
 - ii. Evaluar las posibilidades para resolver el problema (análisis de las opciones planteadas por el proyecto para resolver el problema).
- b. **Fase II: Definición de objetivos.** Especificar cuáles son los objetivos generales y específicos que alcanzar con el desarrollo del proyecto. Determinar los resultados esperados y los agentes afectados.
 - i. Establecer los objetivos generales y específicos perseguidos con el desarrollo del proyecto (qué se pretende con el desarrollo del proyecto).
 - ii. Determinar los resultados esperados y los agentes involucrados (qué alcance tiene el proyecto y qué agentes están involucrados).
- c. **Fase III: Definición de la metodología.** Establecer las técnicas y trabajo de campo a desempeñar para la obtención de la información necesaria para la materialización del proyecto.
 - i. Definir las fuentes a consultar (BOE, otros proyectos parecidos, fuentes estadísticas, registros, ...).
 - ii. Definir el trabajo de campo a desarrollar (mediciones, geolocalizar, inventariar y clasificar, desarrollo de entrevistas, visitas a registros, ...).
- d. **Fase IV: Desarrollo del trabajo de campo y recogida de datos.**
 - i. Recoger los datos mediante el análisis de fuentes.
 - ii. Realizar el trabajo de campo.

- e. **Fase V: Análisis y síntesis de datos.** Durante esta fase se sintetiza la información recogida para establecer las conclusiones y acciones a desarrollar en el proyecto.
 - i. Sintetizar la información (organizar la información recogida para introducir en el proyecto).
 - ii. Establecer las conclusiones y acciones a desarrollar en el proyecto (definir las decisiones tomadas y las acciones a emprender para el desarrollo del proyecto).
 - iii. Realizar las acciones para el inicio del proyecto: trámites y acciones necesarias de apoyo para su desarrollo.

- f. **Fase VI: Redacción del Informe del Proyecto - Trabajo Final de Prácticas.** Mediante esta última fase se esquematiza toda la información y conclusiones obtenidos durante el proyecto de la forma más didáctica posible con el objetivo de que se puedan materializar las acciones reflejadas en el mismo.
 - i. Esquematizar la información y conclusiones obtenidas.
 - ii. Definir las acciones detalladas a desarrollar para la materialización del proyecto.
 - iii. Establecer indicadores de seguimiento.
 - iv. Otra información requerida para completar el Trabajo Final de Prácticas.

c. Tareas específicas por cada actividad

Las tareas específicas se irán definiendo con más detalle con el desarrollo de los trabajos, pero inicialmente se contemplan las siguientes asociadas a cada una de las fases:

- a. **Fase I: Definición del problema.**
 - i. Evaluación de la Agenda Urbana Metrópoli.
 - ii. Evaluar las necesidades planteadas por los interlocutores por del Área Metropolitana respecto a la Senda Ciclable.
 - iii. Evaluar los recursos de los que se dispone y de los contactos necesarios, tanto a nivel local en Dílar, como en otros territorios.

- b. **Fase II: Definición de objetivos.**
 - i. Establecer las diferentes líneas de trabajo a afrontar.
 - ii. Definir cuáles son los resultados finales esperados.
 - iii. Consensuar los objetivos con los interlocutores por del Ayuntamiento de Dílar y otros municipios implicados.
 - iv. Consensuar en profundidad con los interlocutores qué acciones acometer respecto: trazado de la Senda e intervenciones necesarias.

c. Fase III: Definición de la metodología.

- i. Consultar fuentes disponibles (trabajos desarrollados hasta el momento relacionados con el proyecto, otros proyectos parecidos, planos y registros asociados). Esto nos permite adquirir conocimientos sobre posibles elementos e intervenciones a incluir en el proyecto.
- ii. Definir el trabajo de campo a desarrollar (mediciones, documentación gráfica, entrevistas con agentes relacionados).

d. Fase IV: Desarrollo del trabajo de campo y recogida de datos.

- i. Desarrollo de mediciones, generación de documentación gráfica y desarrollo de entrevistas con agentes relacionados.
- ii. Visita de espacios donde se diseñan las actuaciones.

e. Fase V: Análisis y síntesis de datos.

- i. Sintetizar toda la información recogida.
- ii. Evaluar el proyecto previo realizado.
- iii. Completar información gráfica asociada al proyecto.

f. Fase VI: Redacción del Informe del Proyecto - Trabajo Final de Prácticas.

- i. Esquematizar la información y conclusiones obtenidas
- ii. Definir las acciones detalladas a desarrollar para la materialización del proyecto
- iii. Establecer indicadores de seguimiento
- iv. Otra información requerida para completar el Trabajo Final de Prácticas (análisis de factibilidad, fases para su implantación, incorporación de la perspectiva de género, ...)
- v. Preparar presentación del proyecto en el municipio

3.5 RECURSOS NECESARIOS Y POSIBLES.

La materialización de la Senda Ciclable del Río Dílar, entendida como una infraestructura verde de bajo impacto, requiere una planificación exhaustiva de los recursos técnicos, materiales, humanos y financieros para garantizar su viabilidad ambiental y constructiva. Estos recursos se estructuran en los siguientes bloques:

- **Recursos humanos:** El enfoque integral del proyecto exige la intervención de equipos multidisciplinares. Se requiere la participación de personal técnico especializado en

ingeniería civil, topografía y medio ambiente, capaces de integrar la obra en el paisaje. Además, es clave la labor de los técnicos de la Diputación y de los ayuntamientos, junto con equipos de dirección de obra y operarios formados en actuaciones de bajo impacto ecológico.

- **Recursos técnicos:** Para asegurar la mínima afección al ecosistema de ribera y proyectar los cruces de margen de forma precisa, resulta imprescindible el uso de Sistemas de Información Geográfica (GIS) para la cartografía y el análisis espacial. El uso de software avanzado de modelado topográfico y diseño lineal (como AutoCAD o Civil 3D) es vital para ajustar las rasantes y evitar grandes movimientos de tierras. Asimismo, se contemplan recursos técnicos vinculados a la gestión, como la elaboración de estudios ambientales y la coordinación de autorizaciones con la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.
- **Recursos materiales:** Al tratarse de una intervención con clara vocación ecológica, los materiales empleados deben ser compatibles y respetuosos con el medio natural. Esto implica la utilización de pavimentos permeables y ecológicos (como zahorras compactadas o áridos estabilizados), vegetación autóctona para la restauración paisajística de los márgenes, señalización no invasiva y mobiliario urbano sostenible (bancos, aparcabicicletas, fuentes) integrado en el entorno.
- **Recursos financieros y fuentes de financiación posibles:** El diseño adaptativo propuesto permite contener los costes frente a una obra civil tradicional, lo que hace que el presupuesto estimado sea asumible, especialmente si se acomete de forma progresiva. Al estar perfectamente alineado con la Agenda Urbana, el proyecto tiene acceso a diversas fuentes de financiación estratégica:
 - **Fondos Europeos:** Programas como Next Generation EU, FEDER o Interreg, que priorizan la movilidad sostenible, la infraestructura verde y la restauración de ecosistemas.
 - **Financiación provincial y autonómica:** A través de recursos propios y planes de sostenibilidad de la Diputación de Granada, así como subvenciones de la Junta de Andalucía orientadas a la mitigación del cambio climático.
 - **Recursos municipales:** Aportaciones directas de los ayuntamientos implicados, fundamentales para cofinanciar la ejecución y garantizar las futuras labores de conservación y mantenimiento.

3.6 FASES PARA SU IMPLEMENTACIÓN.

Atendiendo a las características técnicas de la infraestructura y a la necesidad de minimizar la afección sobre el dominio público hidráulico, la ejecución material de la Senda Ciclable del Río Dílar se planifica en las siguientes fases constructivas secuenciales:

- **Fase 1: Trabajos previos y replanteo topográfico.** Antes de la entrada de maquinaria, se procede al replanteo del trazado sobre el terreno. Esta etapa es crítica y requiere el volcado de los modelos de obra lineal generados mediante software de diseño civil (como Civil 3D) y cartografía GIS (QGIS). El objetivo es definir sobre el terreno las cotas exactas, los ejes de la traza, los límites de la zona de servidumbre y los puntos precisos de transición entre márgenes, optimizando así los volúmenes de desmonte y terraplén.
- **Fase 2: Ejecución constructiva del Tramo 1 (Margen Derecha).** La obra civil comienza en el entorno del Puente de las Casillas, en el municipio de Dílar. Los trabajos consisten en el desbroce selectivo de la traza, la excavación de la caja para la plataforma y el perfilado de la subrasante por la margen derecha. Posteriormente, se procede al extendido y compactación de las capas granulares de base y a la aplicación de los pavimentos drenantes, priorizando una integración fluida con la trama urbana de inicio.



Ilustración 12- Tramo 1

- **Fase 3: Transición y ejecución del Tramo 2 (Margen Izquierda).** Esta fase aborda el desarrollo del recorrido desde la carretera hasta el puente de la autovía. Implica la obra necesaria para materializar el cruce seguro hacia la margen izquierda. Los trabajos se centran en la estabilización de los márgenes en la zona de cruce, la formación de cunetas para garantizar el correcto drenaje longitudinal y transversal, y la consolidación de la plataforma ciclable a lo largo de esta ribera, asegurando la estabilidad frente a posibles escorrentías.

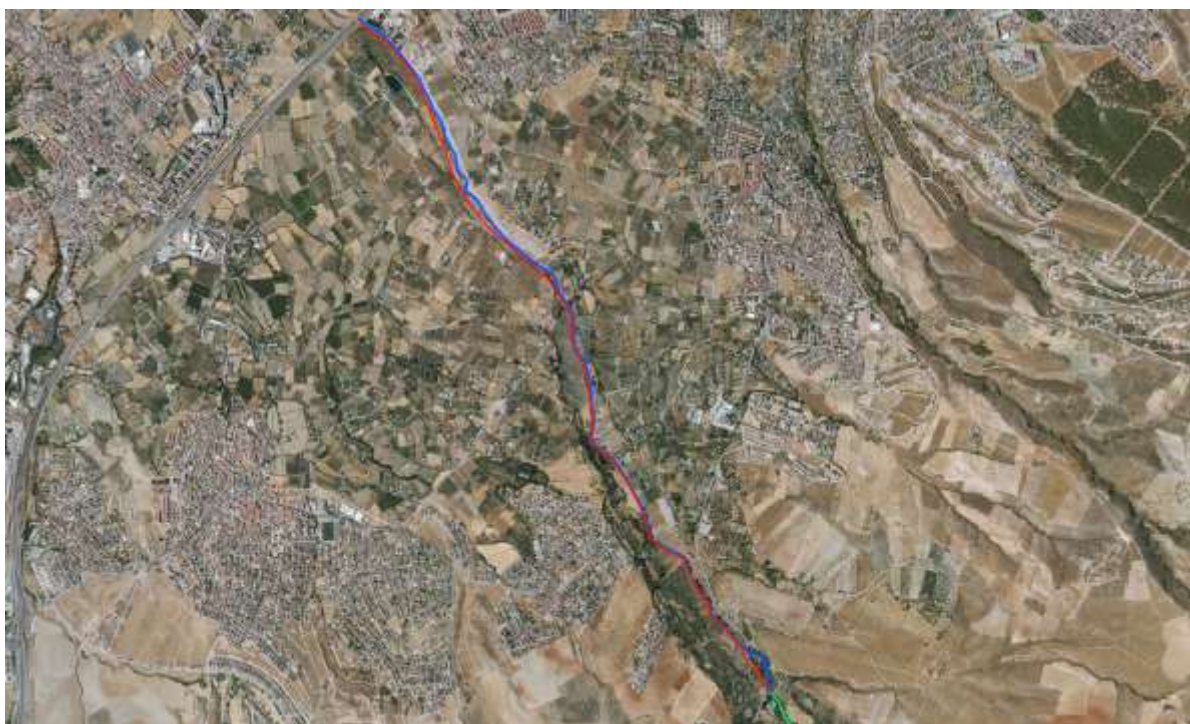


Ilustración 13- Tramo 2

- **Fase 4: Ejecución del Tramo 3 y conexión final (Retorno a Margen Derecha).** Constituye la fase constructiva enfocada en sortear las grandes infraestructuras grises (GR-30 y N-323a). Las obras se centran en el acondicionamiento de los pasos inferiores, ajustando la rasante para asegurar los gálibos de seguridad ciclista y la protección frente a la lámina de agua. Tras superar estos obstáculos, se ejecuta el cambio de trazado para retornar a la margen derecha, rematando la fase con las obras de pavimentación necesarias para el empalme exacto y sin discontinuidades con el carril bici existente en la Base Aérea de Armilla.



Ilustración 14- Tramo 3

- **Fase: Elementos de contención, señalética y remates.** Con la plataforma ya consolidada en cada tramo, se ejecutan las unidades de obra finales para cada tramo. Estas incluyen el hincado de barreras de protección de madera en terraplenes o zonas de caída, la instalación de la señalización vertical y horizontal, y las labores de hidrosiembra o plantación en los taludes generados, logrando la estabilización final de las tierras y la integración paisajística de la infraestructura.
- Resolución de la intersección entre el Tramo 1 y el Tramo 2: Paso ciclopeatonal semaforizado a demanda

La transición geométrica y de flujos entre el Tramo 1 y el Tramo 2 requiere el cruce transversal de la calzada existente para efectuar el cambio de trazado hacia la margen opuesta. Para resolver esta intersección a nivel garantizando los máximos estándares de seguridad vial y la protección del tráfico vulnerable, se proyecta la implantación de un paso ciclopeatonal controlado por una instalación semafórica a demanda. El sistema de control de tráfico estará equipado con pulsadores en los báculos de ambas isletas de aproximación, permitiendo habilitar la fase verde para los usuarios de la senda de forma exclusiva mediante solicitud manual. Esta configuración minimiza la disrupción del tráfico motorizado, interrumpiéndolo únicamente ante la presencia real de peatones o ciclistas.

La actuación se complementa con la disposición de marcas viales transversales termoplásticas de alta retrorreflexión, señalización vertical de advertencia avanzada y una iluminación

focalizada que asegura la correcta percepción del cruce y el cumplimiento estricto de la distancia de visibilidad de parada estipulada en la normativa de trazado.

- **Conexión entre el Tramo 2 y el Tramo 3: Estructura de cruce inferior**

El enlace de continuidad longitudinal entre el Tramo 2 y el Tramo 3 se materializa aprovechando la permeabilidad transversal que ofrece el paso inferior de la autovía GR-30. Para salvar la morfología del cauce y superar los vados inundables preexistentes en este sector de la ribera, se proyecta la ejecución de una pasarela ciclopeatonal de vano corto. El encaje altimétrico de este pequeño puente se ha dimensionado en base a las restricciones de contorno del entorno: la cota de rasante se ha elevado lo suficiente para garantizar el resguardo hidráulico necesario sobre el nivel de los vados, protegiendo la plataforma y su cimentación de la erosión frente a las láminas de agua generadas por las avenidas de cálculo. Simultáneamente, el diseño de la superestructura y el peralte aseguran el cumplimiento del gálibo vertical libre estricto exigido por el intradós del tablero de la autovía suprayacente, logrando una integración estructural eficiente y segura bajo la infraestructura preexistente.

3.7 HOJA DE RUTA TERRITORIAL PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

La consolidación del trazado definitivo de la Senda Ciclable del Río Dílar ha requerido la implementación de una hoja de ruta metodológica basada en la iteración continua entre el análisis técnico de campo y la validación institucional. Este proceso de planificación territorial se ha estructurado en fases secuenciales, garantizando que el diseño constructivo responda de manera simultánea a las exigencias topográficas del entorno fluvial y a los requerimientos funcionales de la administración local.

1. Fase de lanzamiento y conceptualización preliminar

El cronograma de trabajo se inauguró mediante una mesa de concertación inicial con los representantes del Ayuntamiento de Dílar y la dirección técnica del programa Puentes. En este primer encuentro se establecieron las condiciones de contorno del proyecto, definiendo la viabilidad estratégica de prolongar el itinerario ciclopeatonal hacia la Base Aérea de Armilla. Durante esta sesión se evaluaron las restricciones operativas y se acordó una directriz de diseño preliminar (idea inicial), fijando como premisas innegociables la mínima afección al dominio público hidráulico y el fomento de la movilidad blanda interurbana.

2. Campaña de reconocimiento geotécnico y topográfico de campo

Tras la fijación de los objetivos preliminares, la hoja de ruta dio paso a una exhaustiva campaña de toma de datos in situ. Se ejecutaron múltiples inspecciones de campo a lo largo del corredor fluvial para llevar a cabo una caracterización geomorfológica de las riberas. Estas visitas resultaron críticas para evaluar la estabilidad de los taludes naturales, dimensionar las servidumbres de tránsito e identificar los puntos singulares del trazado. Se prestó especial atención a los cuellos de botella generados por la vegetación consolidada y a la necesidad de proyectar estructuras de contención y cruces de margen que garantizaran la seguridad estructural frente a las dinámicas hidrológicas del cauce.

3. Diagnóstico de puntos críticos y evaluación conjunta de soluciones

Con la planimetría y el análisis espacial preliminar definidos, la metodología de trabajo adoptó un enfoque bidireccional. Cada nueva jornada de campo se vinculó de manera directa con reuniones técnicas en la sede de la entidad local. Esta sinergia permitió abordar el diagnóstico de los nudos conflictivos del trazado —como la intersección a nivel para la transición entre la margen derecha e izquierda, y el franqueo de los vados bajo la autovía GR-30— mediante un análisis multicriterio de soluciones. La exposición técnica de las alternativas constructivas (incluyendo el dimensionamiento de pasos semaforizados a demanda y pasarelas de vano corto) permitió a los técnicos municipales comprender el alcance de las actuaciones, convergiendo hacia la adopción de soluciones de ingeniería óptimas, de bajo impacto ambiental y alta viabilidad económica.

4. Validación institucional y cierre del diseño geométrico

La fase culminante de esta hoja de ruta territorial se materializó en una serie de encuentros de validación ejecutiva con la Alcaldía y la Tenencia de Alcaldía del Ayuntamiento de Dílar. El objetivo de estas reuniones fue someter el anteproyecto depurado a la evaluación política e institucional, asegurando que las especificaciones geométricas y los acabados superficiales proyectados (uso de pavimentos continuos tipo alpañata y balizamientos rústicos) se alinearan con las expectativas de desarrollo urbano del municipio.

El intercambio de perspectivas en esta última etapa permitió perfilar los detalles finales de la infraestructura, integrando las aportaciones de los responsables públicos respecto a la seguridad ciudadana y la accesibilidad universal. El proceso concluyó con la aprobación unánime de la solución técnica, logrando un encaje definitivo que satisface plenamente los criterios de sostenibilidad de la corporación local, garantizando así el respaldo institucional necesario para la futura licitación y materialización de la obra civil.

3.8 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA SU DESARROLLO, O EN SU CASO ESTUDIO DE VIABILIDAD.

El desarrollo de la Senda Ciclable del Río Dílar presenta un alto grado de viabilidad en todas sus dimensiones, demostrando ser una intervención equilibrada, realista y asumible para las administraciones implicadas. Este análisis se fundamenta en cuatro pilares clave:

- **Viabilidad técnica:** El diseño del itinerario garantiza su factibilidad al aprovechar la orografía y los caminos de servidumbre preexistentes en los tres tramos del recorrido. El uso de herramientas de precisión y modelado civil (como Civil 3D y QGIS) asegura un encaje geométrico óptimo, evitando movimientos de tierras masivos. Resulta especialmente determinante para la viabilidad de la obra el aprovechamiento de los pasos inferiores bajo la GR-30 y la N-323a (Tramo 3), lo que elimina la necesidad de proyectar nuevas y costosas estructuras de paso, simplificando radicalmente la ejecución material.
- **Viabilidad ambiental:** Al concebirse como una infraestructura verde, el proyecto cumple estrictamente con los criterios de mínima afección al medio natural. La elección de firmes permeables, la consolidación blanda de márgenes y el respeto a la zona de servidumbre del dominio público hidráulico garantizan la viabilidad ecológica frente a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Lejos de suponer un impacto negativo, la intervención actúa como un vector para la restauración paisajística de las riberas.
- **Viabilidad económica:** En comparación con las infraestructuras de obra civil convencionales, el presupuesto de ejecución material (PEM) por kilómetro de este corredor ciclopeatonal es altamente eficiente. Esta contención de costes, unida al nivel de madurez técnica del trazado, posiciona al proyecto de forma inmejorable para la captación de financiación autonómica y fondos europeos vinculados a la movilidad sostenible y la transición ecológica.

	LONGITUD	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B
TRAMO 1	2.640	378.391,20 €	370.814,40 €
TRAMO 2	4.392	486.414,00 €	469.416,96 €
TRAMO 3	675	153.913,50 €	150.828,75 €
TOTAL	7.707	1.018.718,70 €	991.060,11 €

Ilustración 15- Presupuesto

- **Viabilidad social e institucional:** El proyecto responde a una demanda real de conectividad blanda y segura entre los núcleos urbanos, enlazando funcionalmente Dílar con la infraestructura ciclista consolidada de la Base Aérea de Armilla. Además, cuenta con un fuerte respaldo institucional, alineándose perfectamente con las estrategias de desarrollo territorial impulsadas por la Diputación de Granada, a través de iniciativas como el programa PUENTES, lo que facilita el consenso y la gobernanza intermunicipal necesaria para su mantenimiento futuro.

