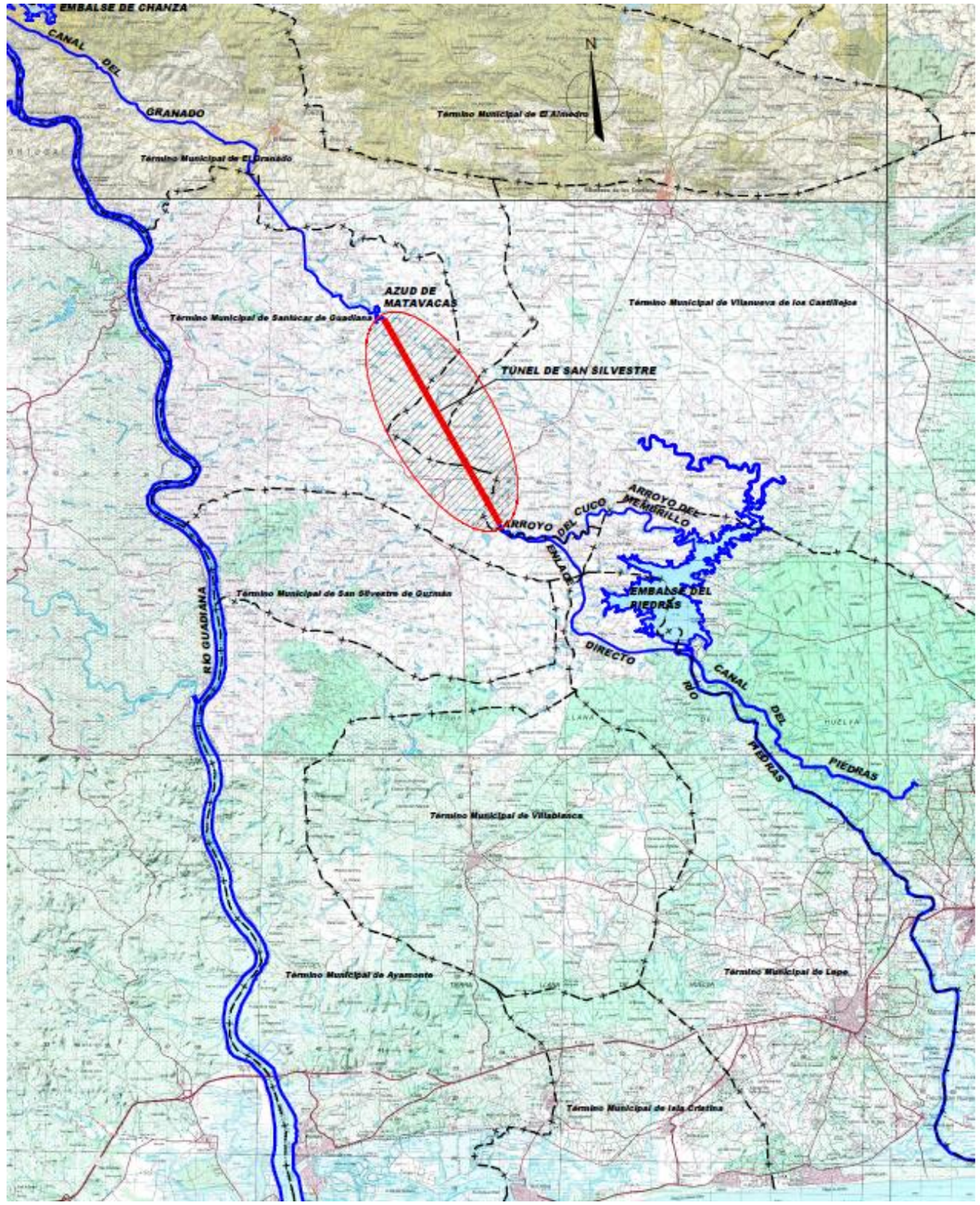



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CLAVE:
**04.199-0042/2112**

| TIPO: | REF. CRONOLOGICA: |
|---|---|
| **PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN** | **04/21** |

TITULO BÁSICO:

# PROYECTO CONSTRUCTIVO DE DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA)

| PROVINCIA: | CLAVE: |
|---|---|
| **HUELVA** | |
| TERMINO MUNICIPAL: **SANLÚCAR DE GUADIANA, EL GRANADO, VILLANUEVA DE LOS CASTILLEJOS,** | CLAVE: |
| RÍO: | CLAVE: |

| |
|---|
| VALOR ESTIMADO DEL PROYECTO: **55.094.791,70 €** |
| IVA: **11.569.906,26 €** |
| PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN: **66.664.697,96 €** |
| CONSULTOR: **SEGURPRESA.- LUIS FERNÁNDEZ ALMIÑANA** |
| INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: **JUAN CARLOS DE CEA AZAÑEDO** |

**DOCUMENTO Nº 5. DOCUMENTO AMBIENTAL**

SEGURPRESA
seguridad de presas, s.a.

# DOCUMENTO Nº 5.- DOCUMENTO AMBIENTAL

**DOCUMENTO Nº5.- DOCUMENTO AMBIENTAL**

## ÍNDICE

**1. INTRODUCCIÓN....11**
1.1. ANTECEDENTES....11
1.2. CONTEXTO NORMATIVO Y DEL RÉGIMEN DEL TRASVASE AL QUE SIRVE EL PROYECTO....11
1.3. OBJETO DEL DOCUMENTO AMBIENTAL....12
1.4. SUBSANACIÓN DE INFORMACIÓN....12
**2. MOTIVACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL....14**
2.1. TRAMITACIÓN DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL....14
2.2. NORMATIVA LEGAL....15
2.2.1. Marco Legal....15
2.2.2. Normativa ambiental aplicable....15
**3. DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y UBICACIÓN DEL PROYECTO....18**
3.1. DEFINICIÓN....18
3.2. UBICACIÓN....18
3.2.1. Ubicación geográfica....18
3.2.2. Ubicación e importancia dentro de Sistema de Explotación....19
3.3. EXIGENCIAS PREVISIBLES EN RELACIÓN CON LA UTILIZACIÓN DEL SUELO Y DE OTROS RECURSOS NATURALES....21
3.3.1. Utilización de suelos....21
3.3.2. Agua....22
3.4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO Y DE SUS PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN....22
3.4.1. Características del proyecto....22
3.4.2. Procedimiento de construcción....25
3.5. RESIDUOS VERTIDOS Y EMISIONES DE MATERIA O ENERGÍA RESULTANTES31
**4. EXAMEN DE ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN....33**
4.1. CONSIDERACIONES PREVIAS....33
4.2. ALTERNATIVAS RESPECTO AL MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL....33
4.2.1. Plazo de ejecución de los métodos de ejecución del túnel....34
4.2.2. Coste de la construcción....35
4.2.3. Riesgos geotécnicos....35
4.2.4. Seguridad en el trabajo....36
4.2.5. Afección ambiental....36
4.2.6. Conclusiones....36
4.3. ALTERNATIVAS EN CANALES DE ENTRADA Y SALIDA....37
4.3.1. Alternativa Este....37
4.3.2. Alternativa Oeste....37
4.3.3. Valoración económica de las alternativas....38
4.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS....38
4.4.1. Incidencia sobre el túnel existente....39
4.4.2. Incidencias en la explotación del Sistema Chanza-Piedras y demandas futuras....39
4.4.3. Servicios afectados....39
4.4.4. Expropiaciones....40
4.4.5. Económico....40
4.5. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS VENTAJOSA....40
**5. EFECTOS AMBIENTALES DE LAS PRINCIPALES ALTERNATIVAS ESTUDIADAS....42**
5.1. ANÁLISIS PREVIOS....42
5.1.1. Alternativa 0. No ejecución....42
5.1.2. Alternativa 1. Canal abierto previa impulsión....43
5.1.3. Alternativa 3. Desdoblamiento del túnel actual....44
5.1.4. Alternativa considerada....44
5.2. CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO TÚNEL DE SAN SILVESTRE. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN IMPACTOS....45
5.2.1. Introducción....45
5.2.2. Valoración de impactos. Puntuación de las alternativas....45
5.2.3. Valoración conjunta de alternativas....49
5.2.4. Resultados de la valoración ambiental de alternativas....52
5.2.5. Alternativa a desarrollar en el proyecto....52
**6. INVENTARIO AMBIENTAL....53**
6.1. LOCALIZACIÓN Y MARCO GEOGRÁFICO....53

6.2. CLIMA ..... 53
6.3. CAMBIO CLIMÁTICO ..... 55
6.4. GEOLOGÍA ..... 57
6.4.1. Unidades litoestratigráficas ..... 57
6.4.2. Tectónica ..... 58
6.5. SUELOS ..... 58
6.6. AIRE ..... 59
6.6.1. Calidad del cielo nocturno ..... 59
6.6.2. Ruido por actividades humanas ..... 60
6.6.3. Valores límites ..... 60
6.7. HIDROLOGÍA ..... 61
6.7.1. Cuenca del Guadiana ..... 61
6.7.2. Cuenca del Piedras ..... 61
6.7.3. Consideraciones del Plan Hidrológico Tinto, Odiel y Piedras ..... 62
6.8. VEGETACIÓN ..... 62
6.8.1. Vegetación potencial ..... 62
6.8.2. Vegetación actual ..... 64
6.8.3. Vegetación actual imágenes ..... 66
6.8.4. Flora y espacios naturales ..... 69
6.9. FAUNA ..... 69
6.9.1. Aves ..... 70
6.9.2. Mamíferos ..... 70
6.9.3. Anfibios y reptiles ..... 71
6.9.4. Peces ..... 71
6.9.5. Inventario de especies relevantes de fauna ..... 71
6.10. PAISAJE ..... 73
6.10.1. Tipo paisajístico a escala subregional ..... 74
6.10.2. Área paisajística a escala subregional ..... 74
6.10.3. Tipo paisajístico a escala comarcal ..... 75
6.10.4. Evaluación del paisaje ..... 75
6.11. PATRIMONIO HISTÓRICO ..... 76
6.11.1. Patrimonio histórico ..... 76
6.11.2. Vías pecuarias ..... 77
6.12. POBLACIÓN Y MEDIO SOCIECONÓMICO ..... 77
6.12.1. Población ..... 77
6.12.2. Medio socioeconómico ..... 78
6.13. ESPACIOS PROTEGIDOS ..... 79
**7. DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE TODOS LOS POSIBLES EFECTOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO EN EL MEDIO AMBIENTE ..... 80**
**8. MEDIDAS CORRECTORAS ..... 93**
8.1. MEDIDAS PREVENTIVAS ..... 93
8.1.1. Calidad del aire. Emisiones a la atmósfera ..... 93
8.1.2. Calidad del aire. Ruidos y vibraciones ..... 93
8.1.3. Calidad del aire. Contaminación lumínica ..... 93
8.1.4. Control de la maquinaria para protección de la calidad del aire ..... 94
8.1.5. Otras medidas de protección de la calidad del aire ..... 94
8.1.6. Calidad hídrica ..... 94
8.1.7. Plan de gestión de residuos ..... 94
8.1.8. Sistema de Punto Limpio ..... 95
8.1.9. Contenedores ..... 95
8.1.10. Limpieza de las obras ..... 96
8.1.11. Obras de drenaje ..... 96
8.1.12. Suelos ..... 97
8.1.13. Vegetación ..... 97
8.1.14. Limitación al tránsito de maquinaria ..... 97
8.1.15. Riegos sobre la vegetación afectada por las emisiones de polvo ..... 97
8.1.16. Desbroces y apeo de la vegetación ..... 97
8.1.17. Trasplante de árboles ..... 98
8.1.18. Fauna ..... 99
8.1.19. Paisaje ..... 99
8.1.20. Acopio de materiales ..... 99
8.1.21. Vertidos ..... 99
8.1.22. Riesgo de incendio ..... 100
8.1.23. Medio socioeconómico ..... 100

8.1.24. Patrimonio histórico y cultural ....100
8.1.25. Vías pecuarias ....100
8.1.26. Ubicación de los parques de maquinaria ....101
8.2. MEDIDAS CORRECTORAS ....101
8.2.1. Geomorfología ....101
8.2.2. Protección paisajística ....102
8.2.3. Instalaciones provisionales de obra ....102
8.2.4. Protección del sistema hidrológico ....103
8.2.5. Vegetación ....104
8.3. REVEGETACIÓN ....105
8.3.1. Áreas objeto de revegetación ....105
8.3.2. Objetivos y criterios de la restauración ....105
8.3.3. Especies seleccionadas ....105
8.3.4. Plantaciones ....106
8.3.5. Hidrosiembra ....107
8.3.6. Conservación y mantenimiento ....108
**9. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL ....111**
9.1. INTRODUCCIÓN ....111
9.2. RESPONSABILIDAD DE LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL ....111
9.3. METODOLOGÍA DEL SEGUIMIENTO ....111
9.4. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL ....112
9.4.1. Programa de Vigilancia Ambiental. Fase I ....112
9.4.2. Programa de Vigilancia Ambiental. Fase II ....113
9.4.3. Programa de Vigilancia Ambiental. Fase III ....126
9.4.4. Informes ....129
9.4.5. Informe en la Fase II. Ejecución de las obras ....129
9.4.6. Informes en la Fase III. Explotación de las obras ....130
**10. VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ....132**
**11. DOCUMENTO DE SÍNTESIS ....138**
11.1. ANTECEDENTES ....138
11.1.1. Contexto normativo y del régimen del trasvase al que sirve el proyecto ....138
11.1.2. Objeto del documento ambiental ....139
11.1.3. Subsanación de información ....139
11.2. MOTIVACIÓN APLICACIÓN PROCEDIMIENTO EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ....141
11.3. OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ....142
11.3.1. Objetivos del proyecto ....142
11.3.2. Descripción de las características del proyecto ....143
11.4. EXAMEN DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO ....143
11.5. SELECCIÓN PREVIA DE LAS ALTERNATIVAS A DESARROLLAR ....143
11.6. INVENTARIO AMBIENTAL ....144
11.7. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE EFECTOS ....144
11.8. MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS ....145
11.9. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL ....146
11.10. VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ....148
11.11. ESPACIOS RED NATURA 2000 ....148
**12. ESTUDIO ESPECÍFICO DE AFECCIONES A LA RED ECOLÓGICA EUROPEA NATURA 2000 ....149**
12.1. UBICACIÓN DE LAS OBRAS Y ZEC ANDÉVALO OCCIDENTAL ....149
12.2. APROVECHAMIENTOS ....150
12.3. USO PÚBLICO ....151
12.4. VALORES AMBIENTALES ....152
12.4.1. Climatología ....152
12.4.2. Geología y paisaje ....152
12.4.3. Hidrología ....152
12.4.4. Vegetación y flora ....153
12.4.5. Fauna ....154
12.5. HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO ....154
12.5.1. Hábitats existentes ....154
12.5.2. Ubicación de hábitats de interés comunitario respecto a la obra de construcción del nuevo del túnel de San Silvestre ....155
12.5.3. Afección a los de hábitats de interés comunitario por la ejecución de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ....163
12.6. PROCESOS ECOLÓGICOS ....165

12.6.1. Zona de aplicación de los planes de conservación y recuperación de especies165
12.6.2. Área de conexión entre espacios de la red Natura 2000 ..... 167
12.6.3. Afección a los procesos ecológicos por la ejecución de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 168
12.7. PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN ..... 174
12.7.1. Aves territoriales ..... 174
12.7.2. Aves esteparias ..... 175
12.7.3. Conectividad ecológica ..... 176

**APÉNDICES**

Apéndice 1. Reportaje fotográfico
Apéndice 2. Planos
Apéndice 3. Solicitud de Ocupación de Vías Pecuarias
Apéndice 4. Plan de prevención de incendios
Apéndice 5. Estudio de gestión de residuos
Apéndice 6. Estudio de manejo y uso de materiales procedentes del túnel
Apéndice 7. Autorización Ambiental Unificada del proyecto de desdoblamiento del túnel de San Silvestre, Resolución de 6 de marzo de 2012
Apéndice 8. Evaluación de Repercusiones en RN2000
Apéndice 9. Solicitud de subsanación de información en documento ambiental

Glosario

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Comarca del Andévalo ..... 19
Ilustración 2. Situación de los elementos de transporte y distribución de agua en alta de la DHTOP..... 19
Ilustración 3. Superposición de ortofotos, estado actual y estado futuro en canal de entrada (arriba) y canal de salida (abajo). Los caminos (color naranja) respetan la traza existente y solo se prolongan lo mínimo necesario para acceder a las instalaciones. Fuente planos de proyecto. ..... 21
Ilustración 4. Esquema de la infraestructura de abastecimiento del Túnel de San Silvestre 23
Ilustración 5. Sección del canal entrada. Conducción existente..... 23
Ilustración 6. Sección del túnel de San Silvestre. Existente ..... 24
Ilustración 7. Sección del canal de salida. Conducción existente..... 24
Ilustración 8. Almenara A, en ella se derivan las aguas por el Arroyo del Cuco (izquierda de la foto) o al Enlace Directo (tras las compuertas)..... 25
Ilustración 9. Arroyo del Cuco..... 25
Ilustración 10. Sección del canal de conexión con el azud de Matavacas ..... 26
Ilustración 11. Sección tipo del canal entrada. Nueva conducción..... 27
Ilustración 12. Sección canal salida proyectado ..... 29
Ilustración 13. Sección detalle unión del canal de descarga existente y el proyectado ..... 30
Ilustración 14. Sección funcional del túnel construido por métodos convencionales ..... 34
Ilustración 15. Sección funcional del túnel construido con tuneladora..... 34
Ilustración 16. Expropiaciones canal salida ..... 40
Ilustración 17. Planta y perfil de la conducción mediante canal abierto, alternativa lineal .... 43
Ilustración 18. Porcentaje de precipitaciones por estaciones..... 54
Ilustración 19. Balance hídrico. Estación Meteorológica Huelva (Ronda Este). ..... 54
Ilustración 20. Climograma. Estación Meteorológica Huelva (Ronda Este). Fuente Elaboración Propia. ..... 55
Ilustración 21. Caracterización del comportamiento de la temperatura mensual desde 1991, respecto al periodo de referencia 1981-2010 en Estación Meteorológica de Huelva (Ronda Este).. ..... 56
Ilustración 22. Previsiones del cambio en la temperatura máxima anual en Huelva. ..... 56
Ilustración 23. Previsiones del cambio de la duración de las olas de calor en Huelva. ..... 56
Ilustración 24.Previsiones del cambio en la precipitación anual en Huelva. ..... 56
Ilustración 25. Previsiones del cambio en la duraci en Huelva. ..... 56
Ilustración 26. Grauvacas con niveles de pizarras de la formación C1 ..... 57
Ilustración 27. Anticlinal tumbado con vergencia N en la formación C1 ..... 58
Ilustración 28. Mapa de Suelos de Andalucía a escala 1:400.000 año 2005. Fuente: Junta de Andalucía. ..... 58
Ilustración 29. Mapa de calidad del cielo nocturno en Andalucía (2011- 2014). En rojo zona de actuación. Fuente: REDIAM. Junta de Andalucía. ..... 60
Ilustración 30. Mapa de áreas tranquilas (2014). En azul área de actuación. Fuente: Junta de Andalucía. ..... 60
Ilustración 31. Mapa de Protección de la salud (IMA 2015). En rojo área de actuación. Fuente: Junta de Andalucía. ..... 60
Ilustración 32. Ubicación túnel respecto a cuencas hidrográficas. Fuente: Elaboración propia. ..... 61
Ilustración 33. Cuenca del Guadiana. ..... 61
Ilustración 34. Cuencas hidrográficas afectas. Fuente: PHTOP 2015-2021. ..... 62
Ilustración 35. Provincias biogeográficas de España. Fuente: Rivas Martínez (1987). ..... 63
Ilustración 36. Sectores biogeográficos de España y Portugal. Fuente: Rivas Martínez (1987). ..... 63
Ilustración 37. Dehesa de encinas en la zona de entrada del túnel ..... 65
Ilustración 38. Vista general de la zona de entrada al túnel existente, en las zonas próximas al canal se observa vegetación ripícola, mientras que en las zonas más alejadas se observa matorral mediterráneo en degradación, y al fondo dehesa de encinas..... 65
Ilustración 39. *Olea europaea var. sylvestris* ..... 66
Ilustración 40. *Tamarix sp*. ..... 66
Ilustración 41. *Rubus fructicosus.* ..... 66
Ilustración 42. *Juncus Acutus.* ..... 66
Ilustración 43. *Nerium oleander*. ..... 66
Ilustración 44. Vegetación arroyo del Cuco, el proyecto no prevé actuar en esta zona por lo que no se ve afectada. ..... 66
Ilustración 45. *Quercus ilex subsp ballota*. ..... 67
Ilustración 46. *Lavandula stoechas* ..... 67
Ilustración 47. Ulex parviflora. ..... 67
Ilustración 48. Olea europaea var. sylvestris. ..... 67
Ilustración 49. Cistus monspeliensis ..... 67
Ilustración 50. Cistus ladanifer. ..... 67
Ilustración 51. Entrada túnel San Silvestre. Solución propuesta: trazado Este, 20 m3/s, ejecución mediante tuneladora con Doble-Escudo. ..... 68
Ilustración 52. *Quercus ilex subsp ballota* junto con pastizal y cortejo de *Cistus ladanifer*, *Cistus mospeliensis* y *Lavandula stoechas*. ..... 68
Ilustración 53. Salida del túnel fuertemente antropizada vegetando tan solo Rosa sempervirens junto con Tamarix sp, Rubus fruticosus y Cistus sp. ..... 68
Ilustración 54. Salida túnel San Silvestre. Solución propuesta: trazado Este, 20 m3/s, ejecución mediante tuneladora con Doble-Escudo. ..... 68
Ilustración 55. Dehesa de *Quercus ilex subsp ballota* en área salida de túnel. ..... 69
Ilustración 56. *Olea europaea* en zona de instalaciones auxiliares..... 69
Ilustración 57. Ausencia de vegetación zona antropizada ..... 69
Ilustración 58. Dehesa de *Quercus ilex subsp ballota* junto con instalaciones de riego. ..... 69
Ilustración 59. : Relación de especies relevantes de flora en la ZEC Andévalo Occidental. . 69