3.9 INCORPORACIÓN Y ANÁLISIS DE LA PERSPECTIVA DE GÉNERO EN EL PROYECTO.

La integración de la perspectiva de género en el diseño de infraestructuras civiles trasciende la mera neutralidad técnica, reconociendo que la forma en que se planifica el espacio público genera impactos diferenciados en hombres y mujeres. En el caso de la Senda Ciclable del Río Dílar, este análisis se estructura en torno a dos ejes fundamentales de la movilidad activa: la seguridad espacial y la movilidad de los cuidados.

- **Seguridad y percepción del espacio:** Estadísticamente, las mujeres experimentan una mayor percepción de inseguridad en espacios aislados o mal iluminados. Desde el punto de vista del trazado y la obra civil, el proyecto aborda esta variable maximizando la visibilidad a lo largo de la traza. Especial atención cobra el Tramo 3, donde la resolución técnica de los pasos inferiores bajo la GR-30 y la N-323a se debe diseñar evitando recodos ciegos, garantizando gálibos amplios y buscando la mayor entrada de luz natural posible. Una plataforma ancha y despejada de vegetación invasiva en las riberas inmediatas favorece la sensación de control visual del entorno, fomentando que la ruta sea utilizada con confianza por usuarias de todas las edades.
- **Movilidad de los cuidados y accesibilidad:** Los patrones de movilidad muestran que las mujeres realizan, en mayor proporción, desplazamientos vinculados a las tareas de cuidados (acompañamiento de menores y mayores, compras, gestiones cotidianas). Estos trayectos suelen ser cortos, poligonales y, a menudo, requieren el uso de elementos rodantes auxiliares (cochecitos infantiles, carros, bicicletas con sillas portabebés). El diseño de la senda, al limitar las pendientes longitudinales y garantizar una superficie de rodadura regular y compactada (libre de resaltos abruptos), favorece directamente esta "movilidad de los cuidados", transformando el itinerario en una

alternativa real no solo para el ocio deportivo, sino para los trayectos cotidianos seguros entre el municipio y el área metropolitana.

- **Impacto institucional y social:** La ejecución de esta senda contribuye a democratizar el uso del espacio natural y viario. Al diseñar una infraestructura inclusiva y amable, alineada con las políticas de igualdad y cohesión territorial impulsadas desde instituciones como la administración provincial, se mitiga la brecha de género en la movilidad ciclista, que tradicionalmente ha contado con una mayor participación masculina en entornos interurbanos compartidos con tráfico motorizado. Al segregar el tráfico y crear un corredor verde protegido, se incentiva la adopción de la bicicleta y el paseo peatonal por parte de la población femenina.

3.10 DISEÑOS PREVIOS, INFOGRAFÍAS, MAPAS, SOLUCIONES MARKETING, ETC ...

3.10.1 Descripción General del Trazado Definido

3.10.1.1 Desarrollo geométrico en planta

El trazado en planta de la Senda Ciclable del Río Dílar se ha concebido bajo la premisa fundamental de adaptación topográfica y respeto al entorno natural. La directriz de la vía discurre paralela al cauce del río, aprovechando las zonas de servidumbre del dominio público hidráulico siempre que ha sido posible. Esta estrategia permite minimizar la afección a parcelas privadas y reducir significativamente el volumen de posibles expropiaciones.

Desde el punto de vista analítico y geométrico, el eje de la plataforma se ha definido mediante herramientas de diseño civil, y está constituido por una sucesión de alineaciones rectas enlazadas mediante curvas circulares. Al tratarse de un itinerario ciclopeatonal, el diseño adopta una geometría deliberadamente sinuosa que copia la morfología de las riberas del Río Dílar. Este encaje en planta minimiza el impacto ambiental y evita la necesidad de ejecutar grandes movimientos de tierras o estructuras de contención desproporcionadas.

A lo largo del proyecto, la directriz en planta responde a las particularidades de cada sector:

- **En el Tramo 1:** Discurriendo por la margen derecha, la geometría es fluida y abierta. Los radios de curvatura adoptados son amplios, garantizando en todo momento la visibilidad de parada y una circulación cómoda para usuarios de cualquier nivel.

- **En el Tramo 2:** El trazado incorpora las inflexiones necesarias para resolver la transición del flujo hacia la margen izquierda. Los radios de giro en este punto se han ajustado estrictamente a las condiciones de contorno que impone la sección del propio cauce para ejecutar el cruce con seguridad.
- **En el Tramo 3:** La planta viene fuertemente condicionada por la presencia de grandes infraestructuras. El eje exige aquí un encaje de alta precisión para embocar de forma ortogonal y segura en los pasos inferiores existentes bajo la autovía GR-30 y la carretera N-323a, para posteriormente realizar el giro que devuelve la traza a la margen derecha y la encamina hacia la conexión final con la Base Aérea de Armilla.

En todos los vértices del trazado, los radios mínimos proyectados cumplen con los estándares de diseño para infraestructuras ciclistas, asegurando la maniobrabilidad, el confort del usuario y la fluidez del tránsito bidireccional.

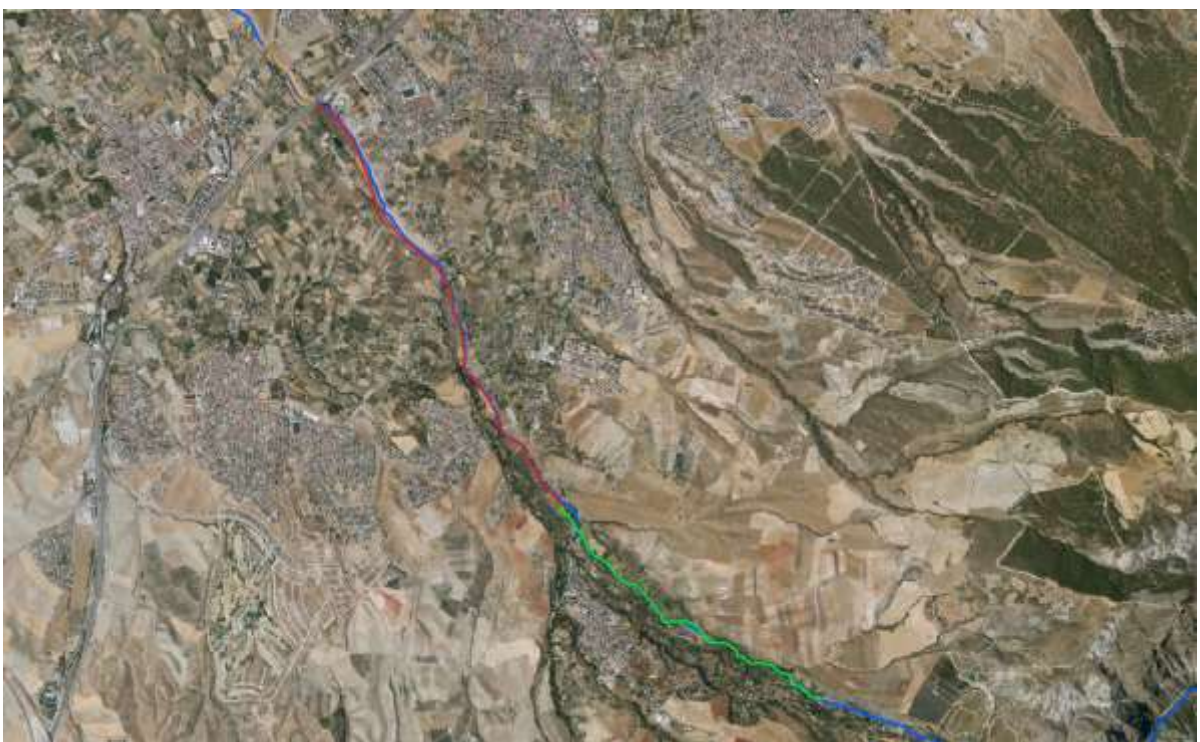


Ilustración 16- Tramos de la senda

3.10.1.2 Desarrollo geométrico en alzado

El diseño altimétrico o perfil longitudinal de la Senda Ciclable del Río Dílar se ha proyectado con

el objetivo principal de ceñirse al máximo a la topografía natural del terreno. Esta estrategia de diseño permite minimizar el movimiento de tierras (volúmenes de desmonte y terraplén), reduciendo de manera sustancial la afección ambiental e integrando la infraestructura de forma armoniosa en el ecosistema fluvial de la ribera.

Las rasantes se han definido buscando un equilibrio continuo entre la adaptación al relieve existente y el estricto cumplimiento de los criterios de accesibilidad y confort exigibles para una vía ciclopeatonal. En términos generales, se han proyectado pendientes longitudinales suaves que aseguran un tránsito fluido, seguro y exento de un esfuerzo físico excesivo para los distintos tipos de usuarios.

Dentro de la longitud total del proyecto, el encaje en alzado ha requerido intervenciones técnicas de mayor precisión en dos escenarios particulares:

Por un lado, se ha prestado especial atención a la suavización de las pendientes. Por otro lado, la directriz vertical viene fuertemente condicionada por la necesidad de garantizar la permeabilidad frente a las grandes barreras físicas del entorno. En los cruces mediante paso inferior bajo la autovía GR-30 y la carretera N-323a, la rasante desciende de manera progresiva y controlada para asegurar el gálibo libre vertical mínimo necesario para la seguridad de ciclistas y peatones. En estos puntos singulares de depresión altimétrica, el diseño se ha estudiado meticulosamente para compatibilizar la pendiente de bajada con la protección hidráulica, asegurando que la cota final de la plataforma no se vea comprometida por la lámina de agua en caso de avenidas del río.

3.10.1.3 Sectorización del proyecto

Para facilitar su descripción técnica, análisis pormenorizado y su futura ejecución material, el trazado longitudinal de la Senda Ciclable del Río Dílar se ha estructurado en tres grandes tramos o sectores. Esta sectorización atiende a criterios de homogeneidad del entorno, la ubicación respecto a las márgenes del cauce y la interacción con las infraestructuras de comunicación preexistentes.

A continuación, se define el alcance de cada uno de los sectores que componen el itinerario:

- **Tramo 1:** Tiene su punto de inicio en el Puente de las Casillas, situado en el término municipal de Dílar. El itinerario se desarrolla de manera continua a lo largo de la margen derecha del cauce, discurriendo por un entorno con un marcado carácter rural y natural. La directriz principal en esta zona es la mínima alteración del ecosistema, centrando el

diseño en la adaptación topográfica y la integración de la infraestructura verde.

- **Tramo 2:** Se inicia en el punto exacto donde la senda proyecta su cruce para pasar a discurrir por la margen izquierda del río. Este sector intermedio asume el flujo ciclopeatonal por esta ribera y se prolonga hasta alcanzar las inmediaciones del viaducto de la autovía GR-30. Las condiciones de contorno impuestas por la sección del cauce y la servidumbre de paso definen las actuaciones constructivas de este bloque.
- **Tramo 3:** Constituye el sector final del proyecto y concentra las soluciones técnicas más singulares. Comienza en la intersección con la GR-30, resolviendo el cruce tanto de la autovía como de la carretera N-323a mediante el aprovechamiento y acondicionamiento de pasos inferiores. Una vez superadas estas barreras físicas, el trazado ejecuta el giro necesario para retornar a la margen derecha, encaminándose hacia su finalización en la conexión directa con la Base Aérea de Armilla.

3.10.2 Parámetros Geométricos de Diseño

3.10.2.1 Velocidad de proyecto y distancias de visibilidad

La definición de la velocidad de proyecto para la Senda Ciclable del Río Dílar se ha establecido partiendo de su naturaleza de itinerario ciclopeatonal de uso compartido. Con el objetivo primordial de garantizar la seguridad vial, la convivencia armónica entre ciclistas y viandantes, y el disfrute del entorno natural, se ha adoptado una velocidad de proyecto general de 20 km/h. Esta velocidad directriz sirve como parámetro base para el cálculo del resto de condicionantes geométricos del trazado, previendo su reducción puntual en los tramos de mayor complejidad técnica o estrechamiento, como las aproximaciones a las intersecciones y las embocaduras de los pasos inferiores.

En lo relativo a las distancias de visibilidad, el diseño geométrico garantiza en todo el recorrido la distancia de visibilidad de parada exigible para la velocidad adoptada. Los cálculos y comprobaciones, apoyados en el modelado espacial, han verificado que la combinación de los radios de curvatura en planta con los despejes laterales de la sección asegura que cualquier usuario disponga de la longitud suficiente para detectar un obstáculo imprevisto y detenerse con total seguridad, teniendo en cuenta los tiempos de percepción y reacción, así como el

coeficiente de rozamiento longitudinal del pavimento proyectado.

Adicionalmente, el análisis de la visibilidad no se ha limitado a la estricta cinemática del ciclista, sino que se ha integrado desde la perspectiva de género y la movilidad de los cuidados. Para potenciar la seguridad percibida por los usuarios, se ha puesto especial cuidado en garantizar una cuenca visual amplia y despejada, especialmente en los puntos críticos del Tramo 3. En los accesos e interior de los pasos inferiores bajo la autovía GR-30 y la carretera N-323a, el diseño evita la formación de ángulos ciegos o zonas de ocultación, asegurando gálibos visuales francos que reducen la sensación de confinamiento y fomentan la tranquilidad y el confort psicológico durante el tránsito.

3.10.2.2 Radios mínimos en curvas horizontales

El dimensionamiento de las curvas horizontales en el eje del trazado está directamente supeditado a la velocidad de proyecto adoptada (20 km/h) y a las características cinemáticas de los vehículos de diseño (bicicletas convencionales y adaptadas). Para garantizar la estabilidad en curva, el confort del usuario y evitar el deslizamiento lateral, el radio mínimo se ha calculado ponderando la velocidad, el coeficiente de rozamiento transversal del pavimento proyectado y el bombeo o peralte de la sección.

En la mayor parte del itinerario, especialmente a lo largo del **Tramo 1** y en los sectores abiertos del **Tramo 2**, la disponibilidad de espacio en la zona de servidumbre del río Dílar ha permitido encajar alineaciones muy tendidas. En estos sectores, se han proyectado radios de curvatura amplios (generalmente superiores a los 15-20 metros), muy por encima de los mínimos normativos. Esta geometría holgada proporciona un trazado fluido que evita reducciones bruscas de velocidad, minimiza la fatiga del ciclista y facilita el adelantamiento seguro a los peatones.

Sin embargo, las limitaciones espaciales y la presencia de infraestructuras preexistentes han obligado a ceñir el diseño geométrico en zonas específicas. En las proximidades de las transiciones de margen y, de forma muy acusada en el **Tramo 3** (accesos y embocaduras a los pasos inferiores bajo la autovía GR-30 y la carretera N-323a), el encaje planimétrico ha requerido la adopción de radios mínimos estrictos.

En estas curvas de radio reducido, el diseño incluye dos contramedidas fundamentales para mantener los estándares de seguridad:

- **Limitación de velocidad:** Señalización de advertencia para la adecuación de la marcha antes de la entrada a la curva.
- **Sobreancho en curva:** Atendiendo a la perspectiva de la "movilidad de los cuidados", se ha incrementado ligeramente la anchura de la plataforma en los vértices más cerrados. Este sobreancho garantiza que las bicicletas con remolque infantil, sillas de ruedas o carritos de bebé dispongan del espacio de barrido necesario para trazar la curva sin invadir el carril contrario ni salirse de la plataforma firme, evitando situaciones de conflicto o peligro por estrechamiento.

Dada la baja velocidad directriz de la vía, la transición entre las alineaciones rectas y las curvas circulares se resuelve de manera directa en la mayoría de los casos, sin necesidad de introducir curvas de transición (clotoides), ya que las fuerzas centrífugas generadas a 20 km/h no comprometen la dinámica del ciclista ni requieren un desarrollo longitudinal prolongado para el peralte.

3.10.2.3 Pendientes longitudinales máximas y mínimas

La definición del perfil longitudinal de la Senda Ciclable del Río Dílar se ha guiado por un equilibrio estricto entre la adaptación a la topografía natural de la ribera y el cumplimiento de las normativas de accesibilidad universal. El control de las pendientes longitudinales resulta fundamental para materializar el enfoque de la "movilidad de los cuidados", asegurando que la infraestructura sea inclusiva y utilizable de forma autónoma por personas con movilidad reducida, usuarios de sillas de ruedas, familias con carritos infantiles y ciclistas de cualquier edad y condición física.

3.10.2.4 Bombeos y peraltes transversales

El diseño de la sección transversal de la Senda Ciclable del Río Dílar, en lo que respecta a sus inclinaciones transversales, se ha resuelto compatibilizando tres factores críticos: la correcta evacuación de las aguas pluviales, la estabilidad dinámica de los ciclistas en curva y, de manera preeminente, el cumplimiento estricto de los criterios de accesibilidad universal derivados del enfoque de la movilidad de los cuidados.

- **Bombeo en alineaciones rectas:**

Para los tramos en recta, se ha definido una inclinación transversal (bombeo) general del 2%. Este valor se considera el equilibrio óptimo en infraestructuras de uso compartido: es suficiente para garantizar la rápida evacuación superficial del agua hacia los márgenes, pero no resulta lo suficientemente pronunciado como para generar desequilibrios o requerir un esfuerzo compensatorio asimétrico por parte de personas en silla de ruedas, personas mayores o usuarios con carritos de bebé.

Desde la perspectiva de la infraestructura verde, el diseño prioriza un **bombeo a un agua** dirigido preferentemente hacia las franjas de vegetación adyacentes o hacia la cuenca natural del propio río Dílar. De esta forma, la escorrentía no se canaliza hacia redes de saneamiento artificiales, sino que se infiltra en el terreno natural, complementando la acción de los pavimentos permeables proyectados en la plataforma y minimizando el impacto hidrológico de la actuación.

- **Peraltes en curvas horizontales:**

El peralte, cuya función clásica es contrarrestar la fuerza centrífuga de los vehículos en curva, ha sido objeto de un análisis específico debido al carácter mixto (ciclista y peatonal) de la vía. Un peralte excesivo, si bien beneficia al ciclista que circula a la velocidad de proyecto (20 km/h), supone una grave barrera para el peatón y, muy especialmente, provoca el deslizamiento lateral o "deriva" de las sillas de ruedas y cochecitos infantiles que transitan a velocidades muy bajas (2-5 km/h).

Por ello, el diseño geométrico adopta las siguientes premisas:

1. **Mantenimiento del bombeo:** En los radios amplios (característicos de los Tramos 1 y 2), la fuerza centrífuga generada a 20 km/h es despreciable. En estos casos, no se introduce peralte estricto, sino que se mantiene la inclinación transversal de drenaje del 2%, orientándola de forma natural para evacuar las aguas sin comprometer la estabilidad.
2. **Limitación estricta del peralte máximo:** En las curvas de radio reducido, localizadas principalmente en los encajes planimétricos del **Tramo 3** (accesos y salidas de los pasos inferiores de la autovía GR-30 y la carretera N-323a), el peralte máximo transversal se ha limitado de forma estricta al 2%. Esta decisión de diseño garantiza que la sección transversal nunca supere los límites de inclinación lateral establecidos por la normativa de accesibilidad (Decreto

293/2009 de la Junta de Andalucía y normativa estatal de accesibilidad en espacios públicos urbanizados).

La transición del peralte entre las alineaciones rectas y las curvas más cerradas se realiza de forma lineal y gradual a lo largo de las propias tangentes, asegurando que los alabeos de la plataforma firme sean imperceptibles para el usuario y no generen irregularidades que puedan provocar tropiezos o pérdida de control.

3.10.3 Secciones Tipo de la Senda Ciclable

La sección transversal de la Senda Ciclable del Río Dílar ha sido diseñada bajo criterios de funcionalidad, durabilidad y seguridad vial, garantizando la coexistencia armoniosa entre los usuarios peatonales y ciclistas. Para ello, se ha proyectado una plataforma única de 3,00 metros de anchura, dimensionada para permitir el tránsito bidireccional y el adelantamiento seguro, con una geometría que asegura la correcta evacuación de las aguas pluviales.

3.10.3.1 Configuración de la plataforma y elementos de segregación

La sección transversal se estructura mediante una plataforma única con una anchura total funcional de 3,00 metros. Para garantizar la seguridad vial y la coexistencia armoniosa de los usuarios, la ordenación de los flujos de tráfico se ha abordado planteando dos alternativas viables de segregación:

Alternativa A: Segregación física mediante elemento longitudinal

En esta configuración, la plataforma se sectoriza en dos bandas diferenciadas: una franja de 1,00 metros destinada preferentemente al tránsito peatonal y una franja de 1,90 metros destinada a la circulación ciclista. El elemento separador dispuesto entre ambas bandas consiste en una rigola longitudinal de 10 cm de anchura ejecutada en ladrillo macizo. Esta solución cumple una doble función: actúa como un elemento de segregación física y visual que delimita de forma permanente los espacios de tránsito, y sirve simultáneamente como línea de referencia táctil y óptica para el usuario, reforzando la seguridad de la traza.