Ilustración 60. Fauna cinegética en las inmediaciones de la boca de entrada al túnel. Obsérvese silueta de ciervo hembra entre las encinas centrales, así como madre y cría agachadas bajo la segunda encina desde la izquierda. ..... 71
Ilustración 61. Mapa SCIPA de tipos subregionales. El círculo negro muestra la zona del proyecto. ..... 74
Ilustración 62. Unidad Territorial Andévalo. Fuente SCIPA Sierra Morena. Junta de Andalucía. ..... 75
Ilustración 63. Mapa SCIPA de tipos paisajísticos a escala comarcal. En color rosa se representan las colinas pizarrosas en entornos con influencia de fenómenos endógenos, afectados por fuertes procesos erosivos y que presentan bajos índices de rugosidad y una escasa. ..... 75
Ilustración 64. Imagen web IAPH indicando los dos Bienes de Interés Patrimonial más próximos a la obra ..... 76
Ilustración 65. La Iglesia del San Silvestre Papa I ..... 76
Ilustración 66. Cruce de vía pecuaria “Colada de la Espada” con el túnel de San Silvestre 77
Ilustración 67. Evolución demográfica de El Granado (2000-2020). Elaboración propia. ..... 77
Ilustración 68. Evolución demográfica de Sanlúcar de Guadiana (2000-2020). Elaboración propia. ..... 78
Ilustración 69. Evolución demográfica de Villanueva de los Castillejos (2000-2020). Elaboración propia. ..... 78
Ilustración 70. Evolución demográfica de la provincia de Huelva (2000-2020). Elaboración propia. ..... 78
Ilustración 71. Ubicación túnel respecto a ZEC Andévalo Occidental. Elaboración propia . 150
Ilustración 72. Terrenos cinegéticos en la ZEC Andévalo Occidental, la línea roja representa el túnel de San Silvestre). Fuente: Rediam. Junta de Andalucía. ..... 151
Ilustración 73. Infraestructuras de Uso Público. Fuente: Plan de Gestión de la ZEC Andévalo Occidental. Anexo IV.2015. ..... 151
Ilustración 74. Ubicación del HIC 3150-0 Lagos eutróficos naturales en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a las obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 155
Ilustración 75. Ubicación del HIC 3150-1 Remansos de ríos eutróficos en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre. ..... 156
Ilustración 76. Ubicación del HIC 3150-1 Remansos de ríos eutróficos en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 156
Ilustración 77. Ubicación del HIC 4030-1 Brezales-jarales termófilos xéricos. Brezales secos europeos en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 157
Ilustración 78. Ubicación del HIC 5330-1 Matorrales arborescentes de *Arbutus unedo* y otras arbustedas lauroides (*Ericion arboreae*) en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 157
Ilustración 79. Ubicación del HIC 5330-2 Arbustedas termófilas mediterráneas (*Asparago-Rhamnion*) en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 158
Ilustración 80. Ubicación del HIC 5330-4 Aulagares y otros matorrales permanentes termo-xerófilos mediterráneos en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 158
Ilustración 81. Ubicación del HIC 6310 Dehesas perennifolias de *Quercus ssp* en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 159
Ilustración 82. Ubicación del HIC 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion-Holoschoenion* en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 159
Ilustración 83. Ubicación del HIC 8220 Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 160
Ilustración 84. Ubicación del HIC 91B0-1 Fresnedas termófilas riparias de *Fraxinus angustifolia* en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 161
Ilustración 85. Ubicación del HIC 92A0-0 Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba* en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 161
Ilustración 86. Ubicación del HIC 92D0-0 Adelfares y tarajales (*Nerio-Tamaricetea*) en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 162
Ilustración 87. Ubicación del HIC92D0-1 Tamujares (*Securinegion buxifoliae*) en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 162
Ilustración 88. Ubicación del HIC9340 Bosques de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia* en la ZEC “Andévalo Occidental” con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 163
Ilustración 89. Detalle afecciones de la obra al HIC 6310 ..... 163
Ilustración 90. Detalle afecciones de la obra al HIC 92D0-0. ..... 165
Ilustración 91. Ámbito aplicación en Andalucía Occidental del Plan de Conservación Aves Esteparias. Fuente: Rediam. Junta de Andalucía. ..... 166
Ilustración 92. Ámbito aplicación en Andalucía Occidental del Plan de Conservación Lince Ibérico. Fuente: Rediam. Junta de Andalucía. ..... 166
Ilustración 93. Ámbito aplicación en Andalucía Occidental del Plan de Conservación del Águila imperial. Fuente: Rediam. Junta de Andalucía ..... 166
Ilustración 94. Ámbito aplicación en Andalucía Occidental del Plan de Conservación Aves Necrófagas. Fuente: Rediam. Junta de Andalucía. ..... 166
Ilustración 95. Ámbito aplicación en Andalucía Occidental del Plan de Conservación de Helechos. Fuente: Rediam. Junta de Andalucía. ..... 167

Ilustración 96. Ámbito aplicación en Andalucía Occidental del Plan de Recuperación y Conservación de peces e invertebrados en medios acuáticos intercontinentales. Fuente: Rediam. Junta de Andalucía. ..... 167
Ilustración 97. Ubicación de Espacios Red Natura en las proximidades de la ZEC Andévalo Occidental. ..... 167
Ilustración 98. Plan de Conservación de Aves esteparias en la ZEC. La zona de color rojo indica área de Avutarda y la de color verde la de Ganga Ortega mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre. ..... 168
Ilustración 99. Plan de Conservación de Lince Ibérico en la ZEC. El área de color naranja indica área potencial mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre ..... 169
Ilustración 100. Plan de Conservación del Águila Imperial en la ZEC. El área de color azul indica zona de aplicación del Plan que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre. ..... 169
Ilustración 101. Plan de conservación del águila imperial. Ámbito territorial. Fuente: Rediam ..... 170
Ilustración 102. Plan de Conservación de las aves necrófagas. El área de color claro indica zona de aplicación del Plan que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre. Fuente elaboración propia. ..... 170
Ilustración 103. Plan de Conservación de aves necrófagas, buitre negro. Ámbito territorial. Fuente Rediam. ..... 171
Ilustración 104. Plan de Conservación de Helechos. El área de color rojo indica zona de aplicación del Plan que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre. Los números son los lugares de posible afección entre ambos. ..... 171
Ilustración 105. Zona de conservación de Helechos próxima a la Boca de entrada del Túnel de San Silvestre ..... 171
Ilustración 106. Zona de conservación de Helechos próxima al centro de la traza del Túnel de San Silvestre ..... 172
Ilustración 107. Zona de conservación de Helechos próxima a la Boca de salida del Túnel de San Silvestre ..... 172
Ilustración 108. Plan de Conservación de peces e invertebrados de medios acuáticos epicontinentales. El área de color rojo indica zona de aplicación del Plan que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre. ..... 173
Ilustración 109. Plan de Conservación de aves de humedales. Ámbito territorial. Fuente: Elaboración propia. Datos: Rediam. Junta de Andalucía. ..... 173

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Programa de medidas PHTOP2015-2021 ..... 22
Tabla 3-2. Puntos de evacuación del drenaje. ..... 27
Tabla 3-3. Tramificación del ancho de berma en la margen derecha del canal de entrada. ..... 28
Tabla 3-4. Tramificación del ancho de berma en la margen derecha del canal de salida. ..... 29
Tabla 3-5. Tramificación de variabilidad de anchos. ..... 30
Tabla 3-6. Estimación de los principales residuos que se generarán en obra clasificados por su código LER ..... 31
Tabla 3-7. Tabla resumen de movimientos de tierra en las obras. Fuente: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA). ..... 32
Tabla 4-1. Tabla resumen de plazos ejecución por alternativas ..... 34
Tabla 4-2. Tabla resumen de costes por alternativas ..... 35
Tabla 4-3. Condiciones de seguridad de las alternativas consideradas ..... 36
Tabla 4-4. Tabla resumen de valoración de alternativas ..... 36
Tabla 4-5. Resumen de las valoraciones económicas de las alternativas ..... 38
Tabla 4-6. Tablas resumen de la valoración de los servicios afectados ..... 39
Tabla 4-7. Tabla resumen de los indicadores parciales de las alternativas ..... 40
Tabla 4-8. Resumen de los indicadores económicos de las alternativas ..... 40
Tabla 4-9. Análisis multicriterio de las alternativas ..... 41
Tabla 5-1. Tabla resumen de la valoración de alternativas ..... 44
Tabla 5-2. Resumen de caracterización de alternativas ..... 45
Tabla 5-3. Cálculo de puntuaciones de los indicadores de impacto atmosférico de las alternativas existentes ..... 45
Tabla 5-4. Cálculo de puntuaciones de los indicadores de impacto en la geomorfología de las alternativas existentes ..... 46
Tabla 5-5. Cálculo de puntuaciones de los indicadores de impacto en la hidrogeología de las alternativas existentes ..... 46
Tabla 5-6. Puntuaciones de los indicadores de impacto en el suelo y vegetación de las alternativas existentes ..... 46
Tabla 5-7. Puntuaciones de los indicadores de impacto en la fauna de las alternativas existentes ..... 47
Tabla 5-8. Valoraciones de los indicadores parciales de impacto en la biodiversidad ..... 47
Tabla 5-9. Puntuaciones de los indicadores de impacto en la biodiversidad de las alternativas existentes ..... 47
Tabla 5-10. Volumen de excavación ($m^3$) en emboquilles de las alternativas ..... 48
Tabla 5-11. Cálculo de puntuaciones de los indicadores de impacto en el paisaje de las alternativas existentes ..... 48
Tabla 5-12. Cálculo de puntuaciones de los indicadores de impacto en el medio socioeconómico de las alternativas existentes ..... 48
Tabla 5-13. Cálculo de puntuaciones de los indicadores de impacto en la salud humana de las alternativas existentes ..... 49
Tabla 5-14. Valoración del peso específico de los efectos ambientales. ..... 49
Tabla 5-15. Tabla resumen de las puntuaciones del efecto ambiental para cada alternativa. ..... 50
Tabla 5-16. Puntuaciones del efecto ambiental que supondría la elección de cada alternativa ..... 51
Tabla 6-1. Datos climatológicos de la estación de Huelva (Ronda Este) 4642E. Período 1984-2010. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. ..... 53
Tabla 6-2. Datos climatológicos de la estación de Huelva (Ronda Este) 4642E. Período 1984-2010. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. ..... 54
Tabla 6-3. Evapotranspiración potencial (método de Thornthwaite) en la Estación Meteorológica de Huelva (Ronda Este). ..... 55
Tabla 6-4. Etapas de regresión y bioindicadores ..... 64
Tabla 6-5. Listado de las especies relevantes de fauna de la Zona Especial de Conservación Andévalo Occidental (ES6150010) ..... 73
Tabla 6-6. Clases por variable para el tipo de paisaje Colinas pizarrosas del piedemonte térmico occidental con dominante natural e intervisibilidad heterogénea. Fuente: SCIPA Sierra Morena. Junta de Andalucía. ..... 74
Tabla 7-1. Aspectos ambientales y factores identificados en las fases del proyecto ..... 82
Tabla 7-2. Tabla de valoración de efectos ambientales para la fase de ejecución ..... 84
Tabla 7-3. Identificación de efectos en la fase de ejecución. ..... 86
Tabla 7-4. Caracterización de los efectos en la fase de ejecución ..... 88
Tabla 7-5. Tabla de valoración de efectos ambientales para la fase de funcionamiento ..... 89
Tabla 7-6. Identificación de efectos en la fase de funcionamiento. ..... 91
Tabla 7-7. Caracterización de los efectos en la fase de funcionamiento ..... 92
Tabla 8-1. Clasificación LER de residuos y gestión a realizar en obra ..... 96
Tabla 8-2. Obras de drenaje ..... 97
Tabla 10-1. Identificación de zonas de riesgo ..... 133
Tabla 10-2. Fuentes de peligro ..... 133
Tabla 10-3. Sucesos iniciadores ..... 134
Tabla 10-4. Causas comunes de accidente o catástrofe ..... 134
Tabla 10-5. Efectos previsibles de accidente grave o catástrofe ..... 136
Tabla 10-6. Análisis preliminar de los efectos previsibles sobre los factores ambientales derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes. ..... 137
Tabla 11-1. Tabla resumen de los factores a evaluar para las alternativas del proyecto a considerar ..... 143
Tabla 11-2. Resumen del análisis multicriterio de valoración de las alternativas del proyecto. 144
Tabla 11-3. Descripción de los factores ambientales ..... 144
Tabla 11-4. Tabla resumen del análisis de vulnerabilidad a accidentes graves o catástrofes. 148
Tabla 12-1. Inventario de hábitats de interés comunitario presentes en la ZEC Andévalo Occidental ..... 154
Tabla 12-2. Medición de superficie de hábitat de interés comunitario 6310 (HIC) ocupada por la obras en la boca norte y cálculo de la realmente ocupada teniendo en cuenta los usos del suelo ..... 164

Tabla 12-3. Medición de superficie de hábitat de interés comunitario 6310 (HIC) ocupada por la obras en la boca sur y cálculo de la realmente ocupada teniendo en cuenta los usos del suelo ..... 164
Tabla 12-4. Medición total de superficie y porcentajes de hábitat de interés comunitario 6310 (HIC) ocupado por la obras y cálculo de la realmente ocupada teniendo en cuenta los usos del suelo ..... 164

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. ANTECEDENTES

El PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) fue redactado en el año 2009 con la finalidad de satisfacer el incremento de demanda en los puntos de consumo mediante la construcción de un segundo túnel paralelo al existente.

Dicha actuación, de conformidad con lo que establece La Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, al encuadrase en el Epígrafe 13.7.E. "Instalaciones de conducción de agua a larga distancia cuando la longitud sea mayor de 10 kilómetros y la capacidad máxima de conducción sea superior a 5 metros cúbicos/segundo", debía estar sometida al procedimiento de Autorización Ambiental Unificada.

El 13 de octubre de 2010 la entidad promotora de las obras, la Gerencia Provincial en Huelva de la Agencia Andaluza del Agua (actualmente extinta e integrada en la Delegación Territorial de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible en Huelva), formuló solicitud de Autorización Ambiental Unificada para el citado proyecto.

Tras su correspondiente tramitación, el 6 de marzo de 2012 se emitió resolución mediante informe de carácter vinculante respecto a la Autorización Ambiental Unificada (AAU) del PROYECTO CONSTRUCTIVO DE DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) (cuyo texto íntegro se incorpora en Apéndice) y establecía su caducidad en un plazo de cinco años, finalizando el 6 de marzo de 2017. La obra por diversas razones no se pudo iniciar antes de que venciera el plazo de caducidad.

La Dirección General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico es el órgano sustantivo al que corresponde actualmente (junio 2021) la aprobación del PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA), siendo el órgano ambiental la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Ante este cambio en el órgano sustantivo y ambiental se procede a actualizar el ámbito de aplicación del Proyecto respecto a la necesidad o no de someterlo a procedimiento de evaluación de impacto ambiental conforme a la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Con fecha 8 de septiembre de 2021 la Subdirección General de Dominio Público Hidráulico e Infraestructuras solicitó el inicio del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada del proyecto "Aumento de capacidad de transporte del sistema de abastecimiento a Huelva. PROYECTO CONSTRUCTIVO DE DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) (Huelva)", del que la Dirección General del Agua es promotor y órgano sustantivo, acompañándolo del presente Documento ambiental, a la Subdirección General de Evaluación Ambiental.

Analizado el Documento Ambiental por la Subdirección General de Evaluación Ambiental, antes de realizar las consultas previstas en el artículo 46 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, aprecia la necesidad de aclaración de algunos extremos y de completar la información de dicho documento según los contenidos indicados en el artículo 45 de la referida norma (ver apéndice 9).

Con fecha 14 de octubre de 2021 llega la solicitud de subsanación de información.

Las aclaraciones e información solicitada se incluyen en este Documento ambiental que es una actualización del incluido en la solicitud de inicio de procedimiento de evaluación ambiental simplificada de 8 de septiembre de 2021.

## 1.2. CONTEXTO NORMATIVO Y DEL RÉGIMEN DEL TRASVASE AL QUE SIRVE EL PROYECTO

**El sistema Chanza-Piedras** está configurado antes de que se separaran los ámbitos de planificación entre Guadiana y Tinto-Odiel-Piedras, por lo que es un trasvase sobrevenido, y que se rige por los planes hidrológicos aprobados.

En concreto, el vigente **Plan Hidrológico 2016-2021 de las cuencas del Tinto, Odiel y Piedras** contempla un sistema de explotación único, el sistema Huelva, del que forma parte el sistema Chanzas-Piedra.

El Plan contempla:

- El sistema Chanza-Piedras, con 34.142 ha de regadío, al que se asignan para ello 147,41 hm3/año.
- A los que se añade una demanda para abastecimiento de 43,889 hm3/año y una demanda industrial de 16,322 hm3.
- Una reserva de 15 hm3 y una transferencia final a la cuenca del Guadalquivir de 4,99 hm3, (en suma, 19.99 hm3) incorporados a los modelos de simulación con los que se han obtenido los balances de atención a las demandas

El Balance actual para el Sistema Chanza-Piedras-Corumbel que establece, en base a los resultados del modelo de simulación empleado, es el siguiente:

**RECURSOS DISPONIBLES**

| ORIGEN | FUENTE | VOLUMEN RECURSO (hm3) |
|---|---|---|
| Recursos superficiales cuenca TOP | Regulación del Piedras (embalses Piedras-Los Machos) | 10,8 |
| | Regulación del río Tinto (embalse de Corumbel) | 3,8 |
| | Regulación del río Odiel (Alcolea) | 0 |
| Recursos subterráneos TOP | Acuífero Lepe-Cartaya | 32,0 |
| | Acuífero Condado | 17,2 |

| ORIGEN | FUENTE | VOLUMEN RECURSO (hm3) |
|---|---|---|
| Recursos otras cuencas | Embalses Chanza-Andévalo | 203,0 |
| | Bombeo Bocachanza (*) | 16,0 |
| Incremento disponibilidad por funcionamiento integrado del sistema y sus regulaciones | | 20,0 |
| | **SUMA** | **302,8** |

(*) Bombeo medio anual, con un máximo anual de 75 hm3/año y cumpliendo Convenio de Albufeira

**DEMANDAS**

| TIPO | DESTINO | VOLUMEN ACTUAL (hm3) |
|---|---|---|
| URBANO | UDU 1- Mancomunidad Condado (incluso Guadalquivir) (*) | 6,60 |
| | UDU 4 – ETAP Lepe | 12,64 |
| | UDU 6 – ETAP Tinto-Palos | 5,56 |
| | UDU 7 ETAP Huelva | 12,49 |
| | *SUMA UDU* | *31,29* |
| AGRARIO | UDA 01 – Andévalo fronterizo | 3,41 |
| | UDA 02 – Litoral Huelva | 110,0 |
| | UDA 03 – Condado (Palos-Moguer) | 34,0 |
| | UDA 06 – Alcolea-Andévalo | - |
| | *SUMA UDA* | *147,41* |
| INDUSTRIAL | *UDI 02 – Polo Desarrollo de Huelva* | *16,322* |
| | **SUMA DEMANDAS** | **195,02** |

(*) Volumen obtenido en base a la demanda establecida para la parte de la Mancomunidad establecida en la cuenca TOP y aplicando la proporción de demanda que cita (48% en la cuenca TOP, 52% en la cuenca Guadalquivir)

Por lo que se demuestra que hay suficientes recursos para atender las demandas del sistema.

Por su parte, **el vigente Plan Hidrológico Guadiana III** contempla para el Sistema SUR la siguiente asignación de recursos:

- Regadíos en el Chanza: 138,79 hm3/año
- Demanda ganadera: 2,25 hm3/año
- Abastecimientos y uso industrial: 44,029 hm3/año

Que dan soporte a los volúmenes contemplados en el Plan Hidrológico del Tinto, Odiel y Piedras para el sistema Chanza.

Finalmente, hay que **indicar la Ley 10/2018 de 5 de diciembre, sobre la transferencia de recursos de 19,99 hm3 desde la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras a la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir**, tiene como objeto autorizar la transferencia hasta de un total de 19,99 hm3 anuales de aguas superficiales desde la Demarcación del Tinto, Odiel y Piedras a la Demarcación del Guadalquivir, con el fin de contribuir a garantizar el abastecimiento de los municipios del Condado de Huelva, mejorar la garantía del riego, la recuperación de los acuíferos de la zona y el equilibrio hídrico del entorno y especialmente del Parque Nacional de Doñana.