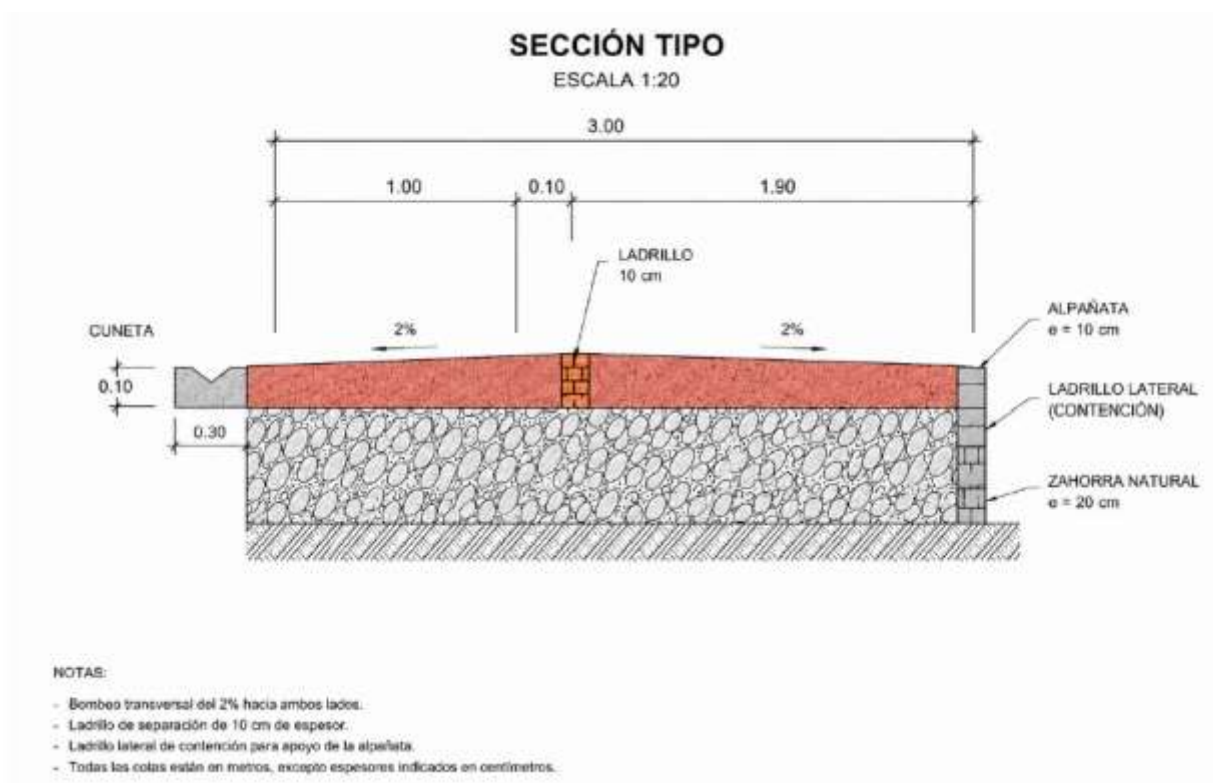


Ilustración 17- Sección de la alternativa A

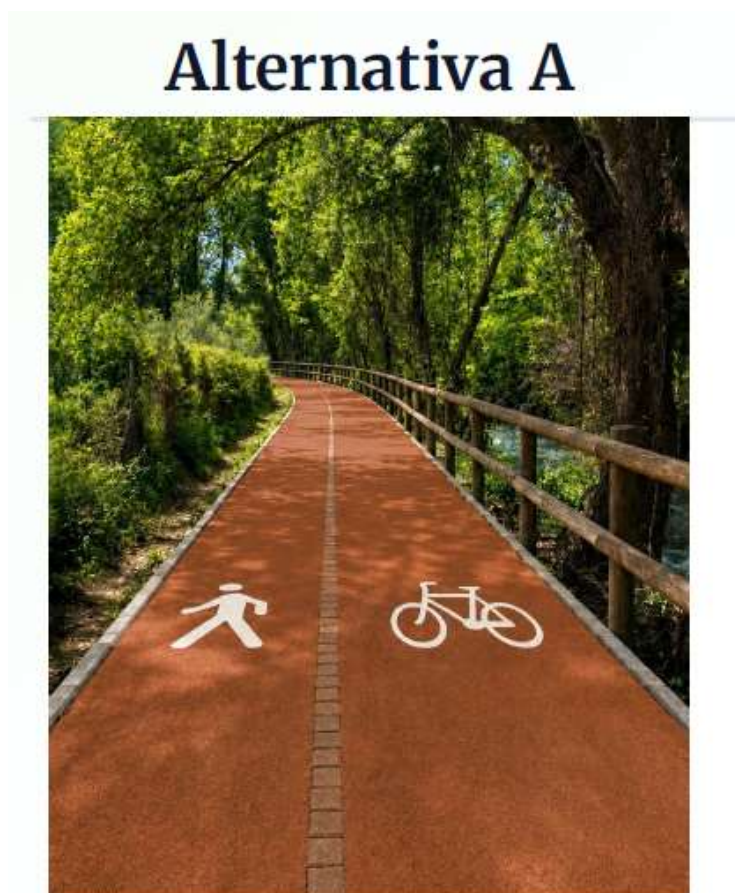


Ilustración 18- Recreación digital Alternativa A

Alternativa B: Segregación visual mediante señalización vertical

Esta solución prescinde de barreras físicas en el pavimento, optimizando el ancho útil de rodadura. La plataforma de 3,00 metros se divide funcionalmente en una banda peatonal de 1,00 metros y un carril ciclista ampliado a 2,00 metros. La ordenación y disciplina de los flujos se confía de manera exclusiva a la implantación de señalización vertical. Mediante la disposición de paneles informativos, se establece la norma de tránsito por la cual los peatones deben circular por la margen izquierda, reservando la margen derecha para el tránsito de ciclistas. Esta alternativa minimiza la intervención sobre la rasante y facilita las labores de mantenimiento de la capa de alpañata.

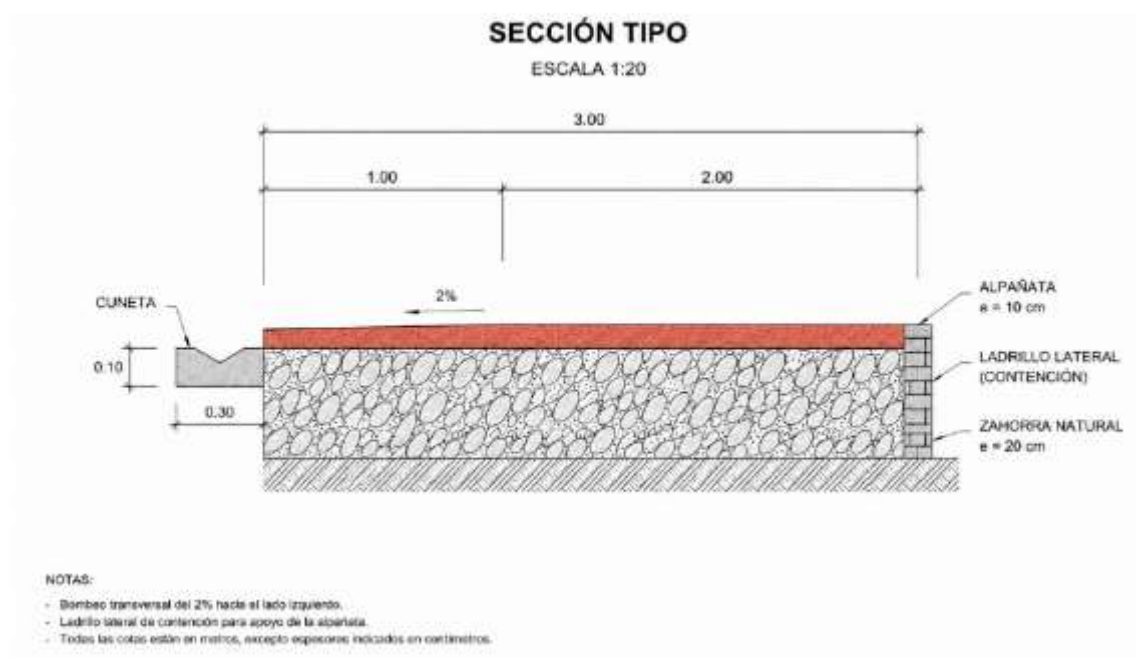


Ilustración 19- Sección de la alternativa B

Alternativa B



Ilustración 20- Recreación digital Alternativa B

3.10.3.2 Paquete de firme

Para garantizar la estabilidad del terreno y la comodidad de rodadura, se ha proyectado un paquete de firme constituido por dos capas diferenciadas, optimizando el uso de materiales granulares para asegurar la capacidad portante:

- **Capa de rodadura:** Ejecutada mediante una capa de 10 cm de espesor de alpañata (zahorra artificial fina con granulometría controlada), compactada al 98% del Proctor Modificado. Este material se ha seleccionado por su excelente integración paisajística en el entorno fluvial y por ofrecer un acabado superficial que, manteniendo las propiedades mecánicas adecuadas, permite un drenaje superficial eficiente.
- **Capa de subbase:** Bajo la rodadura, se dispone una capa de 20 cm de espesor de zahorra natural, extendida y compactada, que actúa como elemento de transición y reparto de cargas hacia la explanada, garantizando la necesaria rigidez estructural frente a las cargas de servicio y evitando deformaciones prematuras.

3.10.3.3 Geometría transversal y drenaje

Con el fin de asegurar la durabilidad del firme, se ha proyectado un bombeo transversal constante del 2% hacia uno de los márgenes de la senda. Esta pendiente, aunque mínima, es

suficiente para garantizar la evacuación efectiva de la escorrentía superficial hacia el sistema de drenaje.

- **Sistema de drenaje:** En el margen hacia el cual vierte la plataforma se dispone una cuneta de sección rectangular de 50x50 cm. Esta unidad de obra se dimensiona para captar y conducir el agua de escorrentía, así como las posibles aportaciones procedentes de los taludes adyacentes, evitando la erosión del firme y previniendo la acumulación de agua en la traza, lo cual es fundamental para mantener la operatividad de la vía durante episodios de lluvia.

La combinación de estos elementos —la sección segregada, el paquete de firme granular y la adecuada resolución del drenaje— convierte a esta sección tipo en una solución técnica robusta, económica y plenamente integrada en la infraestructura verde del corredor del río Dílar.

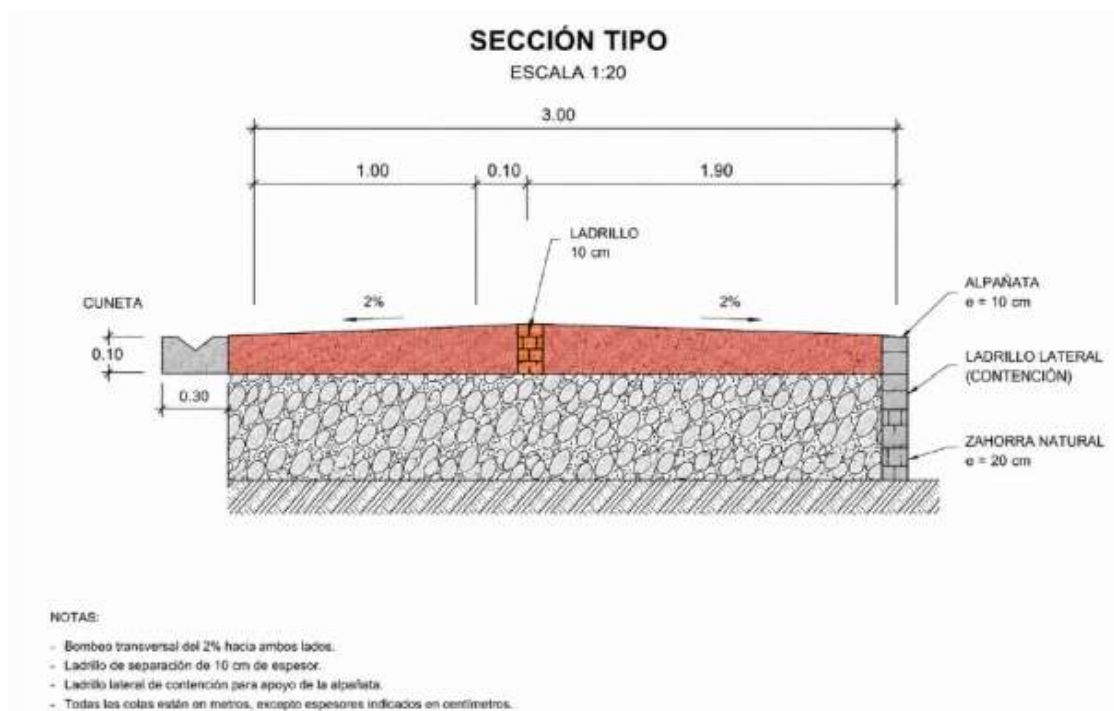


Ilustración 21- Sección tipo

3.10.4 Materiales de Construcción

3.10.4.1 Capas granulares

La integridad estructural y la durabilidad de la Senda Ciclable del Río Dílar dependen de la correcta ejecución y comportamiento mecánico del paquete de firme proyectado. El diseño se ha basado en un sistema de capas granulares superpuestas, calculado para absorber las cargas

de servicio, distribuir las tensiones sobre la explanada y garantizar un drenaje interno eficiente.

Este paquete se compone de dos niveles diferenciados que trabajan solidariamente:

- **Subbase de zahorra natural:** Se ha proyectado una capa de 20 cm de espesor conformada por zahorra natural de cantera. Este material, seleccionado por su curva granulométrica continua y ausencia de finos plásticos excesivos, constituye la base estructural del firme. Su función primordial es proporcionar la rigidez necesaria para la transferencia de cargas hacia el terreno natural (explanada), además de actuar como una barrera anticapilar que evita que la humedad del suelo ascienda hasta la superficie, previniendo así deformaciones o inestabilidades durante episodios de saturación del terreno.
- **Capa de rodadura de alpañata:** Sobre la subbase, se dispone una capa de 10 cm de espesor constituida por alpañata. Este material granular específico, ampliamente utilizado en el entorno de la provincia de Granada por sus excelentes propiedades de compactación y cohesión natural, conforma la superficie de rodadura final. La alpañata aporta un acabado superficial regular y cómodo, ideal tanto para el tránsito peatonal como para el ciclista. Su granulometría permite un grado de permeabilidad adecuado, facilitando la infiltración y evacuación de la escorrentía superficial de forma natural hacia las capas inferiores y laterales, manteniendo la senda libre de encharcamientos.

Para asegurar la estabilidad mecánica del conjunto, ambas capas se han definido bajo estrictos criterios de puesta en obra:

- **Compactación:** Se exige una compactación mínima del 98% del valor del Ensayo Proctor Modificado para la subbase, y del 95-96% para la capa de rodadura de alpañata, asegurando que el material alcance su densidad máxima seca y evitando asientos diferenciales posteriores.
- **Control de humedad:** La extendida y compactación de los materiales granulares se realizará con la humedad óptima determinada en laboratorio, garantizando la cohesión necesaria para evitar disgregaciones bajo el uso.
- **Regularidad superficial:** Se prestará especial atención a la rasante final de la alpañata para asegurar la planeidad longitudinal y transversal, cumpliendo con los estándares de confort y seguridad vial definidos para el proyecto.

3.10.4.2 Pavimentos

El pavimento de rodadura de la senda se proyecta como una solución de material granular continuo, ejecutado mediante una capa de 10 cm de espesor de alpañata. Este material, un árido calizo triturado con una granulometría controlada, se caracteriza por su excelente comportamiento mecánico tras la compactación, ofreciendo una superficie de tránsito que combina durabilidad, confort y un alto grado de integración paisajística con el entorno del río Dílar.

Desde el punto de vista técnico, la elección de este pavimento responde a tres requisitos críticos de diseño:

- **Permeabilidad y drenaje:** A diferencia de las mezclas bituminosas impermeables, la alpañata presenta una porosidad efectiva que permite la infiltración de las aguas pluviales. Esto reduce drásticamente la escorrentía superficial, evitando la formación de escorrentías concentradas que podrían erosionar los márgenes, y contribuye a la salud de la vegetación de ribera, alineándose con los objetivos de infraestructura verde del proyecto.
- **Propiedades de rodadura y seguridad:** La granulometría seleccionada garantiza un coeficiente de fricción adecuado tanto para peatones como para ciclistas, minimizando el riesgo de deslizamiento en condiciones de humedad y asegurando una rodadura cómoda y sin vibraciones excesivas.
- **Confinamiento y estabilidad:** Para garantizar la integridad de la sección, el pavimento de alpañata se extiende y compacta sobre la subbase de zahorra, quedando confinado lateralmente por el elemento separador de ladrillo macizo de 10 cm. Este ladrillo, dispuesto de canto, no solo actúa como segregador de los dos flujos (peatonal y ciclista), sino que funciona como elemento de arriostramiento estructural, evitando el desmoronamiento de los bordes del pavimento y garantizando que la geometría de la sección se mantenga inalterable frente a las cargas de servicio y los agentes erosivos.

La puesta en obra se realizará mediante extendido mecánico en una sola tongada y compactación mediante rodillo vibratorio hasta alcanzar la densidad especificada en el ensayo Proctor Modificado. Se prestará especial atención a la rasante final, asegurando una superficie

regular, sin juntas constructivas ni discontinuidades que puedan dificultar el tránsito de personas con movilidad reducida o usuarios de vehículos auxiliares (cochecitos, sillas de ruedas).



Ilustración 22- Material de alpañata

3.10.4.3 Materiales pétreos

Los materiales pétreos constituyen un elemento clave en la estabilización de los márgenes y en la definición constructiva de la senda. Su selección se ha realizado priorizando la durabilidad frente a la acción del agua, la resistencia mecánica y la integración cromática con la geología local del corredor del río Dílar.

La escollera representa el material pétreo de mayor relevancia estructural. Se utilizará piedra caliza procedente de cantera, caracterizada por ser un material sano, compacto y exento de grietas, fisuras o alteraciones que comprometan su integridad. Para garantizar la estabilidad de los taludes y la protección frente a la erosión fluvial, los bloques de escollera se han clasificado según su peso y tamaño nominal, siendo el rango habitual de 300 a 500 kilogramos por pieza. La forma de los bloques será preferiblemente angulosa, lo cual favorece su trabazón mecánica y maximiza el ángulo de rozamiento interno del conjunto, permitiendo que la estructura trabaje

de manera solidaria ante los empujes de tierras y la fuerza de la corriente en episodios de avenida. Su colocación se realizará mediante medios mecánicos, asegurando el mayor contacto posible entre piezas para minimizar los huecos internos.

Por otro lado, para el elemento separador longitudinal de 10 cm que divide las franjas peatonal y ciclista, se ha especificado el uso de ladrillo macizo de arcilla cocida. Este material debe presentar una alta resistencia a la compresión y, fundamentalmente, una excelente resistencia a la heladicidad (ciclos de hielo-deshielo), dada la exposición a la intemperie y la oscilación térmica propia del área metropolitana de Granada. El ladrillo se dispondrá de canto, confinado lateralmente por el firme de alpañata, garantizando así la durabilidad del borde y la integridad de la segregación de los tránsitos durante toda la vida útil de la infraestructura.

Adicionalmente, se prevé el uso de gravas de canto rodado o piedra machacada de granulometría controlada para la ejecución de filtros drenantes en la base de los muros de contención o trasdós de estructuras. Estos materiales pétreos auxiliares cumplen una función vital de alivio de presiones hidrostáticas, permitiendo el flujo de agua libre sin arrastre de finos, lo cual es esencial para prevenir el colapso de las obras de contención y asegurar el correcto funcionamiento del sistema de drenaje longitudinal de la senda. Todos estos materiales deberán cumplir con las especificaciones técnicas exigidas por el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Caminos vigente.



Ilustración 23- Muro de escollera

3.10.5 Definición de las Unidades de Obra Principales

3.10.5.1 Trabajos previos y despeje

El éxito de la ejecución material de la Senda Ciclable del Río Dílar requiere una fase inicial de preparación rigurosa del terreno, cuyo objetivo es garantizar la precisión geométrica del trazado, la seguridad de las operaciones y la minimización de la afección sobre el ecosistema fluvial. Esta fase se estructura en los siguientes procesos técnicos:

- **Replanteo topográfico:** Se llevará a cabo el marcado preciso del eje de la senda sobre el terreno utilizando coordenadas georreferenciadas (XYZ). Mediante el uso de instrumentación topográfica de alta precisión (estación total y GPS diferencial), se materializarán sobre el terreno el eje central, los bordes de la plataforma (anchura de 3,00 metros) y la ubicación exacta de las obras de drenaje (cunetas). Este replanteo es crítico para asegurar que la traza se ajusta al diseño geométrico proyectado y para verificar que se respeta la servidumbre de paso del dominio público hidráulico. Se establecerán estacas y referencias fijas en los puntos singulares, cambios de alineación y zonas de transición entre márgenes.
- **Desbroce y limpieza selectiva:** Dado el carácter de infraestructura verde del proyecto, el desbroce se ejecutará bajo criterios de "mínima afección". Se procederá a la retirada de la vegetación herbácea y arbustiva superficial que interfiera directamente con la traza de la senda y el sistema de drenaje. Esta operación se realizará con maquinaria adecuada, pero siempre respetando la vegetación de ribera consolidada que no comprometa la seguridad o la integridad de la obra. La biomasa resultante será gestionada según la normativa vigente, favoreciendo su triturado y reincorporación al terreno en zonas autorizadas si fuera posible, o su transporte a vertedero autorizado.
- **Retirada de capa de tierra vegetal:** Previo al movimiento de tierras para la formación de la explanada, se procederá a la excavación y retirada de la capa de tierra vegetal (espesor medio estimado de 20-30 cm). Este material, rico en materia orgánica y semillas autóctonas, será acopiado en zonas habilitadas dentro de la propia obra para ser reutilizado posteriormente en las labores de restauración paisajística y revegetación de taludes una vez finalizada la ejecución del firme.
- **Instalaciones auxiliares y seguridad:** Previo al inicio de los trabajos, se procederá al

acotamiento de la zona de obra mediante el balizamiento con malla de señalización de alta visibilidad para delimitar el área de trabajo y restringir el acceso de personal no autorizado. Asimismo, se habilitarán los accesos para la maquinaria de obra desde caminos existentes, evitando la apertura de nuevas sendas que pudieran erosionar los márgenes del río. Esta etapa incluye también la implantación de las medidas de seguridad y salud, así como la colocación de la señalética informativa de inicio de obra, cumpliendo estrictamente con la normativa laboral y de prevención de riesgos.