En su articulado, la Ley 10/2018, establece una serie de condiciones generales, entre las que especifica que el volumen anual transferido no podrá ser superior a 19,99 hm3 y se entenderá como máximo anual medido en los puntos de toma de la DHTOP, situados en el embalse del Corumbel y en la impulsión desde el Anillo hídrico de Huelva […]. No todo ese volumen procederá del sistema Chanza, sino que también procede del embalse de Corumbel, ubicado en la misma cuenca del Tinto, Odiel y Piedras.

En síntesis, esta ley viene a dar cobertura legal a la transferencia de recursos del Sistema Chanza-Piedras a satisfacer las necesidades hídricas de abastecimiento y regadío en la zona suroriental de la provincia de Huelva, en la comarca de El Condado, en la cuenca del Guadalquivir, preservando el equilibrio ambiental del acuífero MASub Almonte-Marismas y contribuyendo a la protección de las Marismas de Doñana.

### 1.3. OBJETO DEL DOCUMENTO AMBIENTAL

El objeto del Documento Ambiental (DA) es desarrollar los apartados que indica el Artículo 45 de la Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de evaluación de impacto ambiental, y proporcionar información complementaria para la solicitud del inicio del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificado para el PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) (HUELVA).

### 1.4. SUBSANACIÓN DE INFORMACIÓN

Analizado el Documento ambiental la Subdirección General de Evaluación Ambiental apreció la necesidad de aclaración de algunos extremos y de completar la información de dicho documento, en concreto solicitó (en letra cursiva se presenta el texto de la Subdirección General de Evaluación Ambiental y en letra normal la contestación a la solicitud):

*1. Completar la motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada: indicar en el Documento ambiental que el proyecto debe someterse a evaluación de impacto ambiental simplificada no solo por aplicación del subapartado b del apartado 2 del artículo 7 de la Ley de evaluación ambiental, sino también por el subapartado c) del referido apartado 2, al tratarse de una modificación delas características de un proyecto del anexo II que puede causar un aumento significativo en la generación de residuos, en la utilización de recursos naturales y afectar a espacios Red Natura 2000.*

En el apartado 2.1. TRAMITACIÓN DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL de este documento se completa el párrafo de conclusión indicando la aplicación de los dos subapartados mencionados.

*2. Aclaración del actual contexto normativo y del régimen del trasvase al que sirve este proyecto: Norma que aprueba la transferencia de agua de la cuenca del Guadiana (Chanza) (Demarcación hidrográfica del Guadiana) a la cuenca del Piedras (Demarcación hidrográfica del Tinto, Odiel-Piedras). Volumen anual autorizado y resto de condiciones aplicables. Referencia de la Declaración o Informe de impacto ambiental que enmarcó la autorización original de dicho proyecto. Descripción de su actual régimen de funcionamiento (volumen anual trasvasado, cronograma, régimen de caudales trasvasados, etc.).*

El Sistema Chanza-Piedras está configurado antes de que se separaran los ámbitos de planificación entre Guadiana y Tinto-Odiel-Piedras, por lo que es un trasvase sobrevenido, y que se rige por los Planes hidrológicos aprobados: Plan Hidrológico del Tinto, Odiel y Piedras (ciclo 2015-2021) y Plan Hidrológico Guadiana (ciclo 2015-2021).

En el apartado 1.2. CONTEXTO NORMATIVO Y DEL RÉGIMEN DEL TRASVASE AL QUE SIRVE EL PROYECTO se aclara el contexto normativo y del régimen del trasvase.

*3. Indicar el destino del túnel que queda obsoleto, y si va a ser objeto de demolición evaluar e indicar los correspondientes impactos, medidas y seguimiento.*

No se demuele, y por tanto no se generan residuos.

En caso preciso, se adoptará las medidas precisas para seguridad de las personas, pero se permitirá que pueda dar servicio ambiental a las especies de la zona (eso supone poner unas rejas a la entrada y salida, con la abertura necesaria para que puedan pasar murciélagos).

*4. En caso de que el proyecto pueda suponer alguna modificación del actual régimen de trasvase entre las demarcaciones del Guadiana y del Tinto, Odiel Piedras, tales como un aumento en el volumen anual trasvasado, en el caudal de trasvase o en su cronograma, completar la evaluación de los efectos del proyecto en fase de explotación con lo siguiente:*

*4.1. Descripción de las modificaciones que supondrá en fase de explotación los cambios en el régimen de trasvase derivados del proyecto sobre el régimen hidrológico original de las masas de agua naturales o muy modificadas afectadas por el mismo: en la toma el Embalse del Chanza y la masa de agua Puerto de la Loja, y en el retorno los arroyos del Cuco y del Membrillo, el Embalse del Piedras, y en su caso el embalse de los Machos y las demás masas de agua naturales o muy modificadas que se utilicen para el trasvase y que puedan verse afectadas por dichas modificaciones.*

*4.2. Evaluación de los efectos de la variación del régimen hidrológico de las referidas masas de agua sobre los elementos de calidad que definen su estado o potencial ecológico.*

*4.3. Evaluación de los efectos de la variación del régimen hidrológico de los arroyos del cuco y del Membrillo sobre las poblaciones de las especies de flora protegidas de los géneros Marsilea e Isoetes.*

*4.4. Inclusión de un apartado de evaluación de los posibles efectos transfronterizos del proyecto en su fase de explotación derivados de las cambios que provoca en el actual régimen de trasvase, redactado en idioma portugués, al objeto de posibilitar la consulta a dicho estado sobre su intención de participar en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental del proyecto a través del el Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y de Cooperación, tal como prevé el artículo 49 de la Ley 21/2013 de evaluación ambiental. Dicha evaluación comprenderá al menos los efectos del proyecto sobre las masas de agua internacionales ES040MSPF000206500 Embalse del Chanza y ES040MSPF004000210 Puerto de la Loja, pudiendo extenderse los efectos aguas abajo también a las masas de agua internacionales ES040MSPF004000200 Sanlúcar de Guadiana y ES040MSPF004000180 Desembocadura del Guadiana en Ayamonte.*

El proyecto no supone ningún cambio en el régimen de explotación del sistema Chanza-Piedras, ni en lo referente a caudales de funcionamiento ni en cuanto a volúmenes utilizados, por lo cual:

- No se produce: ninguna afección nueva al régimen hidrológico original de las masas de agua naturales o muy modificadas afectadas por el sistema actual: en la toma el Embalse del Chanza y la masa de agua Puerto de la Loja, y en el retorno los arroyos del Cuco y del Membrillo, el Embalse del Piedras, y en su caso el embalse de los Machos y las demás masas de agua naturales o muy modificadas que se utilicen para el trasvase.
- No se produce ninguna afección sobre las poblaciones de las especies de flora protegidas de los géneros *Marsilea e Isoetes* de los arroyos del cuco y del Membrillo.
- No hay efectos transfronterizos que afecten a Portugal, toda vez que no se produce afección al régimen hidrológico de las masas de agua internacionales ES040MSPF000206500 Embalse del Chanza y ES040MSPF004000210 Puerto de la Loja, ni a las de aguas abajo (también internacionales) ES040MSPF004000200 Sanlúcar de Guadiana y ES040MSPF004000180 Desembocadura del Guadiana en Ayamonte.

Si bien la capacidad aumenta, es para ponerlo en consonancia con la capacidad de las conducciones de entrada y salida, pero cualquier cambio de funcionamiento en la explotación será objeto de los planes hidrológicos y proyectos de infraestructura correspondientes, los cuales serían objeto en su día de la tramitación ambiental correspondiente.

# 2. MOTIVACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

## 2.1. TRAMITACIÓN DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La Ley 21/2013 de evaluación de impacto diferencia dos tipos de procedimientos de evaluación de impacto ambiental (EIA): ordinaria y simplificada.

Con respecto al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental Ordinaria (EIAO) el apartado 1 del artículo 7 de la Ley indica:

> *1. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria los siguientes proyectos:*
>
> *a) Los comprendidos en el anexo I, así como los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo I […]*
>
> *b) Los comprendidos en el apartado 2* (Nota: ver más abajo)*, cuando así lo decida caso por caso el órgano ambiental, en el informe de impacto ambiental conforme al anexo III.*
>
> *c) Cualquier modificación de las características de un proyecto consignado en el anexo I o en el anexo II, cuando dicha modificación cumpla, por sí sola, los umbrales establecidos en el anexo I.*
>
> *d) Los proyectos incluidos en el apartado 2, cuando así lo solicite el promotor.*

Dentro del anexo I, en relación a proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua, se contemplan los siguientes proyectos:

> *<u>Grupo 7. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua.</u>*
>
> *a) Presas y otras instalaciones destinadas a retener el agua o almacenarla permanentemente cuando el volumen nuevo o adicional de agua almacenada sea superior a 10 hectómetros cúbicos.*
>
> *b) Proyectos para la extracción de aguas subterráneas o la recarga artificial de acuíferos, si el volumen anual de agua extraída o aportada es igual o superior a 10 hectómetros cúbicos.*
>
> *c) Proyectos para el trasvase de recursos hídricos entre cuencas fluviales, excluidos los trasvases de agua de consumo humano por tubería, en cualquiera de los siguientes casos:*
>
> > *1.º Que el trasvase tenga por objeto evitar la posible escasez de agua y el volumen de agua trasvasada sea superior a 100 hectómetros cúbicos al año.*
> >
> > *2.º Que el flujo medio plurianual de la cuenca de la extracción supere los 2.000 hectómetros cúbicos al año y el volumen de agua trasvasada supere el 5 % de dicho flujo.*
>
> *d) Plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad sea superior a 150.000 habitantes-equivalentes.*

Teniendo en cuenta que el PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) no se encuentra en ninguno de los supuestos indicados en los apartados a), b), c) y d), se considera que la obra civil a diseñar no cumple el apartado 7.1.a), 7.1.c) ni 7.1.d). El cumplimiento del apartado 7.1.b) es a consideración del órgano ambiental que debe decidirlo en función de unos criterios reglados.

Si se hace una revisión del anexo I, en relación al Grupo 9. Otros proyectos, se contemplan los siguientes proyectos:

> *<u>Grupo 9. Otros proyectos.</u>*
>
> *a) Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*
>
> *1.º Instalaciones de vertederos de residuos no peligrosos no incluidos en el grupo 8 del anexo I, así como de residuos inertes o materiales de extracción de origen fluvial, terrestre o marino que ocupen más de 1 ha de superficie.*
>
> *[…]*
>
> *13.º Instalaciones de conducción de agua a larga distancia con un diámetro de más de 800 mm y una longitud superior a 10 km.*

Como la ubicación del PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) se encuentra dentro de una zona Red Natura 2000, y la excavación del túnel da lugar a un excedente de material inerte, se incluye el subapartado 1º; aunque a priori el Proyecto propone emplear el material excedente para la restauración de una parte de una explotación minera que está fuera de los límites del espacio protegido Red Natura 2000. Por lo que se considera que la obra civil a diseñar no cumple el apartado 7.1.a), 7.1.c) ni 7.1.d). El cumplimiento del apartado 7.1.b) es a consideración del órgano ambiental que debe decidirlo en función de unos criterios reglados.

Como la ubicación del PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) se encuentra dentro de una zona en Red Natura 2000 y se trata de una instalación de conducción de agua se incluye el subapartado 13º aunque se observa que el Proyecto no supera la longitud de 10 km (la longitud no llega a 9 km). Por lo que se considera que la obra civil a diseñar no cumple el apartado 7.1.a), 7.1.c) ni 7.1.d). El

cumplimiento del apartado 7.1.b) es a consideración del órgano ambiental que debe decidirlo en función de unos criterios reglados.

Con respecto al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental Simplificada (EIAS) el apartado 2 del artículo 7 de la Ley indica:

> *2. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada:*
>
> *a) Los proyectos comprendidos en el anexo II.*
>
> *b) Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000*
>
> *c) Cualquier modificación de las características de un proyecto del anexo I o del anexo II, distinta de las modificaciones descritas en el artículo 7.1.c) ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución, que pueda tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Se entenderá que esta modificación puede tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente cuando suponga:*
>
> *1º Un incremento significativo de las emisiones a la atmósfera.*
>
> *2º Un incremento significativo de los vertidos o cauces públicos o al litoral.*
>
> *3º Incremento significativo de la generación de residuos.*
>
> *4º Un incremento significativo en la utilización de recursos naturales.*
>
> *5º Una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000.*
>
> *6º Una afección significativa al patrimonio cultural.*
>
> *d) Los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo II mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.*
>
> *e) Los proyectos del anexo I que sirven exclusiva o principalmente para desarrollar o ensayar nuevos métodos o productos, siempre que la duración del proyecto no sea superior a dos años.*

Si se revisa el Anexo II, en relación al Grupo 8. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua, se contemplan:

> *<u>Grupo 8. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua.</u>*
>
> *[…]*
>
> *f) Instalaciones de conducción de agua a larga distancia con un diámetro de más de 800 mm y una longitud superior a 40 km (proyectos no incluidos en el anexo I).*
>
> *[…]*

Considerando que el PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) no cumple la condición de longitud ya que ésta es inferior a 9 km, se considera que a la obra civil a diseñar no le aplica el apartado 7.2.a), 7.2.d) ni 7.2.e).

Sin embargo, se observa que sí son de aplicación los apartados 7.2.b) y/o 7.2.c) ya que el ámbito territorial del PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) está, parcialmente, incluido dentro de un Espacio Protegido Red Natura 2000 y las obras podrían afectarlo directa o indirectamente. Por una razón similar podría aplicarse el apartado c) ya que las obras a ejecutar podrían tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente al suponer una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000 y un incremento significativo de la generación de residuos (a causa del movimiento de tierras previsto al construir el túnel).

Los usos no se comprometen con este proyecto, sino en su caso con las determinaciones que pueda recoger el plan hidrológico de la Demarcación del Tinto, Odiel y Piedras, que son las que podrían afectar a masas de agua. Aunque se aumenta la capacidad no está previsto incrementar el volumen trasvasado. Si en el futuro fuera el caso, tendría que abordarse en otros instrumentos sujetos a evaluación ambiental estratégica independiente.

**Se considera por tanto que este proyecto debe someterse a evaluación ambiental simplificada por aplicación del subapartado b) del apartado 2 del artículo 7 de la Ley de evaluación ambiental, y por el subapartado c) del referido apartado 2, al tratarse de una modificación de las características de un proyecto del anexo II que puede causar un aumento significativo en la generación de residuos, en la utilización de recursos naturales y afectar a espacios Red Natura 2000.**

## 2.2. NORMATIVA LEGAL

### 2.2.1. Marco Legal

Las obras del nuevo túnel de San Silvestre deben ser sometidas al procedimiento de evaluación ambiental simplificado conforme a la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

### 2.2.2. Normativa ambiental aplicable

Para establecer cuáles serán las repercusiones ambientales del *PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA)*, se ha analizado la normativa relativa al impacto y protección ambiental que le es de aplicación, la cual se enumera a continuación:

2.2.2.1. Evaluación de Impacto Ambiental

A nivel estatal:

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

- Real Decreto-Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.
- Ley 9/2006, de 28 de abril, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

A nivel andaluz:

- Ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Decreto-ley 5/2014, de 22 de abril, de medidas normativas para reducir las trabas administrativas para las empresas.
- Decreto 5/2012 por el que se regula la Autorización ambiental Integrada.
- Decreto 356/2010 por el que se regula la Autorización Ambiental Unificada.
- Decreto 297/1995 Reglamento de Calificación Ambiental.
- Decreto 1/2016 donde se regula la Calificación Ambiental por declaración responsable.

2.2.2.2. Agua

A nivel estatal:

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

A nivel andaluz:

- Ley 9/2010 de 30 de julio, de Aguas para Andalucía.
- Decreto-ley 3/2015, de 3 de marzo, por el que se modifican las Leyes 7/2007, de 9 de julio, de gestión integrada de la calidad ambiental de Andalucía, 9/2010, de 30 de julio, de aguas de Andalucía, 8/1997, de 23 de diciembre, por la que se aprueban medidas en materia tributaria, presupuestaria, de empresas de la Junta de Andalucía y otras entidades, de recaudación, de contratación, de función pública y de fianzas de arrendamientos y suministros y se adoptan medidas excepcionales en materia de sanidad animal.

2.2.2.3. Atmósfera

A nivel estatal:

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

A nivel andaluz:

- Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.
- Decreto 239/2011, de 12 de julio, por el que se regula la calidad del medio ambiente atmosférico y se crea el Registro de Sistemas de Evaluación de la Calidad del Aire en Andalucía.
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de Andalucía.

2.2.2.4. Biodiversidad y Patrimonio Natural

A nivel de la Unión Europea:

- Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. (Directiva Hábitats).
- Directiva 2009/147/CE, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres.

A nivel estatal:

- Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Real Decreto 1015/2013, de 20 de diciembre, por el que se modifican los anexos I, II y V de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.

- Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establece medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

A nivel andaluz:

- Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats.
- Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres.
- Decreto 493/2012, de 25 de septiembre, por el que se declaran determinados Lugares de Importancia Comunitaria como Zonas Especiales de Conservación de la Red Ecológica Europea Natura 2000 en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de espacios naturales protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección.
- Decreto 2/2015, de 13 de enero, por el que se declaran las Zonas Especiales de Conservación de la Red Ecológica Europea Natura 2000 Sierra del Oso (ES6110004), Sierra de Cabrera-Bédar (ES61110005), Calares de Sierra de los Filabres (ES6110013), Andévalo Occidental (ES6150010), Sierras de Abdalajís y La Encantada Sur (ES6170008), Sierras de Alcaparaín y Aguas (ES6170009).
- Decreto 111/2015, de 17 de marzo, por el que se declaran las Zonas Especiales de Conservación pertenecientes a la Cuenca Hidrográfica del Guadiana y la Zona Especial de Conservación Corredor Ecológico del Río Tinto.
- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.

2.2.2.5. Montes

A nivel estatal:

- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.

A nivel andaluz:

- Ley 2/1992, de 15 de junio, Forestal de Andalucía
- Decreto 208/1997, de 9 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Forestal de Andalucía.
- Ley 7/2010, de 14 de julio, para la Dehesa
- Ley 5/1999 de 29 de junio, de Prevención y Lucha Contra los Incendios Forestales.

2.2.2.6. Ruido y Vibraciones

A nivel estatal:

- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

A nivel andaluz:

- Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

2.2.2.7. Residuos y suelos contaminados

A nivel estatal:

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, IPPC y la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

A nivel andaluz:

- Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.
- Decreto 131/2021, de 6 de abril, por el que se aprueba el Plan Integral de Residuos de Andalucía. Hacia una Economía Circular en el Horizonte 2030
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Ley 5/2010, de 11 de junio, de Autonomía Local de Andalucía.
- Decreto 18/2015, de 27 de enero, por el que se aprueba el reglamento que regula el régimen aplicable a los suelos contaminados.

2.2.2.8. Restauración de explotaciones mineras

A nivel estatal:

- Real Decreto 777/2012, de 4 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por las actividades mineras.
- Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.

A nivel andaluz:

- Orden de 19 de marzo de 2012, por la que se regula la presentación de los Planes de Labores y la comunicación de accidentes de trabajo y los partes mensuales, trimestrales y anuales de accidentes y enfermedades profesionales en el ámbito de la minería en la Comunidad Autónoma de Andalucía y se aprueban sus modelos.

2.2.2.9. Incendios forestales

A nivel estatal:

- Real Decreto 893/2013, de 15 de noviembre, por el que se aprueba la Directriz básica de planificación de protección civil de emergencia por incendios forestales.
- Real Decreto-Ley 11/2005, que aprueba medidas urgentes en materia de incendios forestales

A nivel andaluz:

- Decreto 160/2016, de 4 de octubre, por el que se modifica el Plan de Emergencia por Incendios Forestales de Andalucía
- Decreto 371/2010, de 14 de septiembre, por el que se aprueba el Plan de emergencia por incendios forestales de Andalucía y se modifica el Reglamento de prevención y lucha contra los incendios forestales aprobado por el Decreto 247/2001, de 13 de noviembre.
- Orden de 21 de mayo de 2009, por la que se establecen limitaciones de usos y actividades en terrenos forestales y zonas de influencia forestal.
- Ley 5/1999 de 29 de junio, de Prevención y Lucha Contra los Incendios Forestales.

2.2.2.10. Patrimonio Cultural

A nivel estatal:

- Ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español.

A nivel andaluz:

- Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía.
- Decreto 19/1995, de 7 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección y Fomento de Patrimonio Histórico de Andalucía.
- Decreto 168/2003, de 17 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas.

2.2.2.11. Vías Pecuarias

A nivel estatal:

- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.

A nivel andaluz:

- Decreto 155/1998, de 25 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

# 3. DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

## 3.1. DEFINICIÓN

El actual túnel de San Silvestre tiene una capacidad de transporte máxima que no sobrepasa los 10 $m^3$/s, sin embargo la capacidad de transporte y bombeo de las infraestructuras hidráulicas del sistema ubicadas aguas arriba (bombeos del complejo de Chanza y canal de El Granado) es de 20 $m^3$/s. Esto hace que se produzca una limitación de la capacidad en este punto.

El objeto del proyecto es construir un segundo túnel, paralelo al existente, con una capacidad hidráulica que permita un caudal de 20 $m^3$/s. Aclarar que aunque se aumenta la capacidad no está previsto incrementar el volumen trasvasado.