Ilustración 24- Desbroce

3.10.5.2 Movimiento de tierras

La fase de movimiento de tierras constituye la operación fundamental para la conformación de la caja de la senda y la obtención de la rasante definitiva. El objetivo principal es la preparación de la explanada, garantizando una superficie portante, estable y geométricamente precisa, conforme al modelo de obra lineal diseñado (Civil 3D).

Esta fase se ejecuta siguiendo un estricto criterio de sostenibilidad y economía circular: se prioriza la compensación de tierras en origen, reutilizando los materiales excavados (desmontes) para la formación de los terraplenes necesarios, minimizando así la necesidad de préstamos externos y reduciendo el impacto ambiental asociado al transporte y vertido.

Las operaciones principales son las siguientes:

- **Excavación de la caja de la senda:** Se procederá a la excavación del terreno natural hasta

alcanzar la cota de formación definida en el proyecto. Esta excavación se realizará mediante maquinaria de pequeña dimensión (retroexcavadora de brazo articulado) para trabajar con precisión y no alterar el terreno adyacente ni la vegetación de ribera no afectada. La profundidad de excavación se calculará sumando los espesores de las capas de firme (20 cm de zahorra + 10 cm de alpañata) respecto a la rasante final.

- **Terraplenado y extendido:** En aquellas zonas donde la topografía natural se encuentre por debajo de la rasante proyectada, se procederá a la formación de terraplenes. El material de relleno se extenderá en tongadas sucesivas de espesor constante (no superior a 25-30 cm) para asegurar una compactación homogénea en toda la profundidad del relleno. Cada tongada será humectada y compactada mediante rodillo vibratorio hasta alcanzar la densidad exigida.
- **Compactación de la explanada:** Una vez alcanzada la cota de formación, la superficie de la explanada será compactada mecánicamente. Se verificará que el terreno alcanza el 95% del Proctor Modificado, asegurando que la base no sufrirá asientos diferenciales tras la puesta en servicio.
- **Perfilado y refino:** Esta es la operación de precisión donde se define la geometría final de la subrasante. Se utilizará maquinaria de nivelación (motoniveladora o medios manuales en zonas restringidas) para perfilar la plataforma con el bombeo del 2% proyectado. Esta pendiente transversal es crítica, ya que determina el comportamiento hidráulico de la vía; cualquier error en esta fase provocaría el encharcamiento en la interfaz entre el terreno y la capa de zahorra.
- **Gestión de excedentes:** Cualquier material sobrante de la excavación que no sea apto para su reutilización en el terraplenado (suelos orgánicos, lodos o materiales degradados) será retirado de la traza y transportado a un vertedero de inertes autorizado. En ningún caso se permitirán acopios temporales dentro de la zona de flujo preferente del río Dílar que puedan ser arrastrados por una posible avenida.



Ilustración 25- Movimiento de tierras

3.10.5.3 Firmes y pavimentación

La ejecución de los firmes constituye la fase crítica para garantizar la durabilidad de la infraestructura y el confort de rodadura de los usuarios. Esta unidad de obra se desarrolla tras la conformación y aprobación de la explanada, siguiendo un proceso constructivo secuencial que asegura la integridad estructural del paquete de firme proyectado, compuesto por una subbase de zahorra natural y una capa de rodadura de alpañata, segregadas por un elemento de ladrillo macizo.

- **Extendido y compactación de la subbase:** Sobre la explanada nivelada y compactada, se procede al extendido de la zahorra natural en un espesor de 20 cm. Este material se aporta con la granulometría y humedad óptimas para asegurar su correcta consolidación. El extendido se realiza mediante medios mecánicos, garantizando la homogeneidad del espesor en toda la sección. Posteriormente, se procede a su compactación mediante rodillo vibratorio hasta alcanzar la densidad exigida (mínimo 98% del Proctor Modificado). Esta capa garantiza la transmisión de cargas hacia el terreno y actúa como filtro anticapilar.
- **Ejecución del elemento separador:** Una vez consolidada la subbase, se realiza la colocación del elemento segregador. Se dispone una hilera de ladrillo macizo de 10 cm de ancho, colocado de canto, que recorre longitudinalmente todo el trazado. Este

ladrillo se asienta sobre una base de mortero de cemento para garantizar su estabilidad y nivelación. Su función es doble: marcar la cota de acabado del pavimento y servir de confinamiento lateral para las dos zonas de tránsito (peatonal y ciclista), evitando el desmoronamiento de los bordes.

- **Pavimentación con alpañata:** Tras el fraguado del asiento del elemento separador, se procede al extendido de la capa de rodadura de alpañata con un espesor de 10 cm. Este material se extiende cuidadosamente, respetando el bombeo transversal del 2% proyectado para asegurar la evacuación de aguas. La compactación de la alpañata se ejecuta con rodillo liso, evitando vibraciones excesivas que puedan disgregar el árido, buscando un acabado superficial regular y exento de resaltos. Se prestará especial atención a los encuentros con el ladrillo separador, asegurando un perfecto sellado y una transición suave que impida la acumulación de finos o la erosión en la junta.



Ilustración 26- Firme de alpañata

3.10.5.4 Obras de drenaje longitudinal y transversal

DRENAJE LONGITUDINAL

El sistema de drenaje longitudinal tiene como función recoger las aguas pluviales precipitadas directamente sobre la plataforma de la senda y las que escurren desde los taludes de desmonte, conduciéndolas hasta el punto de desagüe transversal más cercano.

Escorrentía sobre la plataforma

Tal y como se definió en el diseño geométrico, la plataforma de 3,00 metros de anchura presenta un bombeo transversal único del 2,0% dirigido hacia el interior (hacia la margen derecha de las fincas).

El firme proyectado de suelo estabilizado tipo alpañata posee una alta capacidad drenante. Sin embargo, en episodios de precipitación intensa donde se supere la tasa de infiltración, el agua escurrirá superficialmente hacia el margen interior. Esta decisión de diseño es fundamental para evitar verter las aguas de escorrentía "en lámina" sobre el talud exterior, lo cual provocaría cárcavas y descalzaría la estructura del firme frente al cauce del río Dílar.

Cuneta longitudinal

Para recoger estas aguas y las procedentes de los taludes de desmonte, se proyecta una cuneta terriza de sección triangular/trapezoidal en el margen interior.

- Geometría: Anchura superior de 0,50 m y profundidad de 0,50 m, con taludes 1H:1V.

- Revestimiento: Para mantener la integración paisajística y ambiental exigida por la Confederación Hidrográfica, la cuneta no irá revestida de hormigón. Se mantendrá en terreno natural, lo que favorece la infiltración, limitando la velocidad del agua para evitar erosiones. En tramos con pendiente longitudinal superior al 3%, se dispondrán pequeños diques transversales de mampostería o fajinas de madera para disipar la energía del agua.

DRENAJE TRANSVERSAL (ODT)

La franja ribereña se encuentra atravesada por multitud de desagües que evacúan las aguas sobrantes del riego de la vega superior (como la Acequia de Gójar) hacia el río Dílar. Para garantizar la continuidad de estos flujos bajo la senda ciclopeatonal de 3 metros, se ha proyectado una red de 14 Obras de Drenaje Transversal (ODT).

Dimensionamiento Hidráulico

El cálculo de la capacidad de desagüe de los tubos se ha realizado aplicando la fórmula de Manning-Strickler para flujo en lámina libre, verificando además el funcionamiento en carga o control de entrada. Para evitar obstrucciones por arrastre de ramas y sedimentos orgánicos propios del entorno, se ha fijado un diámetro mínimo de 400 mm, incluso en aquellos puntos donde el caudal de cálculo (Q_{25}) arroja diámetros estrictos menores.

Tipología y Elementos Constructivos

Cada una de las 14 obras de drenaje estará compuesta por los siguientes elementos:

- Cuerpo de la ODT: Tubos de hormigón armado machihembrado, clase resistente mínima de 60 kN/m² (debido a la escasa cobertera disponible bajo el cajón de pavimentación). El diámetro interior será de 500 mm, según la cuenca específica. Se instalarán sobre una cama de arena de 10 cm y se rellenarán con material granular seleccionado.

- Arquetas de embocadura (Entrada): Para captar las caceras y desagües de las fincas, se construirán arquetas de recogida en hormigón in situ (dimensiones interiores 60x60 cm o superiores). Estas arquetas irán dotadas de un arenero de 30 cm de profundidad para decantar sedimentos agrícolas.

- Compuertas de regulación: En las arquetas de entrada que reciban escorrentía directa de acequias de riego, se instalará una compuerta manual tipo tajadera, construida en chapa de acero galvanizado con guías en U, permitiendo a los agricultores regular o derivar el flujo según sus necesidades tradicionales.

- Aletas y embocadura de salida: En la arista exterior de la senda, el tubo asomará al talud del río Dílar. Para evitar la erosión del terraplén, el tubo se enrasará con un pequeño muro o aletas de mampostería, y se colocará un lecho de escollera de protección (espesor de 0,50 m) en el punto de vertido directo al cauce.

3.10.6 Estructuras y Obras de Contención - Muros de escollera

En aquellos puntos del trazado donde la topografía presenta desniveles pronunciados, o donde la senda se aproxima peligrosamente al cauce del río Dílar, se ha proyectado la ejecución de muros de escollera. Esta solución estructural se ha elegido por su capacidad de adaptación, su comportamiento como estructura de gravedad flexible y su alta integración paisajística, evitando el uso de muros de hormigón armado, que resultan más rígidos, costosos y visualmente agresivos en el entorno natural.

Los muros de escollera proyectados cumplen una doble función: la contención de tierras para la plataforma de la senda y la protección de los taludes frente a la erosión hídrica.

Proceso Constructivo y Detalles Técnicos:

- **Preparación y cimentación:** Previamente a la colocación de la piedra, se realiza una excavación de zanja de cimentación, que se profundiza hasta alcanzar terreno firme o nivel de roca, asegurando que el muro no sufra asentamientos diferenciales. La base del muro se dispondrá ligeramente inclinada hacia el trasdós (interior del talud) para mejorar su estabilidad mecánica.
- **Colocación de geotextil:** Este es el elemento crítico para el correcto funcionamiento de la estructura. Se extenderá un geotextil no tejido de alta resistencia en todo el trasdós del muro (cara oculta contra el terreno). Esta barrera es fundamental para permitir el drenaje libre del agua de escorrentía, evitando simultáneamente el arrastre de finos (erosión interna) que podría generar socavones detrás del muro y comprometer su estabilidad.
- **Selección y colocación de la piedra:** Se utilizará piedra caliza sana, con forma angulosa para facilitar su trabazón mecánica. El peso de las piezas oscilará, según el cálculo estructural de cada tramo, entre 300 y 500 kg por bloque. La colocación se realiza mediante maquinaria (retroexcavadora con pulpo o pinza), buscando el máximo contacto entre piezas para que el muro trabaje de forma solidaria por gravedad.
- **Drenaje y porosidad:** A diferencia de un muro de hormigón, la escollera es una estructura intrínsecamente drenante. Los huecos entre las piezas de piedra permiten que las presiones hidrostáticas se disipen de forma natural. Para garantizar que esta capacidad drenante no se vea obstaculizada, se dispondrá un relleno de material granular (gravas) en la zona de contacto entre el geotextil y las piedras de escollera, facilitando la evacuación del agua.

La escollera no solo actúa como un elemento de ingeniería civil eficaz y duradero, sino que permite, con el paso del tiempo, la colonización de los huecos por parte de la vegetación riparia, logrando una "bioingeniería" pasiva que refuerza el talud de manera natural y mejora la integración estética de la senda con el entorno del río Dílar.



Ilustración 27- Muro de escollera

3.10.7 Señalización, Balizamiento y Defensas

El sistema de balizamiento para la restricción de accesos y las defensas (sistemas de contención) necesarios para la explotación segura del proyecto.

El diseño integral de estos elementos debe garantizar la información, ordenación y seguridad de los usuarios (peatones y ciclistas), protegiéndolos de posibles caídas a distinto nivel hacia el cauce del río Dílar, al mismo tiempo que se preserva el firme de suelo estabilizado (alpañata) del tránsito de vehículos pesados no autorizados.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para el diseño y cálculo de los elementos descritos en este anejo, se ha tenido en cuenta la siguiente normativa y manuales de referencia:

- Norma 8.1-IC "Señalización Vertical" de la Instrucción de Carreteras (Orden FOM/534/2014).
- Norma 8.2-IC "Marcas Viales" de la Instrucción de Carreteras (Orden FOM/273/2014).
- Recomendaciones para el diseño de infraestructuras ciclistas del Plan Andaluz de la Bicicleta (PAB).
- Código Técnico de la Edificación (CTE DB-SUA) en lo referente a la seguridad frente al riesgo de caídas y dimensionamiento de barreras de protección.

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

La señalización vertical se ha proyectado bajo la premisa de mínima intrusión visual en el

entorno de la ribera, instalando estrictamente las señales necesarias para la seguridad y la regulación de prioridades en las intersecciones con los caminos agrícolas existentes (Camino Nuevo, Camino de la Zapatera, etc.).

Características de los Materiales

Todas las señales estarán fabricadas en chapa de acero galvanizado en caliente de 2 mm de espesor, con el reverso pintado en color gris oxirón para facilitar su integración paisajística. La cara frontal estará provista de lámina retrorreflectante de Nivel I (Alta Intensidad), suficiente para las velocidades de aproximación previstas (< 20 km/h).

Las señales se sustentarán sobre postes tubulares de acero galvanizado de 60 mm de diámetro, empotrados en dados de cimentación de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0) de dimensiones 0,40 x 0,40 x 0,60 m.

Tipología y Disposición

Se contemplan tres grupos fundamentales:

- Señales de Prohibición o Restricción (R-100): Se dispondrán en todas las entradas a la senda para prohibir el paso a vehículos a motor. Irán acompañadas de un panel complementario inferior (S-860) con la leyenda *"Excepto vehículos autorizados y mantenimiento"*.

- Señales de Peligro (P-22 y P-23): Instaladas en los caminos transversales asimilables a tráfico rodado para advertir a los conductores del cruce frecuente de ciclistas y peatones. En tramos donde se intersecte con la Vía Pecuaria (Colada de la Malahá), se dispondrá la señal P-23 indicando paso de animales domésticos.

- Señales de Indicación (S-33): Paneles rectangulares de "Senda Ciclable" para informar del uso compartido del itinerario.

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Dado que la capa de rodadura principal del itinerario está formada por 10 cm de suelo estabilizado ecológico (alpañata color tierra roja de la Alhambra), se descarta el pintado de marcas viales longitudinales en el eje o bordes para preservar su estética natural y rústica, y debido a la falta de adherencia óptima a largo plazo de la pintura sobre firmes granulares.

La señalización horizontal se ejecutará exclusivamente en las zonas de cruce o transición con

pavimentos rígidos o asfálticos (ej. conexión con el Barranco de la Zapatera). En estos puntos se proyectan:

- Pasos mixtos (Peatones/Bicicletas): Marca vial transversal formada por bandas blancas de 0,50 m de anchura, ejecutadas con pintura acrílica termoplástica en caliente con adición de microesferas de vidrio antideslizantes.
- Línea de detención (M-4.1): Continua de 0,40 m de ancho en los accesos vehiculares a la intersección.

BALIZAMIENTO Y RESTRICCIÓN DE ACCESOS

Para evitar invasiones de vehículos que puedan fracturar la sección estructural del firme (calculada para Baja Intensidad de Tráfico) o poner en peligro a los usuarios, se hace necesario un sistema físico de balizamiento en los accesos.

Se proyecta la instalación de pilonas (bolardos) de madera tratada en los tres accesos principales y en las conexiones con caminos de concentración parcelaria.

- Geometría: Bolardos cilíndricos de madera de pino silvestre tratada en autoclave (Riesgo IV), de 14 cm de diámetro y 1,00 m de altura vista.
- Disposición: Se colocarán tres bolardos por sección (en la plataforma de 3,00 m), dejando una luz libre de 1,20 m entre ellos, dimensión que garantiza el acceso universal de sillas de ruedas y bicicletas, pero impide el paso de turismos. El bolardo central será abatible o extraíble, provisto de cerradura con llave triangular, para permitir el acceso puntual de la ambulancia, vehículos de la Confederación Hidrográfica o tractores de las fincas adyacentes.

DEFENSAS (SISTEMAS DE CONTENCIÓN)

A lo largo de sus 1.460 metros, la plataforma discurre contigua al talud del río Dílar. Aunque en gran parte del trazado existe una berma natural con sotobosque, hay tramos donde el desnivel entre la cota de la rasante y el lecho del río es abrupto, superando los 1,50 metros de caída con pendientes superiores a 1V:2H (como es el caso de los tramos sostenidos por muros de escollera en el PK 0+180 y PK 1+400).

Para prevenir la caída de usuarios, la normativa (CTE DB-SUA 1) exige la disposición de barreras de protección. Se descarta el uso de biondas metálicas de carretera por su nula integración ambiental. En su lugar, se proyecta una talanquera (barrera) de madera de alta resistencia.

Diseño y Especificaciones Materiales de la Talanquera

- Postes verticales: Rollizos de madera de pino clase IV de $\varnothing$ 120 mm, hincados al terreno natural del talud (o recibidos en la coronación de la escollera) cada 2,00 metros.
- Travesaños horizontales: Dos rollizos longitudinales de $\varnothing$ 100 mm, situados a 0,55 m y 1,10 m de altura respecto a la rasante de la alpañata.
- Uniones: Tornillería de acero galvanizado con tuerca embutida para evitar aristas cortantes a los ciclistas en caso de roce.

Justificación Estructural de la Defensa

La barrera no está diseñada para el impacto de vehículos, sino para contener el empuje de peatones y la posible carga dinámica de la caída de un ciclista.

Según el CTE, para zonas de tránsito público, la barrera debe resistir una fuerza horizontal de 0,6 kN/m aplicada en el borde superior (a 1,10 m de altura).



Ilustración 28- Balizamiento de madera

3.10.8 Medidas de Integración Ambiental y Paisajística

3.10.8.1 Tratamiento de superficies e integración cromática

La Senda Ciclable del Río Dílar no se concibe como una infraestructura aislada, sino como un elemento de transición capaz de mimetizarse con el corredor fluvial. El objetivo del tratamiento

de superficies y la selección de materiales es evitar el impacto visual que generan las grandes infraestructuras de obra civil convencional (asfaltos oscuros, hormigones brillantes o trazados rectilíneos rígidos), apostando por una integración cromática y textural que respete la identidad paisajística de la vega del Dílar.

Para lograr esta integración, se han aplicado los siguientes criterios técnicos:

- **Paleta cromática ajustada al entorno:** El material de rodadura seleccionado, la alpañata, presenta una coloración natural dentro de la gama de los ocre, beige y tierras claras. Esta tonalidad se ha verificado para que sea coherente con la estratigrafía y los sedimentos fluviales propios de la ribera del Río Dílar. Al utilizar áridos calizos locales, la superficie de la senda no presenta un contraste cromático excesivo, evitando que la infraestructura sea una "herida" visible desde puntos de vista elevados o desde las zonas urbanas próximas.
- **Textura y rugosidad natural:** Se ha evitado el uso de pavimentos pulidos o excesivamente lisos. La textura granular de la alpañata confiere una rugosidad que, además de ser funcional para la adherencia de bicicletas y peatones, ayuda a romper el reflejo de la luz solar. Esta característica es fundamental no solo desde el punto de vista estético, sino también desde una perspectiva ecológica: se reduce el deslumbramiento y la contaminación lumínica indirecta, protegiendo a la fauna nocturna y a los ecosistemas sensibles de ribera de efectos de brillo artificial innecesarios.
- **Envejecimiento controlado (Patina):** Los materiales seleccionados están condicionados para un envejecimiento natural. A diferencia de las mezclas bituminosas que pierden propiedades o se degradan formando manchas irregulares, el firme de alpañata, con el paso del tiempo y la meteorización, tiende a compactarse más y a integrarse visualmente con el terreno circundante, adquiriendo una "pátina" de uso que refuerza su aspecto de camino rural naturalizado en lugar de infraestructura urbana impuesta.
- **Confinamiento de bordes:** El uso del ladrillo macizo como elemento separador de flujos también se ha elegido bajo criterio cromático. El tono terracota del ladrillo se integra orgánicamente en la escala de colores naturales de la ribera, proporcionando una línea de continuidad visual que marca el trazado sin la agresividad que supondría, por ejemplo, una bordillo de hormigón prefabricado gris.

En definitiva, la elección de materiales no ha sido solo funcional, sino que constituye una estrategia de **diseño sensible al paisaje**. El resultado es una senda que, al integrarse en la gama cromática del entorno (piedra, tierra y vegetación), reduce drásticamente su impacto visual, logrando que la infraestructura pase a ser percibida como una mejora del paisaje y no como una alteración del mismo.

3.10.8.2 Restauración vegetal, hidrosiembra y plantaciones

La restauración vegetal constituye la fase final y decisiva de la obra civil, actuando como un elemento corrector de las afecciones producidas durante la ejecución y como una técnica de bioingeniería necesaria para la estabilización a largo plazo de los taludes y bordes de la plataforma. El objetivo no es meramente estético, sino funcional: prevenir la erosión hídrica, reducir la escorrentía superficial y recuperar la biodiversidad del corredor fluvial del Río Dílar.