Con esta ampliación se consigue tanto optimizar las infraestructuras de transporte de agua como hacer frente con seguridad a la demanda de agua en alta, tanto actual como futura, que se le exige a la Demarcación Hidrográfica Tinto, Odiel y Piedras (DHTOP.

## 3.2. UBICACIÓN

### 3.2.1. Ubicación geográfica

El proyecto se localiza al Suroeste de la comarca del Andévalo en la provincia de Huelva, atravesando dicha comarca en dirección noroeste-Sureste.

La comarca del Andévalo se sitúa en la provincia de Huelva lindando al Norte con la Sierra de Aracena y Picos de Aroche, al Oeste con la frontera portuguesa, al Este con la Cuenca Minera de Río Tinto y al Sur con el litoral onubense, la zona periurbana de la capital y la zona occidental de la comarca del Condado de Huelva. Los municipios que la componen son los siguientes: Alosno, Cabezas Rubias, Calañas, El Almendro, El Cerro de Andévalo, El Granado, Paymogo, Puebla de Guzmán, San Bartolomé de la Torre, Sanlúcar de Guadiana, Santa Bárbara de Casa, Valverde del Camino, Villanueva de las Cruces y Villanueva de los Castillejos.

Los términos municipales afectados por las obras del proyecto son: Sanlúcar de Guadiana, El Granado y Villanueva de los Castillejos, como se puede ver en la figura siguiente.

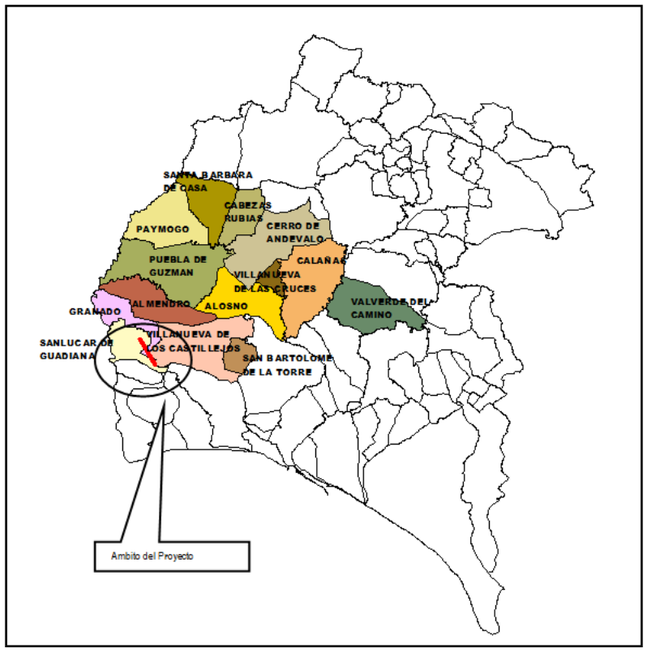



**Ilustración 1. Comarca del Andévalo**

La obra proyectada se ubica en terrenos pertenecientes a la Red Natura 2000, en concreto, la ZEC “Andévalo Occidental”, un Espacio Protegido Red Natura 2000 (EPRN2000) cubierto de dehesas de encinas y alcornoques y considerado una zona importante para la conectividad de espacios naturales y con unos valores ecológicos y naturales importantes. El punto 12 de este Documento Ambiental (DA) profundiza en las afecciones de la obra proyectada a la Zona de Especial Conservación (ZEC).

Dentro de la cuenca del río Guadiana, el proyecto atraviesa la divisoria entre dos subcuencas, la del río Guadiana y la del río Piedras.

El río Guadiana recibe una serie de afluentes entre los que cabe citar el rivera Grande, arroyo al que aporta el barranco del Gafo, y el barranco de los Hierros, siendo éstos dos últimos los cursos de agua más importantes del zona de estudio y que pertenecen a la cuenca del río Guadiana.

Cercano al ámbito de estudio y, perteneciendo a esta cuenca, se encuentra el arroyo del Cuco (arroyo del Gico), tributario del arroyo del Membrillo que vierte sus aguas al rivera del Muleto (afluente del río Piedras). Cerca de su nacimiento y con funciones de regularización del caudal se sitúa el embalse del Piedras.

### 3.2.2. Ubicación e importancia dentro de Sistema de Explotación

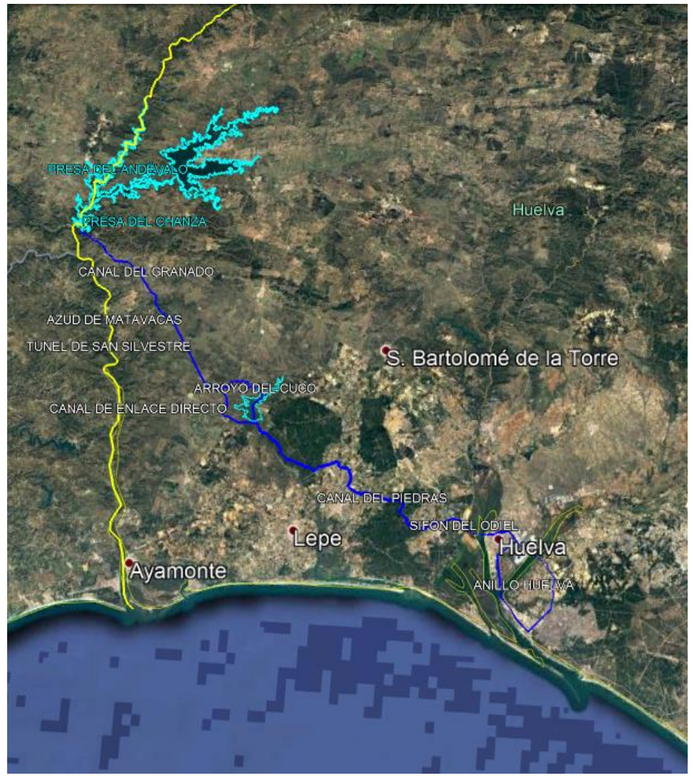



**Ilustración 2. Situación de los elementos de transporte y distribución de agua en alta de la DHTOP**

Canal de El Granado

El canal tiene su origen en el embalse del Chanza, ubicado en la frontera hispano-portuguesa, donde arranca en la cámara de carga, punto de vertido de los cuatro bombeos existentes en el complejo del Chanza (Chanza I, Chanza II, Bocachanza y Obra de emergencia) y finaliza en el azud de Matavacas.

El canal es de hormigón y tiene una longitud total de 18,5 km hasta que desemboca en el embalse del azud de Matavacas, junto a su aliviadero. Durante su trazado en dirección Sureste, el canal de El Granado presenta una combinación de alineaciones rectas y curvas con radios variables para adaptarse a la orografía del terreno y una pendiente uniforme de 30 cm/km (0,0003 m/m) en los tramos de canal abierto y más pronunciada en los tramos de acueducto o túnel.

**En la actualidad, el canal está dimensionado para transportar un caudal teórico de 20 m3/s, aunque su capacidad de transporte está limitada hasta un caudal inferior al 10 m3/s, ya que está limitado por el túnel de San Silvestre**. Este túnel continúa el sistema hacia aguas abajo dando salida al agua embalsada en el azud de Matavacas. Esta limitación viene producida porque no se ha desdoblado dicho túnel de forma paralela a las obras de recrecimiento del canal de El Granado.

Azud de Matavacas

El azud de Matavacas presenta una tipología de materiales sueltos sobre la rivera de la Higuera y tiene una capacidad de almacenamiento de 0,3 hm3. Se encuentra situado a la cota 120,5 m.s.n.m. en el término municipal de Sanlúcar de Guadiana (Huelva). Su función reguladora consiste en almacenar el agua bombeada desde el complejo del Chanza, que le llega a través del canal de El Granado, para derivar el agua hacia el canal del Piedras, previo paso por el túnel de San Silvestre. Una de las características más significativas de este azud es la impermeabilización de los paramentos interiores de la estructura con lámina de butilo, la cual se encuentra parcialmente desprendida o desaparecida en la actualidad.

Túnel de San Silvestre

El túnel de San Silvestre tiene una longitud de 7.680 m, una pendiente de 0,00143 m/m y una capacidad de transporte máxima que no sobrepasa los 10 m3/s, lo cual impide un aprovechamiento mayor de la capacidad de transporte de la infraestructura de aguas arriba, es decir, de los bombeos del complejo de Chanza y del canal de El Granado.

En el tramo de entrada al canal que conecta el azud de Matavacas con el túnel existente, se encuentra una ataguía que eleva el nivel en el azud para abastecer a las tomas de la comunidad de regantes de Andévalo-Pedro Arco.

A la salida del túnel de San Silvestre se encuentra un canal de sección trapezoidal de 260 m de longitud que une el túnel con el comienzo del canal de Enlace Directo. En el tramo final de este corto canal se sitúa un aliviadero de 40 m de labio, que permite desviar el agua hacia el embalse del Piedras a través del cauce del arroyo del Cuco.

Arroyo del Cuco

Arroyo natural que desemboca en el embalse del Piedras, y al que se desvían los recursos procedentes del túnel de San Silvestre para recargarlo. Presenta una capacidad superior a los 20 $m^3/s$.

Canal de Enlace Directo

El canal de Enlace Directo tiene una longitud total de 8,6 km y una sección trapezoidal de hormigón armado formada por una solera ejecutada in situ y dos piezas laterales prefabricadas. Durante su trazado, el canal presenta una combinación de alineaciones rectas y curvas con radios variables para adaptarse a la orografía del terreno y una pendiente uniforme de 20 cm/km (i = 0,0002 m/m) en los tramos de canal abierto. Este canal no tiene ni túneles ni acueductos, únicamente tiene un tramo entubado (dos tuberías DN 1600 mm) que entra en presión debido a que está ubicado en una pendiente pronunciada.

El canal está dimensionado para transportar un caudal teórico de 10 $m^3/s$, ya que fue diseñado con la misma capacidad que la infraestructura que le precede, el túnel de San Silvestre. Si bien, esto no limita la capacidad del sistema dado que el arroyo del Cuco puede transportar los caudales de manera holgada.

Canal del Piedras

El canal arranca en el embalse del Piedras a la cota 48,00 m.s.n.m. y finaliza en el desarenador existente inmediatamente aguas arriba del Sifón del Odiel a la cota 40,80 m.s.n.m.

El trazado está compuesto por una combinación de alineaciones rectas y curvas con radios mínimos de 50 m, que tienen una pendiente uniforme de 20 cm/km (i = 0,0002 m/m) en los tramos de canal abierto y de 50 cm/km (i = 0,0005 m/m) en los túneles.