- **Hidrosiembra de taludes:** Para la estabilización de los taludes generados por los movimientos de tierras (desmontes y terraplenes), se ha proyectado la técnica de hidrosiembra. Este procedimiento consiste en la proyección mecanizada de una mezcla compuesta por semillas de especies gramíneas y leguminosas autóctonas, mulch (paja o fibra de madera) que actúa como mantillo, adhesivos orgánicos para fijar la mezcla al suelo y fertilizantes de liberación lenta.
 - **Ventajas técnicas:** La hidrosiembra proporciona una protección inmediata contra la erosión superficial al crear una "costra" protectora que mantiene la humedad y protege las semillas frente al arrastre por lluvia o viento. A medida que las semillas germinan, el sistema radicular de la vegetación se entrelaza con el terreno, incrementando la cohesión del suelo y la estabilidad del talud de forma natural y progresiva.
- **Plantaciones de especies autóctonas:** Con el fin de restaurar el ecosistema de ribera y potenciar la infraestructura verde, se realizarán plantaciones puntuales de especies vegetales propias de la zona (como *Salix sp.*, *Populus alba* o arbustivas locales).
 - **Estrategia de plantación:** Se dispondrán preferentemente en las zonas de transición entre la senda y el cauce, así como en las áreas donde se han ejecutado muros de escollera. En estos últimos, las plantas actúan como un refuerzo biológico; sus raíces penetran en los huecos de la escollera, trabando las piezas de piedra entre sí y reduciendo la velocidad de la corriente en caso de avenidas menores.

- **Criterios de ejecución:** Las plantaciones se realizarán respetando los periodos de parada vegetativa para garantizar el éxito del prendimiento. Se realizarán alcorques de drenaje optimizados y se mantendrá un plan de riegos de apoyo durante las dos primeras temporadas estivales, asegurando la supervivencia de los ejemplares hasta su establecimiento definitivo.
- **Sinergia con la obra civil:** Esta integración vegetal es clave para la "naturalización" de las intervenciones de ingeniería. La combinación de la estructura física (muros, escollera, firme granular) con el soporte biológico (hidrosiembra y plantaciones) genera un sistema híbrido resistente y flexible. A medida que la vegetación coloniza el entorno de la senda, la infraestructura reduce su percepción como un elemento artificial, favoreciendo la continuidad biológica del ecosistema fluvial del Río Dílar y minimizando el mantenimiento correctivo a largo plazo.

3.10.9. Marketing

3.10.9 Plan de Difusión y Comunicación (Marketing)

El éxito de una infraestructura de movilidad sostenible no depende únicamente de su correcta ejecución técnica, sino también de su apropiación y uso por parte de la ciudadanía. Para garantizar que la Senda Ciclable del Río Dílar sea percibida como una mejora sustancial en la calidad de vida y un activo para el municipio, se ha diseñado una estrategia de comunicación integral. El objetivo es dar a conocer los beneficios del proyecto, fomentar la movilidad activa y garantizar la transparencia en la gestión de los recursos públicos.

3.10.9.1 Campaña audiovisual en redes sociales

Se desarrollará una pieza audiovisual de alta calidad (spot informativo), técnica y emocionalmente atractiva, que resuma los valores del proyecto: sostenibilidad, seguridad y conexión. Este contenido se distribuirá de forma coordinada a través de los perfiles oficiales en redes sociales (Instagram, Facebook, X/Twitter) de la **Diputación de Granada** y del **Ayuntamiento de Dílar**.

- **Contenido:** El vídeo incluirá renders integrados del proyecto final, imágenes del entorno actual y testimonios breves sobre cómo la senda facilitará el día a día de los vecinos, estudiantes y ciclistas.

- **Alcance:** El objetivo es alcanzar a la población local y a los colectivos de ciclistas de la zona, fomentando el orgullo de pertenencia y generando una expectativa positiva ante la inminente puesta en marcha de la infraestructura.

3.10.9.2 Sensibilización comunitaria en las Fiestas de la Virgen de las Nieves

Aprovechando la alta afluencia de vecinos y visitantes durante la celebración de las **Fiestas de la Virgen de las Nieves**, se llevará a cabo una acción de puesta en escena directa. El vídeo informativo se proyectará en los espacios públicos habilitados durante las fiestas, permitiendo llegar a un público intergeneracional.

- **Propósito:** Esta acción busca que el proyecto de la senda forme parte de la agenda social del municipio. La cercanía del formato, en un entorno de convivencia festiva, es ideal para resolver dudas de manera informal y fomentar el diálogo ciudadano sobre la importancia de recuperar el entorno del río para el disfrute de todos.

3.10.9.3 Visibilidad permanente en portales institucionales

La transparencia y el acceso a la información son pilares fundamentales del proyecto. Por ello, se habilitará un apartado específico y visible en las páginas web oficiales de la **Diputación de Granada** y del **Ayuntamiento de Dílar**, dedicado exclusivamente a la "Senda Ciclable del Río Dílar".

- **Información disponible:** En este micrositio, los ciudadanos podrán consultar no solo el vídeo promocional, sino también planos, plazos de ejecución, beneficios ambientales y actualizaciones sobre el estado de la obra.
- **Acceso directo:** Se integrará un banner de acceso rápido en las páginas de inicio de ambos portales, garantizando que cualquier vecino interesado tenga acceso directo y centralizado a toda la documentación oficial y divulgativa, consolidando el compromiso de las administraciones con una gestión pública abierta y participativa.

3.11 CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto de la Senda Ciclable del Río Dílar ha culminado en una propuesta técnica que trasciende la simple ejecución de una obra lineal. Al contrastar los objetivos planteados inicialmente con los resultados obtenidos en el diseño definitivo, se concluye que la

solución adoptada no solo cumple con las expectativas funcionales, sino que optimiza los recursos disponibles, ofreciendo un modelo de infraestructura sostenible, segura e integrada en el paisaje.

A continuación, se presenta un análisis comparativo que sintetiza el éxito del proyecto en sus dimensiones fundamentales:

3.11.1 Objetivos de conectividad y accesibilidad

Planteamiento inicial (Diagnóstico de la fragmentación): El escenario de partida presentaba un territorio fracturado por infraestructuras de transporte pesado de ámbito estatal y autonómico. La autovía GR-30 y la carretera N-323a actuaban como barreras físicas infranqueables que segregaban el área, convirtiendo la movilidad no motorizada en una actividad de alto riesgo o, directamente, en una imposibilidad logística. El objetivo no era solo "cruzar de un lado a otro", sino coser una cicatriz territorial que separaba el núcleo urbano de Dílar de los servicios de movilidad y trabajo situados en el entorno de la Base Aérea de Armilla. Se requería una solución que eliminara la sensación de aislamiento y permitiera una transición natural entre el ámbito rural del municipio y la red metropolitana.

Resultado final (Solución estratégica y optimizada): El diseño definitivo ha logrado establecer un eje vertebrador continuo, superando la dispersión mediante una **sectorización operativa en tres tramos**. Esta segmentación no es arbitraria, sino que responde a la lógica del flujo de usuarios:

- **Continuidad sin "rupturas":** La solución técnica de acondicionamiento de los pasos inferiores existentes en la GR-30 y N-323a ha resultado ser una "intervención quirúrgica" de alta eficiencia. En lugar de proyectar nuevas y costosas estructuras (puentes o túneles) que habrían requerido complejas autorizaciones hidráulicas y presupuestos elevados, se ha optimizado el activo existente. Se ha transformado lo que eran "puntos negros" de discontinuidad, inseguridad y suciedad, en transiciones fluidas, seguras y, sobre todo, estéticamente integradas.
- **Movilidad cotidiana vs. Ocio:** Un logro fundamental del proyecto es su capacidad para servir tanto al ocio de fin de semana como a la **movilidad cotidiana**. El diseño geométrico (velocidad de proyecto, radios de curva y

pendientes controladas) permite que la senda sea un itinerario funcional para desplazamientos pendulares hacia la Base Aérea de Armilla. Se ha garantizado la permeabilidad territorial permitiendo que el ciudadano perciba la senda como una alternativa real y competitiva frente al coche privado para trayectos de corta distancia.

- **Accesibilidad Universal (Perspectiva de los Cuidados):** El resultado final va más allá de la mera conectividad. Se ha implementado un estándar de accesibilidad universal que garantiza el tránsito autónomo. La eliminación de barreras arquitectónicas en los pasos inferiores y el ajuste fino de las pendientes longitudinales aseguran que la senda sea apta para usuarios con movilidad reducida, carritos infantiles y ciclistas de todas las edades. Al evitar estructuras de nueva planta, se ha mantenido una escala humana que, combinada con la mejora de la visibilidad y la iluminación, ha resuelto la inseguridad percibida, convirtiendo un itinerario antes hostil en un espacio público de convivencia, inclusivo y plenamente integrado en la vida diaria de la comunidad.

En resumen, la conclusión es que hemos pasado de una **fragmentación infraestructural** a una **red de movilidad activa y cohesionada**, demostrando que la ingeniería de caminos, cuando se enfoca en la reutilización inteligente de lo existente y en la equidad del usuario, es la herramienta más eficaz para la vertebración del territorio.

3.11.2 Objetivos de sostenibilidad e integración ambiental

Planteamiento inicial (El reto de la preservación): El punto de partida se centraba en la mitigación de impactos negativos. Se identificó la necesidad de evitar la "contaminación visual y física" propia de las infraestructuras rígidas. El objetivo era evitar a toda costa el uso de hormigonados masivos, trazados rectilíneos que fragmentaran el hábitat ripario y la impermeabilización de grandes superficies, elementos que habitualmente desvirtúan los ecosistemas fluviales y alteran la dinámica natural del cauce. La meta inicial era, por tanto, "no dañar" un entorno de especial valor ecológico y patrimonial.

Resultado final (Transición hacia la infraestructura regenerativa): El diseño final ha trascendido la premisa de mitigación para convertirse en un ejemplo de **infraestructura regenerativa**. El

proyecto no solo evita el daño, sino que contribuye activamente a la resiliencia del corredor del Río Dílar mediante la aplicación de **Soluciones Basadas en la Naturaleza**:

- **Gestión hídrica y ciclo hidrológico:** Se ha descartado el uso de pavimentos impermeables (asfaltos bituminosos o hormigón pulido), que obligan a crear redes de evacuación artificiales complejas y a menudo sobredimensionadas. En su lugar, el sistema de firme formado por alpañata y zahorra funciona como un filtro natural. Esta elección asegura que la senda mantenga la capacidad de infiltración del terreno, favoreciendo la recarga del acuífero y evitando la escorrentía superficial concentrada que, en proyectos tradicionales, termina erosionando los márgenes del río. El pavimento se comporta como un elemento hidrológicamente transparente.
- **Bioingeniería como elemento estructural:** El proyecto sustituye muros de hormigón por escollera natural y taludes vegetalizados mediante hidrosiembra. Este cambio tiene una implicación técnica profunda: el "muro" deja de ser un cuerpo estéril y se convierte en un sustrato vivo. Las especies seleccionadas para la hidrosiembra y las plantaciones no solo cumplen una función estética, sino que desempeñan un papel de "ingeniería viva": el entramado radicular refuerza la cohesión del suelo, actúa como filtro natural contra la contaminación por arrastre de sedimentos y favorece la creación de microclimas que mitigan el efecto de isla de calor, algo crucial en el clima granadino.
- **Conectividad ecológica:** El diseño de la senda respeta la continuidad del corredor fluvial. Al evitar trazados que actúen como "murallas", el proyecto garantiza el tránsito de pequeña fauna y permite la regeneración natural de la vegetación de ribera en los bordes de la traza. La senda deja de ser una cicatriz y se convierte en una interfaz permeable que une, en lugar de dividir, los ecosistemas de ambas márgenes del río.
- **Sostenibilidad del ciclo de vida (Economía circular):** La elección de materiales pétreos locales (alpañata y áridos granulares) responde a una estrategia de "kilómetro cero", minimizando la huella de carbono asociada al transporte de materiales. Además, se trata de materiales que, al final de su vida útil, son totalmente reciclables o reincorporables al terreno, evitando la generación de residuos inertes de difícil gestión. Este enfoque de sostenibilidad no es solo

ambiental, sino también económico: al reducir la dependencia de materiales industriales de alto coste energético y mantenimiento complejo, se garantiza la viabilidad del proyecto a largo plazo.

En síntesis, el resultado final ha transformado un objetivo de **preservación pasiva** en una **estrategia proactiva de mejora ambiental**. El proyecto demuestra que la ingeniería civil de vanguardia debe ser capaz de fusionarse con el entorno natural, donde el éxito no se mide solo por la solidez de la estructura, sino por la capacidad del proyecto para integrarse, regenerar y potenciar el ecosistema sobre el que se asienta.

3.11.3 Objetivos de seguridad

Planteamiento inicial: La meta era diseñar un espacio percibido como seguro, inclusivo y adaptado a las necesidades de todos los colectivos, con especial atención a la "movilidad de los cuidados".

Resultado final: El diseño ha superado la visión tradicional. Al integrar elementos de segregación física (ladrillo de canto) y asegurar gálibos amplios y visibilidad constante en zonas críticas, se ha mitigado la sensación de inseguridad. La infraestructura resultante es plenamente inclusiva: permite el tránsito cómodo de cochecitos, sillas de ruedas y bicicletas, convirtiéndose en una vía que fomenta la igualdad en el acceso al espacio público y la autonomía personal, garantizando que el diseño geométrico y lumínico responda a las necesidades reales de toda la ciudadanía.

3.11.4 Objetivos de viabilidad técnica y económica

Planteamiento inicial (La búsqueda de la eficiencia presupuestaria): El reto inicial era transformar una necesidad social en una realidad construable. Se requería una solución que evitara el sobre coste habitual en las obras públicas, caracterizado a menudo por el uso de materiales industriales sobredimensionados, logística de transporte compleja y soluciones rígidas que requieren costosos mantenimientos correctivos. El objetivo era lograr un equilibrio preciso entre la calidad de la obra y un Presupuesto de Ejecución Material (PEM) ajustado, garantizando que cada euro invertido tuviera un impacto directo en la funcionalidad y durabilidad de la senda.

- **Resultado final (Ingeniería de Valor y Optimización de Ciclo de Vida):** El diseño final ha demostrado que la viabilidad técnica y económica no son magnitudes opuestas, sino complementarias. Se ha aplicado una estrategia de "Ingeniería de Valor" que ha permitido maximizar las prestaciones del proyecto minimizando el gasto superfluo:
 - **Eficiencia constructiva mediante materiales locales:** La sustitución de muros de hormigón armado por muros de escollera de piedra caliza supone un ahorro significativo en términos de costes de ejecución (ausencia de encofrados, armado de acero y tiempos de fraguado), a la vez que se reducen los costes logísticos al utilizar materiales abundantes en el entorno. Esta elección no solo es una decisión económica, sino técnica: la escollera, al ser una estructura flexible, absorbe mejor los movimientos del terreno en zonas de ribera, reduciendo drásticamente el riesgo de patologías estructurales (grietas, fisuras) que sí afectarían a un muro de hormigón rígido.
 - **Optimización del movimiento de tierras (Compensación en origen):** Gracias al modelado avanzado del terreno (Civil 3D), se ha logrado un diseño de rasante que alcanza la **compensación óptima de tierras**. Se ha minimizado el volumen de material sobrante a transportar a vertedero y la necesidad de préstamos de tierras externos. Este "equilibrio de masas" es el factor que más ha contribuido a la contención del PEM, eliminando partidas de transporte y vertido que suelen disparar el presupuesto en proyectos lineales.
 - **Minimización de costes de mantenimiento (OPEX):** El proyecto ha sido diseñado pensando en la gestión post-ejecución. La elección de pavimentos de alpañata y la ausencia de elementos complejos o mecanizados (iluminación invasiva, sistemas de bombeo, etc.) implica que el coste de conservación y mantenimiento sea notablemente inferior al de una infraestructura convencional. La durabilidad intrínseca de los materiales pétreos garantiza una larga vida útil con intervenciones mínimas, protegiendo a las arcas municipales de costes operativos recurrentes.
 - **Mitigación de riesgos y transparencia en la licitación:** La exhaustividad de la documentación técnica (mediciones precisas, pliegos de condiciones detallados y planos de detalle) cumple una función económica crítica: reducir la incertidumbre para las empresas licitadoras. Al eliminar las ambigüedades en el

proyecto, se minimiza el riesgo de que surjan "modificados de obra" o reclamaciones por imprevistos, asegurando que el precio final de adjudicación sea fiel al coste real de ejecución. Este rigor técnico es la mejor garantía para una licitación transparente, competitiva y libre de sobrecostes imprevistos.

En definitiva, la viabilidad del proyecto no se basa en el recorte presupuestario, sino en la **inteligencia técnica**. Se ha demostrado que una solución constructiva basada en la adaptación al medio (escollera, firmes naturales) es, simultáneamente, la opción más robusta técnicamente, la más económica de ejecutar y la más eficiente de mantener. El proyecto es, por tanto, una inversión financieramente responsable y técnicamente impecable, preparada para su fase de contratación con todas las garantías de éxito.

3.11.5 Síntesis final

En conclusión, la Senda Ciclable del Río Dílar se ha proyectado como una respuesta madura a un problema complejo de movilidad metropolitana. La diferencia entre las intenciones iniciales y el resultado final radica en el **refinamiento técnico**: no solo se ha trazado un camino, sino que se ha diseñado un elemento que ordena el territorio, protege el medio ambiente y dignifica el espacio público.

El proyecto es, por tanto, una apuesta segura para la administración. Alinear este trazado con los fondos de movilidad sostenible y las políticas de la Agenda Urbana garantiza no solo su financiación, sino su éxito operativo a largo plazo. La Senda Ciclable deja de ser un plano para convertirse en un activo social, consolidándose como una infraestructura necesaria que transformará la manera en que los ciudadanos de Dílar y su área de influencia interactúan con su entorno natural, fomentando un estilo de vida más saludable, sostenible y equitativo.



Ilustración 29- Alternativa A



Ilustración 30- Alternativa B

4 BIBLIOGRAFÍA.

Normativa Técnica y Legislación Estatal

- **Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.** *Instrucción de Carreteras: Norma 8.1-IC Señalización Vertical.* Dirección General de Carreteras.
- **Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.** *Instrucción de Carreteras: Norma 8.2-IC Marcas Viales.* Dirección General de Carreteras.
- **Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana.** *Código Técnico de la Edificación (CTE): Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad (DB-SUA).*
- **Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.** *Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).* Artículos referentes a capas granulares, zahorras y escolleras.

Legislación Autonómica y Gestión Hidráulica

- **Junta de Andalucía.** *Decreto 293/2009, de 7 de julio, por el que se aprueba el reglamento que regula las normas para la accesibilidad en las infraestructuras, el urbanismo, la edificación y el transporte en Andalucía.* BOJA.
- **Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG).** *Normativa Técnica sobre el Dominio Público Hidráulico (DPH), Zonas de Servidumbre y Policía.* Guías de actuación y tramitación de expedientes en riberas.
- **Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda.** *Plan Andaluz de la Bicicleta (PAB).* Criterios de diseño para infraestructuras ciclistas interurbanas.

Planificación Territorial y Sostenibilidad

- **Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana.** *Agenda Urbana Española (AUE).* Documento marco y decálogo de objetivos estratégicos alineados con los ODS.
- **Diputación de Granada.** *Agenda Urbana Provincial Granada Metrópoli.* Estrategias de Desarrollo Urbano Sostenible e Integrado (EDUSI).
- **Organización de las Naciones Unidas (ONU).** *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).* Especificaciones y metas de los ODS 11, 13 y 15.
- **Fundación de los Ferrocarriles Españoles.** *Red de Vías Verdes de España.* Manuales de diseño, gestión supramunicipal y buenas prácticas en la recuperación de corredores.

Medio Ambiente y Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN)

- **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).** *Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas.*
- **Observatorio de Soluciones Basadas en la Naturaleza.** *Catálogo de Buenas Prácticas en SBN.* Aplicación de pavimentos permeables y sistemas de drenaje sostenible (SUDS).
- **Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).** *Manual de Bioingeniería Paisajística y Restauración de Riberas.* Técnicas de estabilización de taludes, hidrosiembra y muros de escollera.

Herramientas de Modelado, Topografía y Sistemas de Información Geográfica

- **QGIS Project Documentation.** *Guías de Usuario de QGIS (Sistemas de Información Geográfica).* Tratamiento de datos espaciales y delimitación de corredores fluviales.
- **Instituto Geográfico Nacional (IGN) / Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).** *Centro de Descargas.* Obtención de Modelos Digitales del Terreno (MDT) y bases cartográficas topográficas.
- **Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).** *Visor Cartográfico y Ortofotografías de la red metropolitana de Granada.*

ANEXOS.

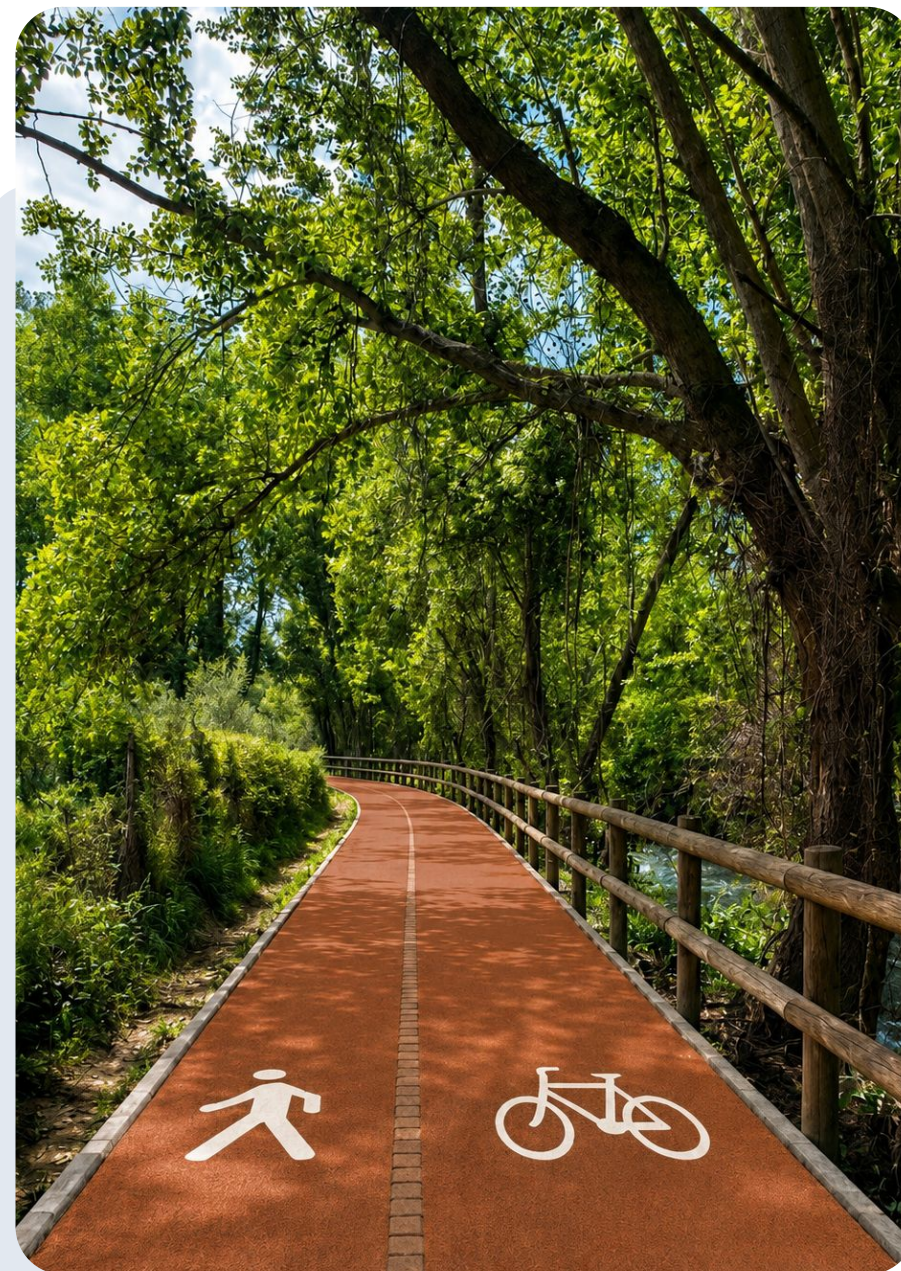
ANEXO I	PRESENTACIÓN DEL PROYECTO EN POWER POINT
ANEXO II	REPORTAJE GRÁFICO
ANEXO III	ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICO-FINANCIERA

Senda Ciclable del Río Dílar II

Conectando el municipio con el Área Metropolitana
mediante una infraestructura verde y sostenible



FRANCISCO GÓMEZ RODRIGUEZ



Índice

1. Diagnóstico y Estrategia

- ✓ El Reto Territorial
- ✓ Alineación Estratégica (Agenda Urbana / ODS)
- ✓ Objetivos del Proyecto
- ✓ Trazado Estratégico General

2. Solución Técnica y Ejecución

- ✓ Análisis por Tramos (1, 2 y 3)
- ✓ Sección Tipo y Materiales
- ✓ Integración Ambiental y Cuidados
- ✓ Viabilidad, Fases e Impacto

El Reto Territorial

1

Fractura territorial

Las autovías GR-30 y N-323a actúan como barreras infranqueables para la movilidad blanda entre municipios.

2

Degradación del entorno

Zonas de la ribera fluvial del Río Dílar abandonadas e infrautilizadas.

3

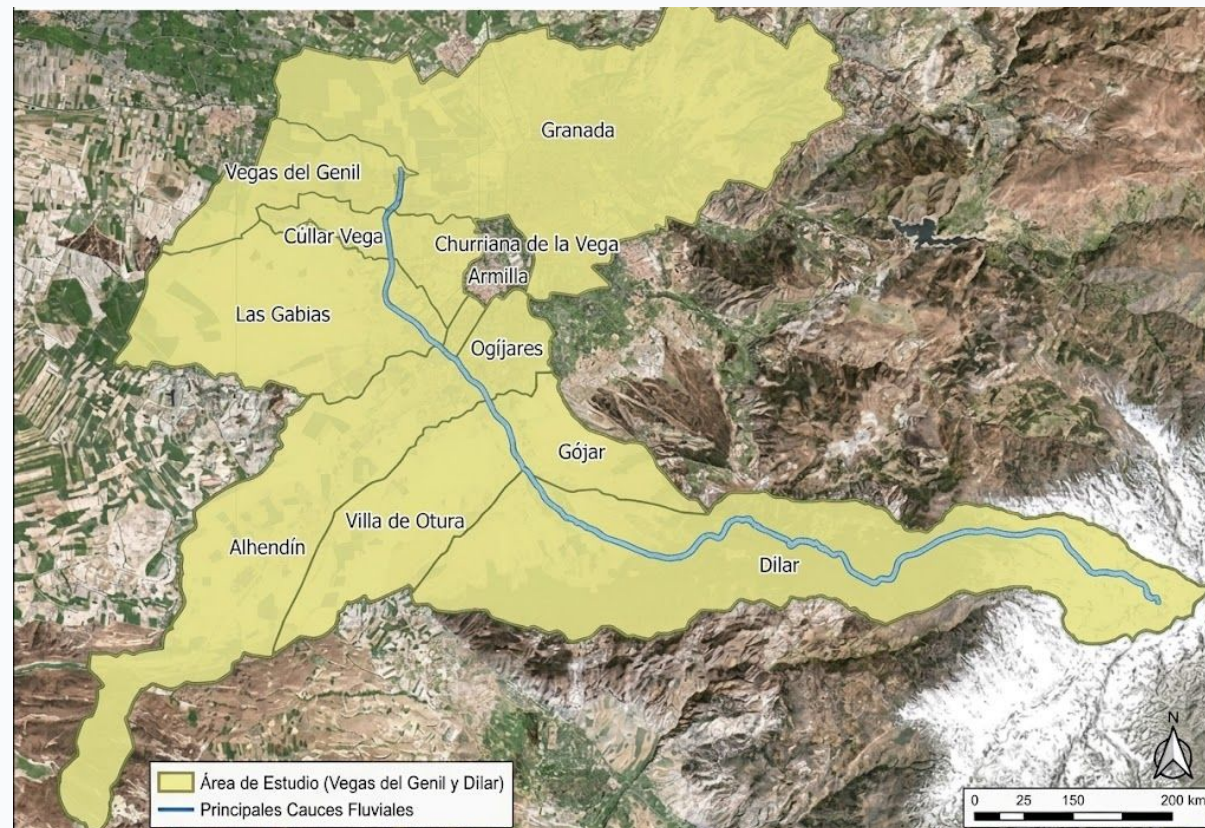
Inseguridad vial

Ausencia de itinerarios seguros para peatones y ciclistas entre Dílar y Armilla.

4

Dependencia del vehículo

Carencia de alternativas competitivas y seguras al transporte motorizado para desplazamientos diarios.



Alineación Estratégica



Agenda Urbana ODS

Ciudades y Comunidades Sostenibles

El proyecto es un instrumento de regeneración clave alineado con los objetivos de la Agenda Urbana.

Focos principales:

- Acceso a nuevas zonas verdes urbanas
- Espacios públicos seguros y protegidos
- Infraestructuras accesibles para toda la ciudadanía



Acción por el Clima

Impacto directo al promover **modos de transporte sin emisiones** que reducen la huella de carbono metropolitana.



Ecosistemas Terrestres

Contribución fundamental al **proteger y restaurar activamente** el valioso hábitat natural del Río Dílar.



Objetivos del Proyecto



Fomento de la movilidad blanda: Conectar el núcleo urbano de Dílar con las infraestructuras ciclistas de la Base Aérea, ofreciendo una alternativa real y segura.



Conservación del ecosistema fluvial: Diseñar un trazado que alterna los márgenes del río para proteger la vegetación autóctona y reducir la alteración del hábitat.



Permeabilidad infraestructural: Resolver el cruce de las vías GR-30 y N-323a aprovechando pasos inferiores ya construidos, sin generar nuevas barreras.



Impulso a la salud pública: Crear un entorno libre de contaminación que invite a los vecinos a mantener un estilo de vida activo mediante el deporte y el ocio al aire libre.

Trazado Estratégico

Adaptación Topográfica en 3 Tramos

El recorrido de la senda se ha sectorizado para garantizar la máxima adaptación al terreno y el menor impacto ecológico posible.

El eje alterna estratégicamente entre la margen derecha e izquierda del río Dílar, superando de manera limpia las infraestructuras grises (GR-30) con un impacto visual nulo y enlazando finalmente con la red ciclista metropolitana.



Tramo 1: Dílar

- ✓ **Punto de inicio:** El recorrido comienza en el Puente de las Casillas, justo antes del comienzo del parque natural, dentro del término municipal de Dílar.
- ✓ **Disposición:** Discurre íntegramente por la **margen derecha** del cauce del río.
- ✓ **Entorno:** Atraviesa un paisaje con un marcado carácter rural y natural, dotado de un alto valor ecológico y paisajístico.
- ✓ **Criterio de diseño:** Mínima alteración del ecosistema, centrando el esfuerzo en la adaptación topográfica y visual, para minimizar los impactos de la senda.



Tramo 2: Dílar - Ogíjares

- ✓ **Cambio estratégico:** Se inicia en la intersección con la carretera, cruzando hacia la **margen izquierda**.
- ✓ **Motivo técnico y ambiental:** Este cruce permite eludir las zonas de mayor vulnerabilidad ecológica de la margen opuesta sin alterar el cauce.
- ✓ **Estabilización:** En esta fase se aplican soluciones de estabilización de márgenes y drenaje longitudinal (cunetas) para proteger la plataforma.
- ✓ **Proyección:** Conduce el flujo de forma segura hasta las inmediaciones de la autovía GR-30.



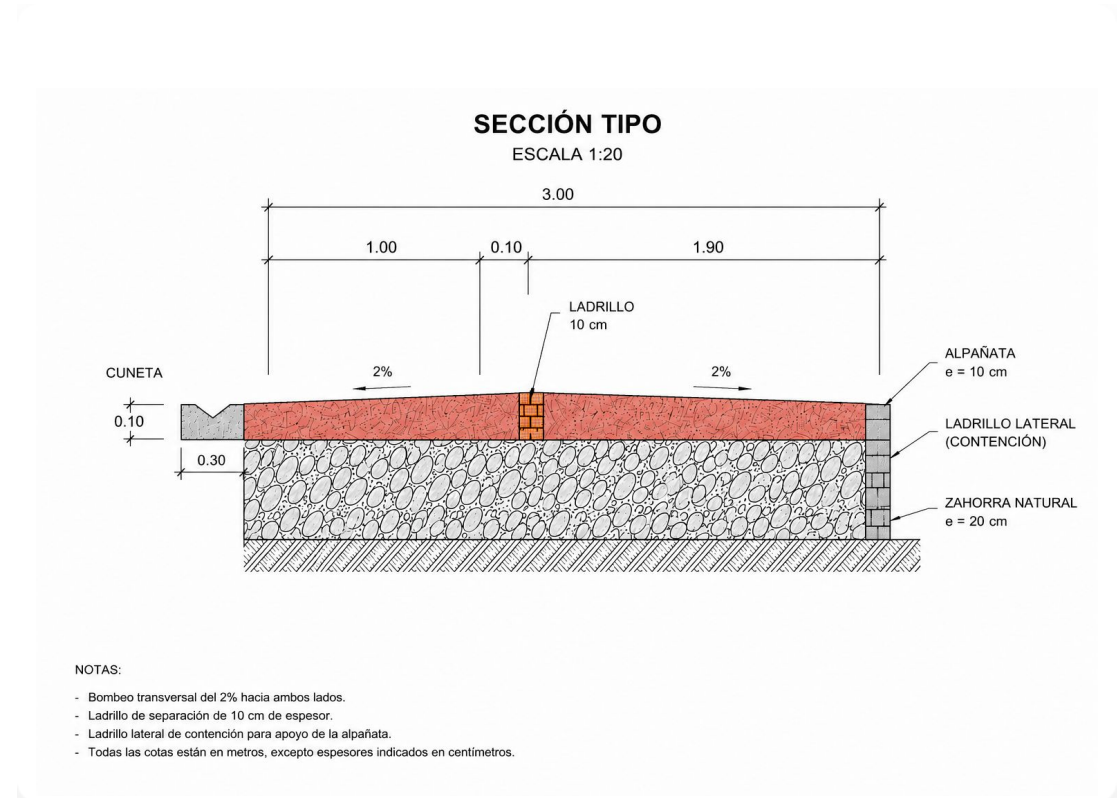
Tramo 3: Ogíjares – Armilla

- ✓ **Superando barreras:** Constituye el sector final y resuelve el mayor obstáculo: la GR-30 y la carretera N-323a.
- ✓ **Aprovechamiento:** Utiliza de forma inteligente los **pasos inferiores** existentes, garantizando gálibos seguros.
- ✓ **Cero impacto añadido:** Pequeño puente de paso utilizando las infraestructuras ya construidas reduciendo drásticamente costes e impacto ambiental.
- ✓ **Retorno y enlace:** Tras cruzar, la senda retorna a la margen derecha para conectar sin discontinuidades con el carril bici de la Base Aérea de Armilla.



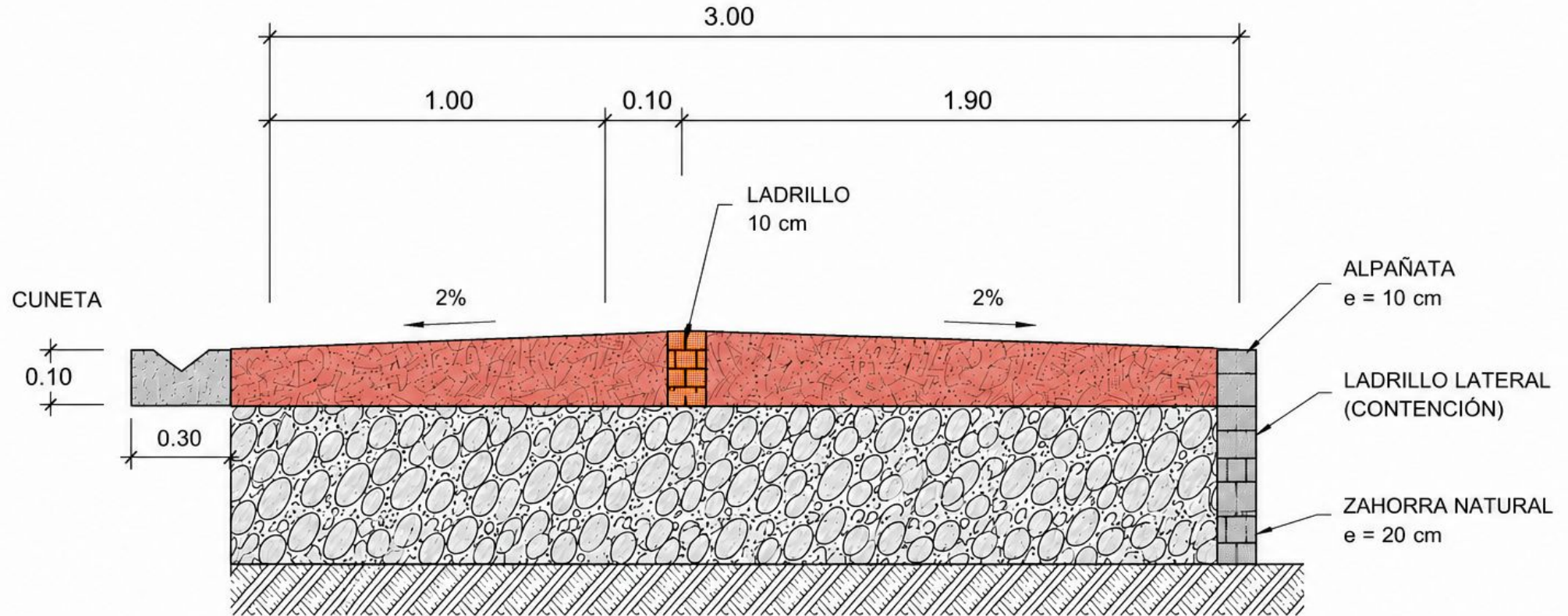
Sección Tipo Optimizada

- ✓ **Plataforma única segregada:** Anchura total de 3,00 metros, dividida en franja peatonal (1,00m) y carril ciclista (2,00m).
- ✓ **Elemento separador:** 2 alternativas:
 - Rigola de ladrillo macizo de 10 cm.
 - Mediante señalización vertical.
- ✓ **Drenaje eficiente:** Bombeo transversal del 2% hacia la margen interior, evacuando aguas a una cuneta lateral de 30 cm.
- ✓ **Paquete de firme:** Subbase de 20 cm de zahorra natural que aporta capacidad portante, coronada por 10 cm de alpañata para rodadura cómoda y drenante.



SECCIÓN TIPO

ESCALA 1:20

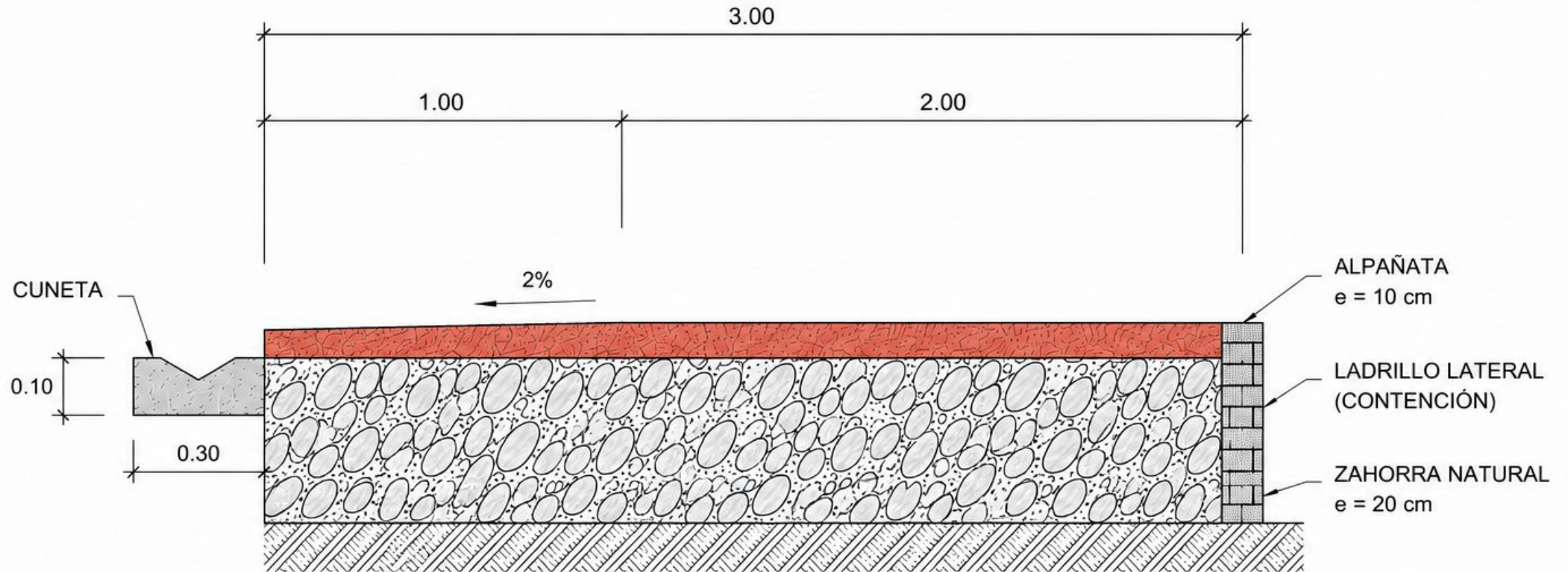


NOTAS:

- Bombeo transversal del 2% hacia ambos lados.
- Ladrillo de separación de 10 cm de espesor.
- Ladrillo lateral de contención para apoyo de la alpañata.
- Todas las cotas están en metros, excepto espesores indicados en centímetros.

SECCIÓN TIPO

ESCALA 1:20



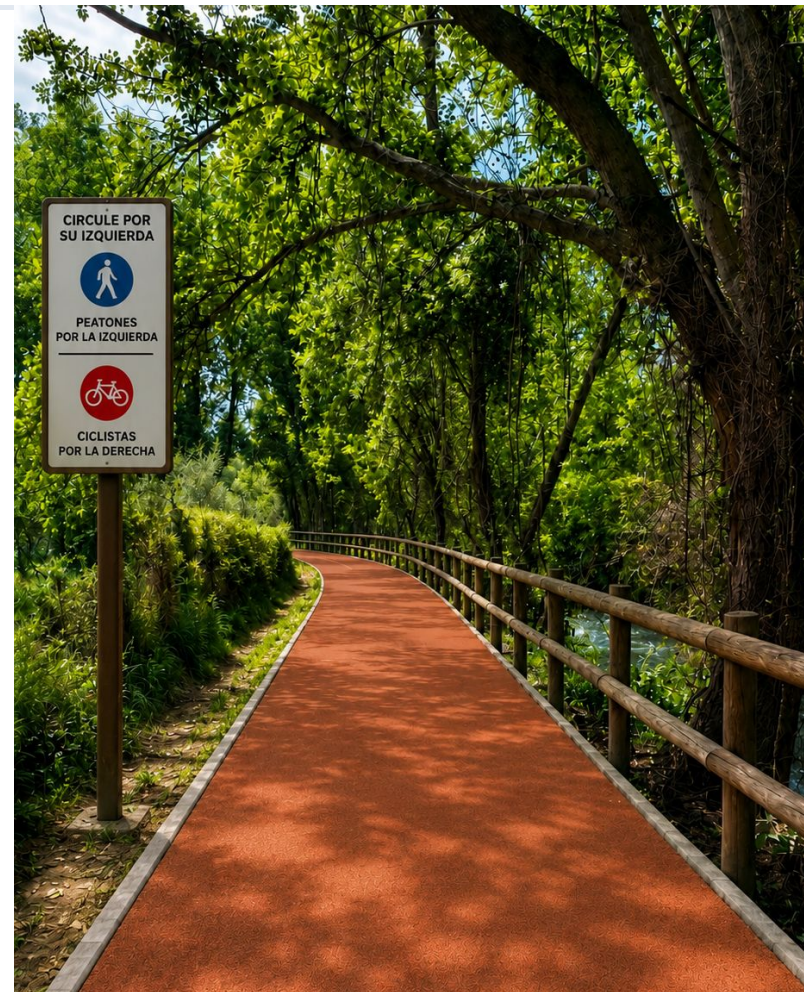
NOTAS:

- Bombeo transversal del 2% hacia el lado izquierdo.
- Ladrillo lateral de contención para apoyo de la alpañata.
- Todas las cotas están en metros, excepto espesores indicados en centímetros.

Alternativa A



Alternativa B



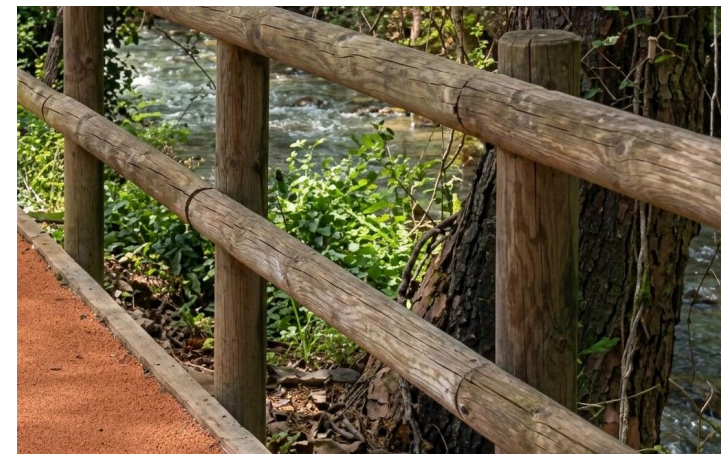
Materiales Sostenibles



Alpañata: Firme natural y permeable.
Garantiza una excelente rodadura e integración cromática perfecta con la ribera del río.



Muros de Escollera: Muros de contención por gravedad que permiten el drenaje y la posterior colonización biológica pasiva.



Madera Tratada: Pilonas para restricción de vehículos y talanqueras de seguridad, minimizando el impacto visual del balizamiento.

Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN)



Ciclo Hidrológico

Uso de firmes permeables que favorecen la infiltración y recarga del acuífero, evitando redes de saneamiento artificiales y escorrentías erosivas.



Bioingeniería

Estabilización de taludes mediante hidrosiembra de especies autóctonas, creando una costra radicular que protege contra la erosión de forma natural.



Conectividad Ecológica

El diseño respeta el corredor fluvial, permitiendo el tránsito de pequeña fauna y la regeneración de la vegetación de ribera en los bordes de la traza.

Análisis de Viabilidad



Viabilidad Técnica

El aprovechamiento de pasos inferiores y caminos de servidumbre elimina la incertidumbre geotécnica y la necesidad de nuevas estructuras complejas.



Viabilidad Ambiental

Cumplimiento estricto con los criterios de la CHG mediante pavimentos drenantes y consolidación blanda que actúan como vector de restauración.



Viabilidad Económica

Presupuesto de ejecución contenido, idóneo para captación de Fondos Europeos y planes de Diputación gracias a su alta rentabilidad social.

Fases de Ejecución del Proyecto

Fase 2: Consolidación

Ejecución de la plataforma ciclable, firme de alpañata y red de drenaje longitudinal y transversal (Tramo 1 y 2).

Fase 4: Remates

Conexión final con Base Aérea, plantaciones, hidrosiembra, señalización, balizamiento e instalación de talanqueras de madera.

Fase 1: Preparación

Replanteo topográfico, desbroce selectivo y movimientos de tierra.

Fase 3: Cruces y finalización trazado

Acondicionamiento técnico de los pasos inferiores bajo la autovía GR-30 y carretera N-323a, ajustando rasantes y gálibos.
Ejecución del tramo 3.

Presupuesto

	LONGITUD 	ALTERNATIVA A 	ALTERNATIVA B 
TRAMO 1	2.640	378.391,20 €	370.814,40 €
TRAMO 2	4.392	486.414,00 €	469.416,96 €
TRAMO 3	675	153.913,50 €	150.828,75 €
TOTAL	7.707	1.018.718,70 €	991.060,11 €

Plan de Comunicación y Marketing

1. Estrategia Digital

Producción de un spot audiovisual de alta calidad mostrando el antes y el después.

Distribución coordinada en los perfiles de redes sociales del Ayuntamiento y la Diputación.

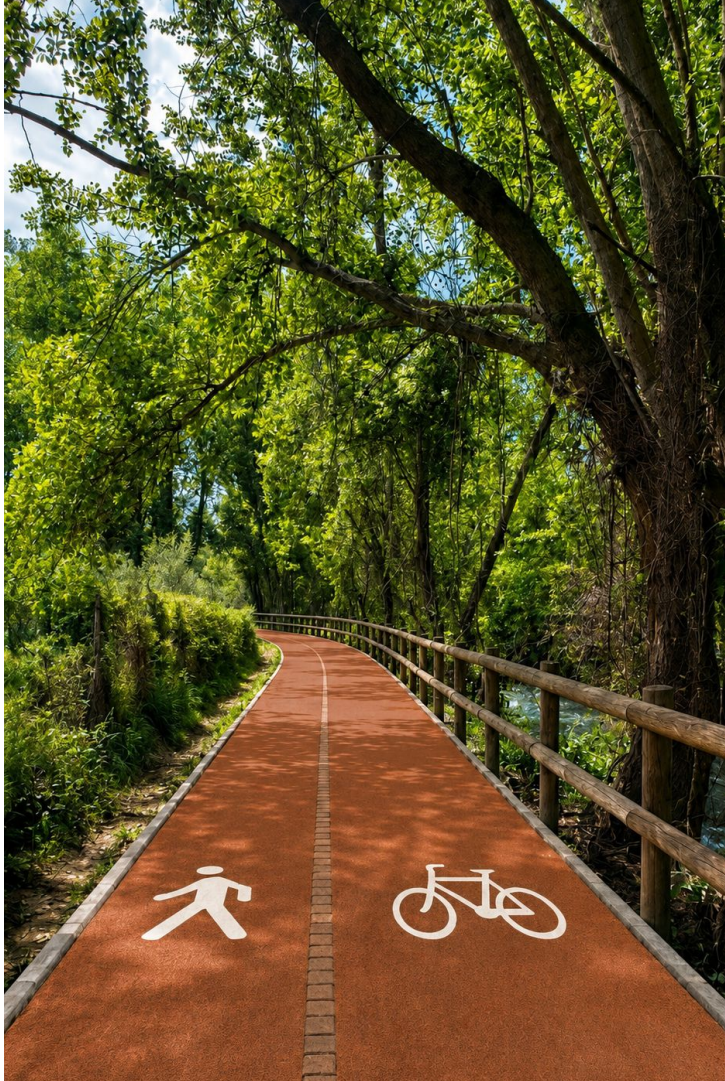
2. Sensibilización Local

Proyección del proyecto durante eventos locales clave, como las Fiestas de la Virgen de las Nieves, para alcanzar a un público intergeneracional de manera directa y cercana. Fomentar el orgullo de pertenencia y preparar a la comunidad para la adopción y el cuidado de esta nueva infraestructura pública.

¿Hacemos realidad la Senda?

Un proyecto viable, económico y transformador para vertebrar nuestro territorio.

AYUNTAMIENTO DE DÍLAR | DIPUTACIÓN DE GRANADA
AGENDA URBANA



"Imaginar lo que aún no existe para dar forma al futuro"

Ove Arup

"Una obra pública no es un elemento aislado; es una intervención directa en el paisaje que debe entenderlo, respetarlo y, si es posible, mejorarlo"

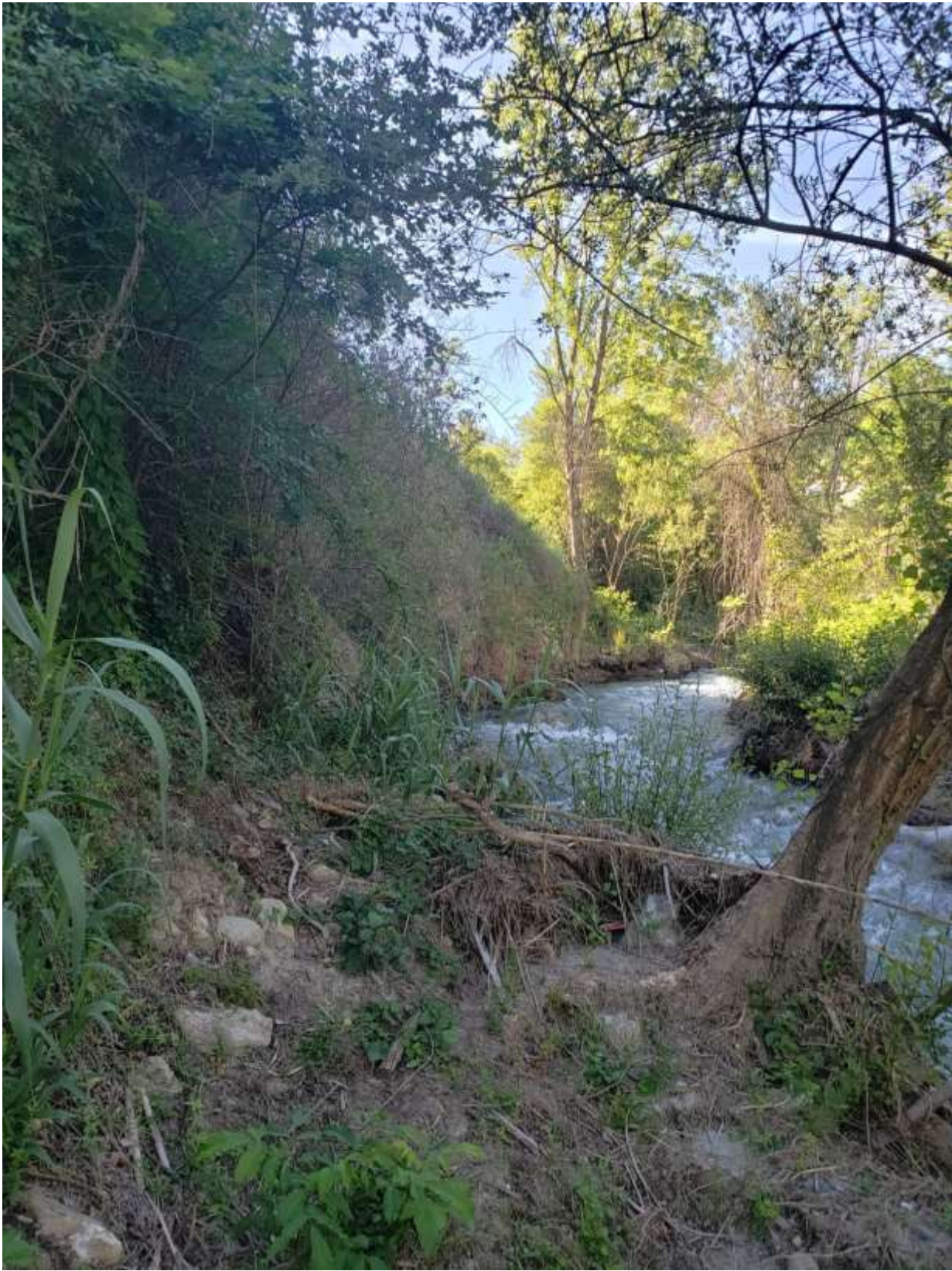
Javier Manterola

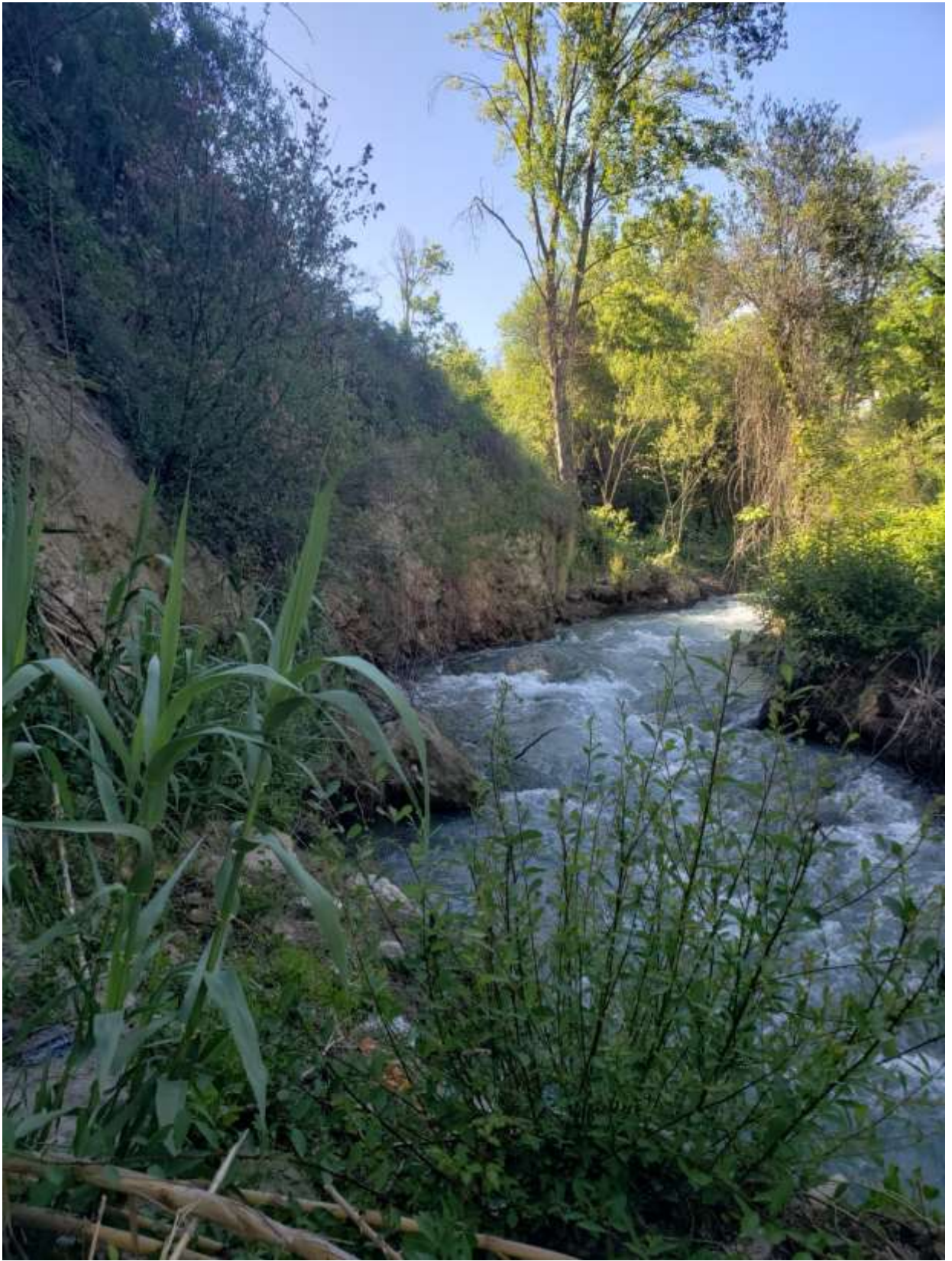
**MUCHAS GRACIAS POR
VUESTRA ATENCIÓN**

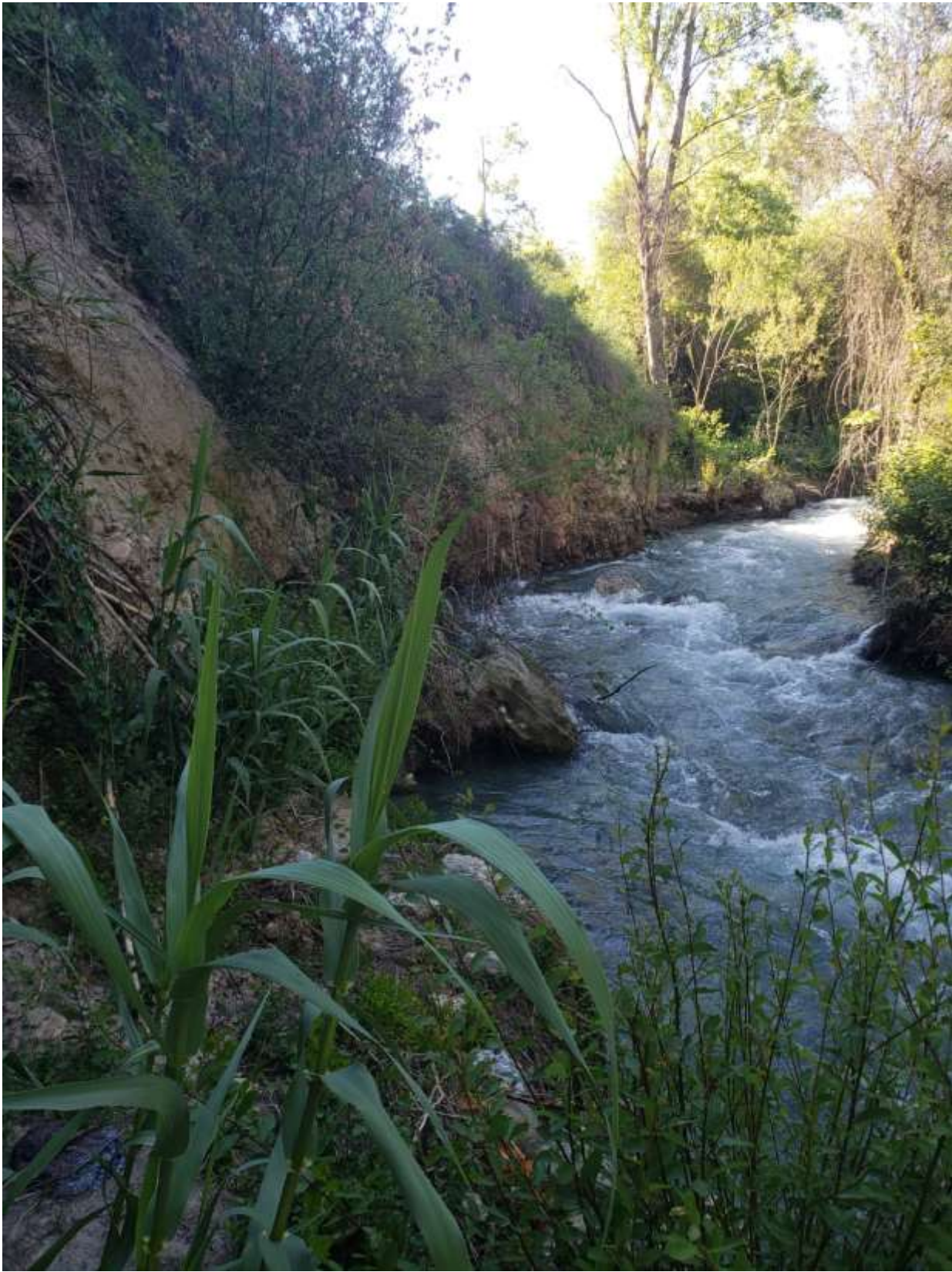
Anexo 2. Reportaje gráfico

TRAMO 1:



























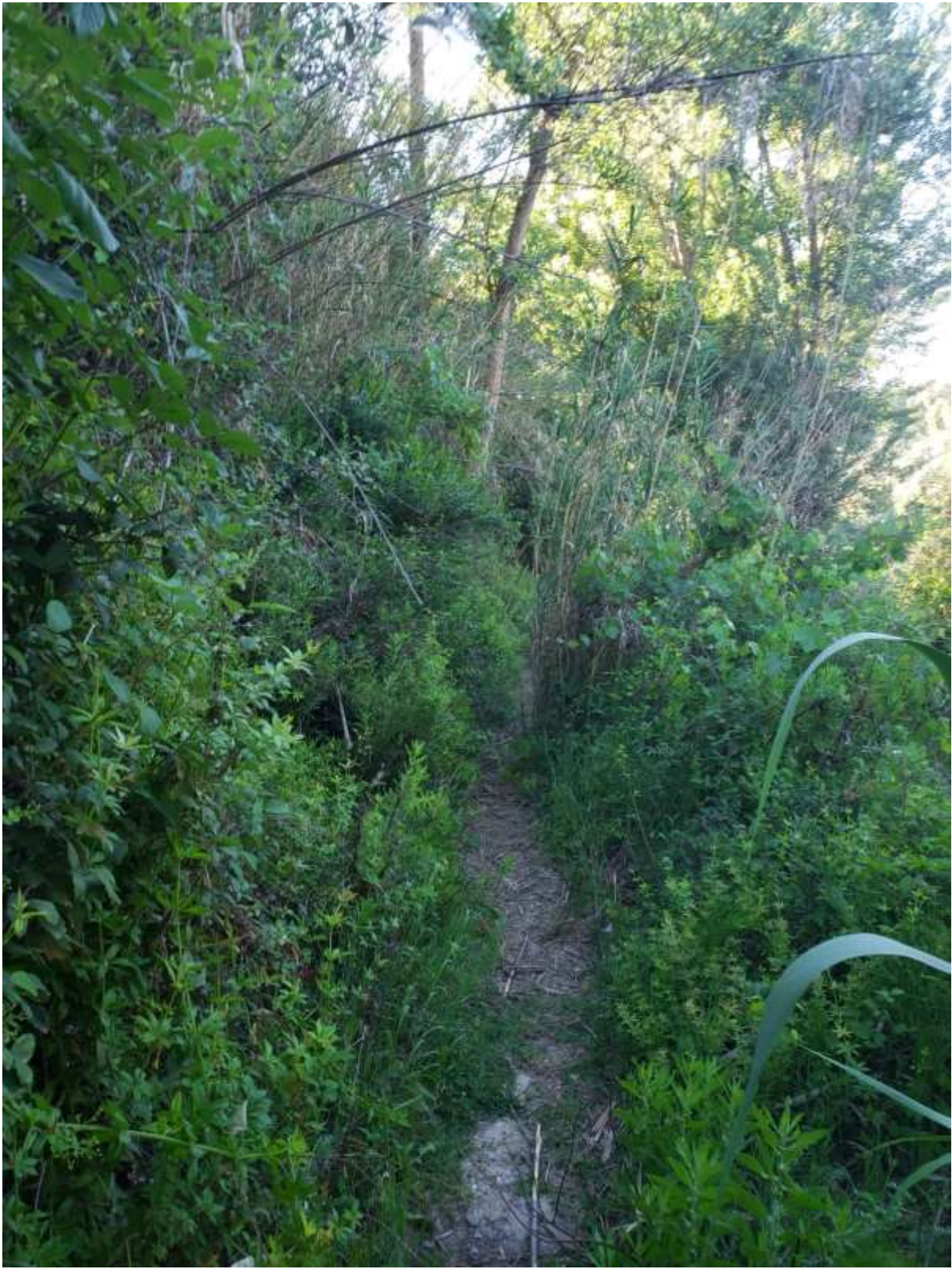




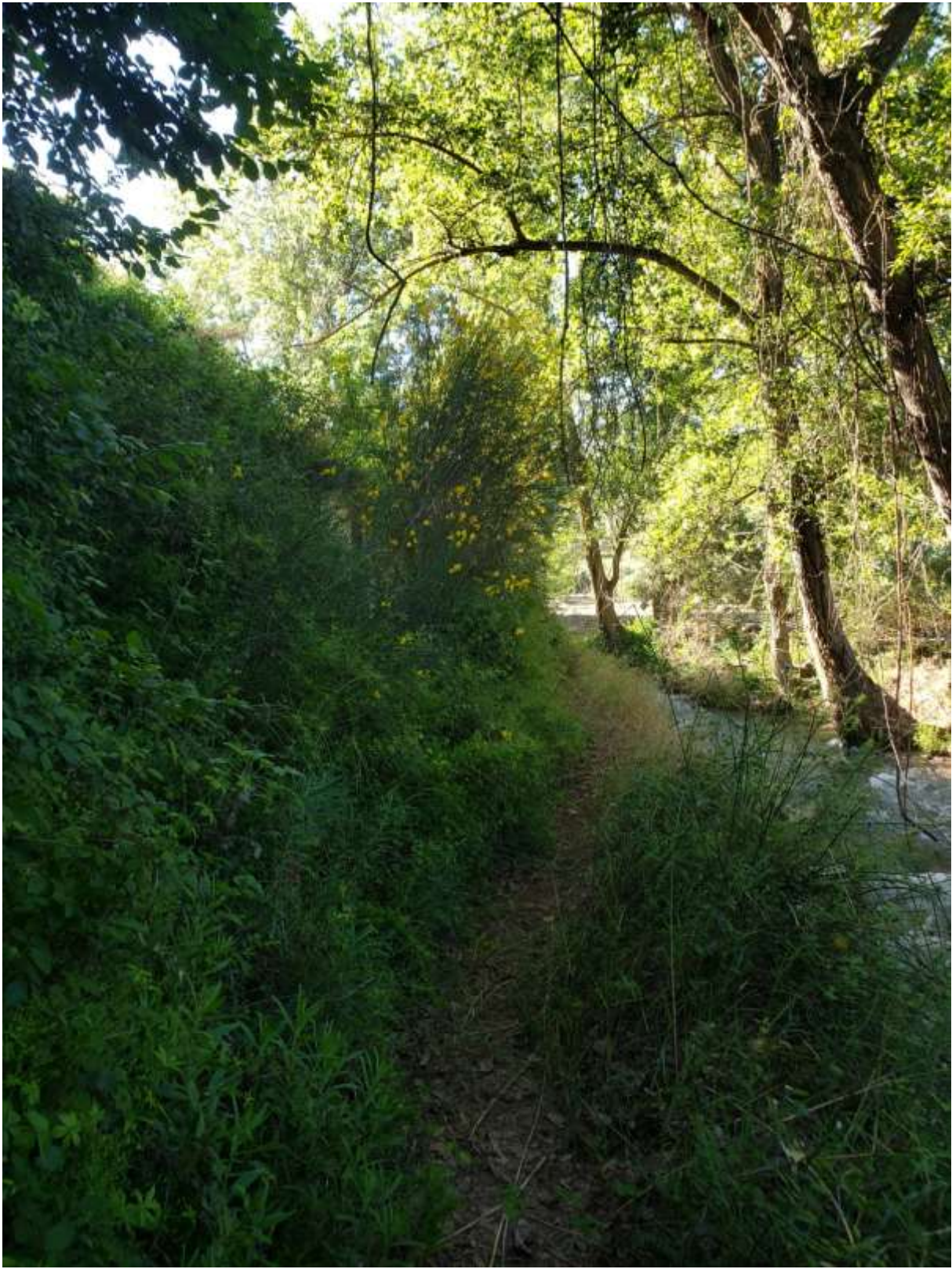




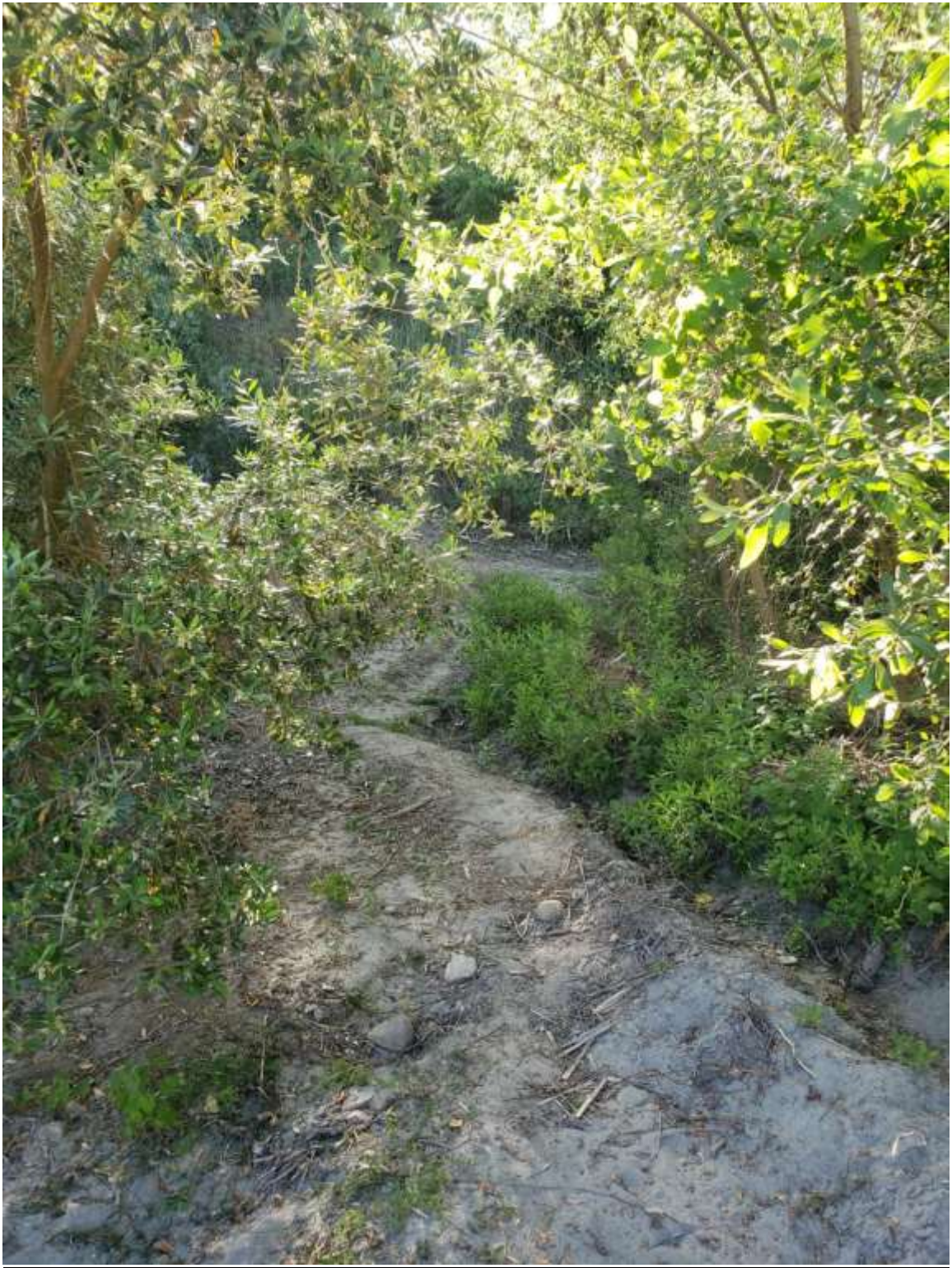


















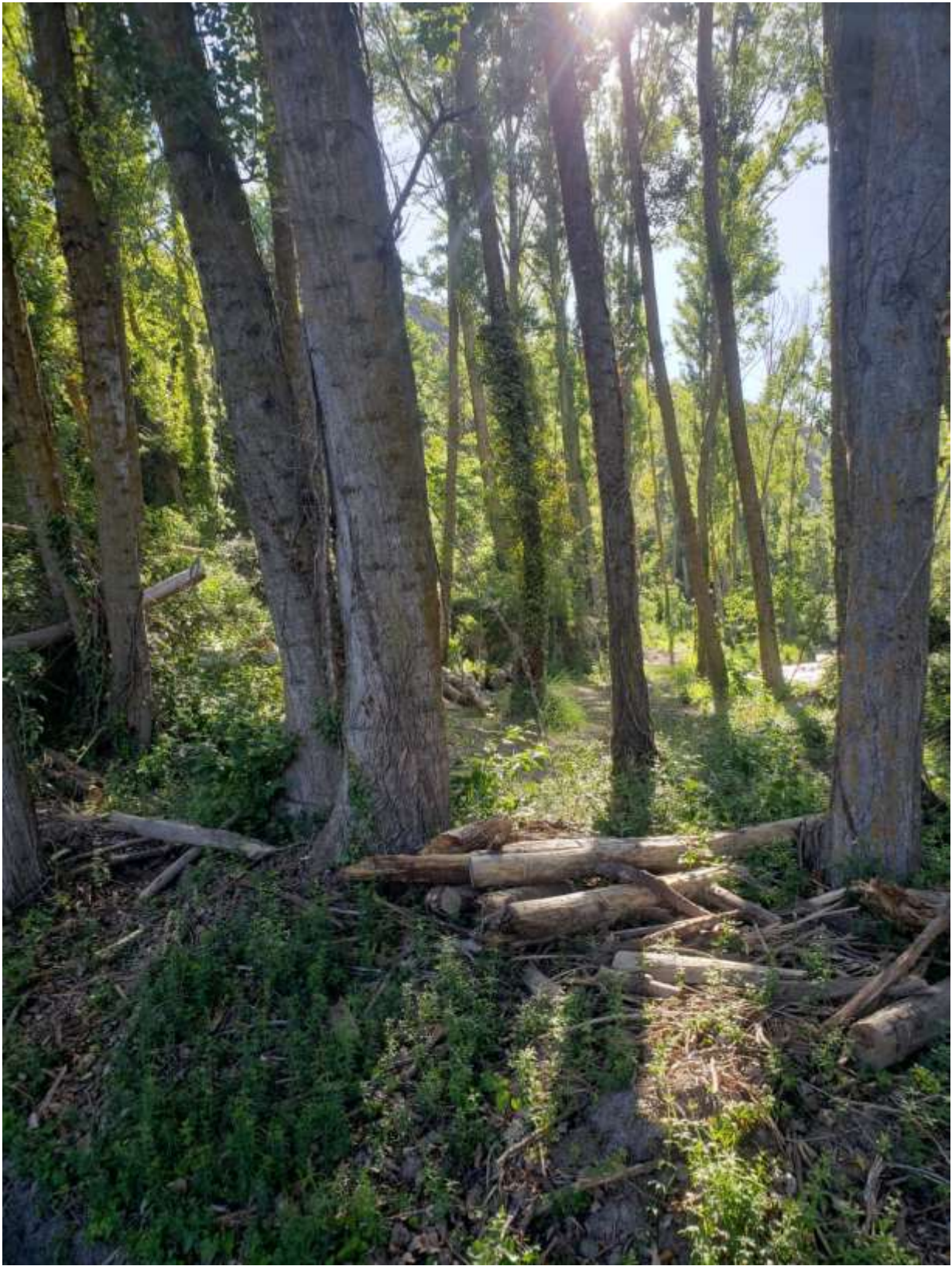




























TRAMO 2:





















TRAMO 3:





















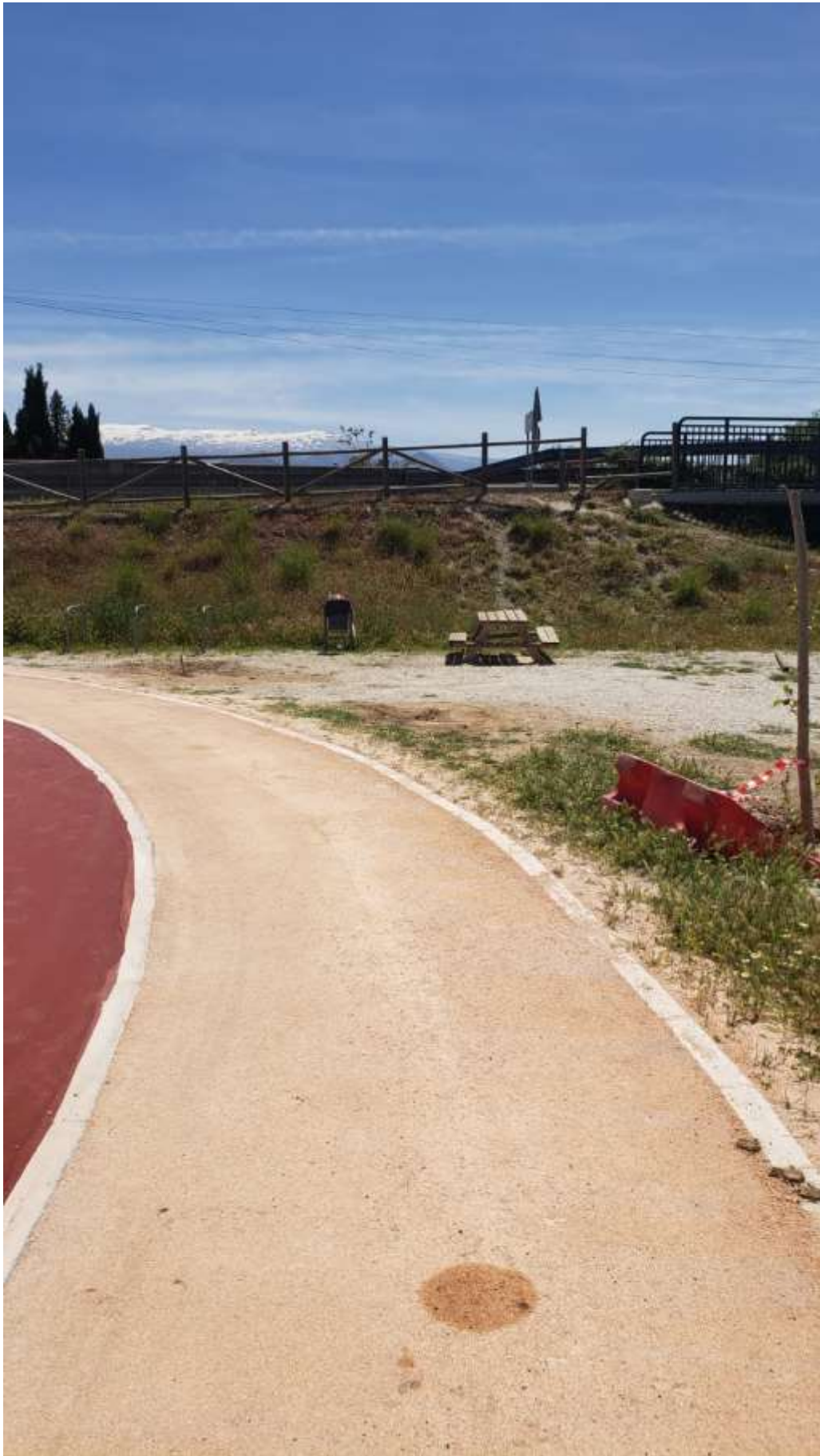














Anexo 4. Estudio de viabilidad económico-financiera

1. Objeto y Alcance

El presente anexo tiene por objeto definir el marco económico del proyecto constructivo de la "Senda Ciclable del Río Dílar". Para garantizar una toma de decisiones eficiente por parte de la administración pública, se ha elaborado una estimación presupuestaria que desglosa los costes de ejecución material en función de los tres tramos funcionales del recorrido y de las dos alternativas de diseño de la sección transversal (Alternativa A: segregación física; Alternativa B: segregación visual).

2. Cuadro Resumen de Inversiones

El cálculo presupuestario se ha realizado sobre una longitud total de actuación de 7.707 metros (7,71 km). A continuación, se presenta la tabla resumen con la estimación de costes (expresada en euros) para cada sector y alternativa constructiva:

Sector	Longitud (m)	Presupuesto Alternativa A (€)	Presupuesto Alternativa B (€)
Tramo 1	2.640	378.391,20 €	370.814,40 €
Tramo 2	4.392	486.414,00 €	469.416,96 €
Tramo 3	675	153.913,50 €	150.828,75 €
TOTAL	7.707	1.018.718,70 €	991.060,11 €

3. Análisis Económico Comparativo

El análisis de las dos opciones de diseño de la sección tipo arroja las siguientes conclusiones a nivel financiero:

- **Alternativa A (Segregación Física):** La inclusión de una rigola de ladrillo macizo de 10 cm como elemento separador longitudinal eleva el coste total de la infraestructura a **1.018.718,70 €**. El incremento presupuestario se justifica por el mayor volumen de materiales requeridos (adquisición del ladrillo y mortero de asiento) y por el aumento de los rendimientos de mano de obra para su correcta nivelación y ejecución geométrica.

- **Alternativa B (Segregación Visual):** Al prescindir del separador físico y confiar la ordenación de los flujos peatonales y ciclistas exclusivamente a la señalización vertical, el presupuesto total se ajusta a **991.060,11 €**.

La diferencia económica entre ambas propuestas es de **27.658,59 €**. Esta variación, que representa un ahorro aproximado del 2,7% a favor de la Alternativa B, permite a la entidad local disponer de un margen de maniobra para decidir si prioriza la contención estricta del gasto o la segregación táctil y física del espacio de rodadura.

4. Conclusión de Viabilidad

Con un presupuesto global que oscila en torno al millón de euros (aproximadamente 130.000 € por kilómetro lineal de senda acondicionada), la ejecución de esta infraestructura resulta altamente viable y competitiva en comparación con las obras lineales de ingeniería civil convencional.

Esta eficiencia en costes —lograda mediante la ingeniería de valor, la compensación de tierras en origen y el aprovechamiento de los pasos inferiores bajo la autovía GR-30 y la N-323a— sitúa al proyecto en una posición estratégica inmejorable para la captación de financiación supramunicipal. Su importe es totalmente compatible con las líneas de subvención de la Diputación de Granada y con los parámetros exigidos por los Fondos Europeos (NextGenerationEU y FEDER) destinados al desarrollo de infraestructuras verdes, cohesión territorial y movilidad sostenible en la corona metropolitana.

	LONGITUD	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B
TRAMO 1	2.640	378.391,20 €	370.814,40 €
TRAMO 2	4.392	486.414,00 €	469.416,96 €
TRAMO 3	675	153.913,50 €	150.828,75 €
TOTAL	7.707	1.018.718,70 €	991.060,11 €