El canal actualmente está dimensionado para transportar un caudal teórico de 18 $m^3/s$ en su zona alta, que discurre desde la toma en el embalse del Piedras (P.K. 29+445) hasta el P.K. 20+560. En este punto existe una derivación para abastecimiento de la comunidad de regantes Piedras-Guadiana (toma de Lepe), que tiene como caudal máximo 7 $m^3/s$. A partir de esta derivación se denomina zona baja del canal, y por ella debería circular un caudal teórico de 11 $m^3/s$.

Inicialmente, la traza discurre en dirección N-S hasta el punto en que se derivan los 7 $m^3$/s, en donde cambia sensiblemente de dirección tomando la O-E hasta llegar a Aljaraque. Aquí finaliza en un desarenador, al que acomete la boca de entrada del Sifón del Odiel.

Sifón del Odiel

El inicio del sifón del Odiel se encuentra en su desarenador, que recibe el agua del sistema de explotación de agua de la DHTOP a través del Canal del Piedras. Desde este punto, con una lámina de agua que puede llegar a la cota 42,93 m.s.n.m., comienza un tramo formado por dos tuberías de hormigón armado con camisa de chapa cuyo diámetro interior es 1.500 mm y 1.800 mm, que tienen una longitud de 6.000 m hasta llegar a la cámara de Corrales, inicio de la infraestructura del puente-sifón. En este punto, se realiza la transición de las dos tuberías anteriores a las cinco tuberías de diámetro 1.300 mm, las cuales se ubican dentro de la viga-cajón, sobre la discurre la calzada del puente-sifón del Odiel con una longitud de 1.650 m hasta llegar a la cámara de Huelva, donde se vuelven a unir a dos tuberías de diámetro 1.900 mm y longitud 1.088 m, formando el ramal de Vaciadero Salinas hasta llegar a la Galería Forzada. Dicha galería es un túnel de alineación recta revestido de gunita de 2.750 mm de diámetro y 1.648 m de longitud que finaliza en los depósitos reguladores de Huelva.

Anillo Hídrico de Huelva

El inicio del Anillo Hídrico de Huelva se encuentra en los depósitos reguladores de Huelva, que reciben el agua del sistema de explotación de agua de la DHTOP a través del Sifón del Odiel. Estos depósitos están formados por dos balsas rectangulares ubicadas en el interior del casco urbano de Huelva. La capacidad de almacenamiento de los depósitos es 120.000 $m^3$ y su carrera oscila entre las cotas 32,00 m y 26,00 m. Desde estos depósitos comienza una red cerrada de conducciones, normalmente, enterradas por las calles de la ciudad onubense.

Esta red de tuberías tiene una longitud superior a 30 km, que está formada por diferentes materiales (hormigón armado con camisa de chapa, acero helicoidal, PRFV, etc.) y diámetros (hasta 2.000 mm), que están situados en los municipios de Huelva, Palos de la Frontera y Moguer. Las diferentes conducciones conectan las infraestructuras destacables (depósitos reguladores de Huelva, nuevo bombeo del río Tinto y balsa del Anillo Hídrico de Palos) y abastecen a las tomas de los usuarios.

## 3.3. EXIGENCIAS PREVISIBLES EN RELACIÓN CON LA UTILIZACIÓN DEL SUELO Y DE OTROS RECURSOS NATURALES

### 3.3.1. Utilización de suelos

El PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) ha previsto una plataforma de instalaciones auxiliares de unos 35.000 m2 en la salida del túnel donde además de albergar todas las instalaciones que la obra requiera, se fabricarán y acopiarán las dovelas del túnel.

Los terrenos a ocupar son actualmente de dehesa (hábitat de interés comunitario) una parte y de cultivo de olivar en regadío la otra parte, y finalizadas las obras se procederá a su restauración ambiental para su retorno al estado de vegetación autóctona.

Además se han previsto dos caminos de acceso que conectan con los caminos de servicio de los canales proyectados. Las trazas de estos caminos coinciden con los caminos actualmente existentes por los que se accede a las instalaciones, si bien se proyecta en estos su homogeneización, ensanche de sección y se ha dispuesto un firme granular. Parte de estos caminos están en hábitats de interés comunitario si bien como se ha indicado los caminos en gran parte ya existen y lo que se hará es adecuarlos.

El acceso Norte a las instalaciones proyectadas, canal de entrada al túnel, conecta en su inicio con un camino existente por el Cortijo de Los Millares y finaliza en el camino de servicio del canal de entrada. Su longitud es de 57,77 m, de 6 m de calzada y se define con explanada de suelo adecuado de 30 cm de espesor y 30 cm de zahorra artificial.

El camino de acceso Sur principal es de 604,57 m de longitud, de 6 m de calzada y formado por 30 cm de explanada de suelo adecuado y 30 cm de firme de zahorra artificial.



**Ilustración 3. Superposición de ortofotos, estado actual y estado futuro en canal de entrada (arriba) y canal de salida (abajo). Los caminos (color naranja) respetan la traza existente y solo se prolongan lo mínimo necesario para acceder a las instalaciones. Fuente planos de proyecto.**

### 3.3.2. Agua

La ampliación del túnel de San silvestre aumenta su capacidad pero no está previsto incrementar el volumen trasvasado.

Esta actuación está recogida dentro de los planes hidrológicos de las cuencas del Guadiana y Tinto, Odiel y Piedras como “Actuación de atención a la demanda Agrícola y Urbana” y como “Incremento de recursos mediante obras de conducción”.

Los planes hidrológicos ha sido sometidos a evaluación ambiental estratégica.

*Tabla 31. Programa de medidas. Grupo 6 de Medidas. Distribución de la inversión por Agente competente y horizontes. Actuaciones de atención a la demanda Agrícola y Urbana*

| ATENCIÓN A LA DEMANDA AGRÍCOLA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ACTUACIÓN | AGENTE | Programada H1 (2013-2015) | Programada H2 H3 (2016-2027) | Total general |
| A.T. INSPEC. Y VIGILANCIA TRANSFOR. REGADIO SECTOR I DE LA Z.R. CENTRO EXTREMADURA | DGA | 163.569 | | 163.569 |
| A.T. INSPEC. Y VIGILANCIA TRANSFOR. REGADIO SECTOR II DE LA Z.R. CENTRO EXTREMADURA | DGA | 224.953 | | 224.953 |
| Acondicionamiento de Caminos en Zonas Regables y presas | DGA | | 140.000.000 | 140.000.000 |
| Ampliación del túnel de San Silvestre | DGA | | 53.880.233 | 53.880.233 |
| Conexión Alcalaboza-Sistema Disperso. Presa de ALCALABOZA. Incluye expropiaciones. Actuación supeditada a la valoración positiva del EIA. (amortización presa 50 años) | JUNTA AND | | 7.867.883 | 7.867.883 |
| Conexión Alcalaboza-Sistema Disperso. Sistema de conducciones (incluye expropiaciones) | JUNTA AND | | 7.232.407 | 7.232.407 |

| Art. RPH | Nº | N-RPH | Actuación | Medida | Descripcion medida | Tipo de Medida | Horizonte | Inversión (€) | Organismo Responsable |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - | TOP-0032-L | - | - | Profundización de la Canal. 1ª fase. | - | Complementaria | 2021 | 4.000.000,00 € | Administración General del Estado |
| - | TOP-0033-L | - | - | Profundización de la Canal. 2ª fase. | - | Complementaria | 2021 | 3.000.000,00 € | Administración General del Estado |
| - | TOP-0034-L | - | - | Profundización de la Canal. 3ª fase. | - | Complementaria | 2021 | 3.000.000,00 € | Administración General del Estado |
| 60 | TOP-0086-C | 78 | Abastecimiento Sierra de Huelva | Incremento de recursos disponibles mediante obras de conducción | Mejora del abastecimiento de la Sierra de Huelva mediante obras de conducción y captación | Complementaria | 2033 | 120.646.000,00 € | Administración Local |
| 60 | TOP-0088-C | 78 | Conducción paralela al Canal del Piedras | Incremento de recursos disponibles mediante obras de conducción | Actuaciones de mejora, ampliación y desdoblamiento de tramos de conducción de la red en alta necesarios para conseguir el buen funcionamiento del sistema y una adecuada garantía de suministro | Complementaria | 2033 | 51.717.000,00 € | Junta de Andalucía |
| 60 | TOP-0089-C | 78 | Desdoblamiento Tunel San Silvestre (*) | Incremento de recursos disponibles mediante obras de conducción | - | Complementaria | 2033 | 50.000.000,00 € | Junta de Andalucía/Administración General del Estado |
| 60 | TOP-0090-C | 78 | Recrecimiento Canal de Piedras. 2ª Fase. | Incremento de recursos disponibles mediante obras de conducción | - | Complementaria | 2027 | 40.000.000,00 € | Junta de Andalucía |
| 60 | TOP-0091-C | 78 | Regulación del Canal del Granado (*) | Incremento de recursos disponibles mediante obras de conducción | - | Complementaria | 2027 | 15.000.000,00 € | Junta de Andalucía |
| 60 | TOP-0092-C | 78 | Desdoblamiento Sifon Odiel. 2ª Fase | Incremento de recursos disponibles mediante obras de conducción | - | Complementaria | 2027 | 7.974.000,00 € | Junta de Andalucía |

**Tabla 3-1. Programa de medidas PHTOP2015-2021**

## 3.4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO Y DE SUS PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

### 3.4.1. Características del proyecto

3.4.1.1. Antecedentes

El túnel de San Silvestre, responde a la planificación general realizada durante los años 60, recogida en el Anteproyecto General de Abastecimiento aprobado por la OM de 25/10/1965. Las obras de este plan se ejecutaron en fases y se citan a continuación:

- **Durante el período 1965-1968 se ejecutaron las obras que permitían llevar el agua a Huelva desde el embalse del Piedras: presa del Piedras, canal del Piedras, puente sifón sobre el río Odiel, etc.**
- **A partir de 1968 y hasta los primeros años de la década de los 70 se ejecutó la captación de Bocachanza, el canal del Granado, el azud de Matavacas y el túnel de San Silvestre.**
- **En 1978 se comenzó la ejecución de la presa del Chanza, la cual finalizó en 1985.**

Una vez finalizada la ejecución de todas las infraestructuras del Plan General, se han ido realizando otras obras de ampliación de dichas infraestructuras, con objeto de poder atender el incremento de demanda que se ha ido presentando y que ha sido superior a las previsiones iniciales.

Por este motivo, se construyó la presa del Andévalo, aguas arriba de la del Chanza y se aumentó la capacidad de los canales de transporte el canal del Granado se aumentó hasta alcanzar una capacidad 20 m3/s.

Se adjunta un esquema de la infraestructura de abastecimiento en el que se puede ver que las diferentes infraestructuras hidráulicas situadas aguas arriba del túnel de San Silvestre, tras las obras de ampliación. Las citadas infraestructuras tienen capacidad para transportar unos 20 m3/s, sin embargo el túnel de San Silvestre solo puede transportar 10 m3/s, por lo que se convierte en un punto de restricción de paso del caudal.

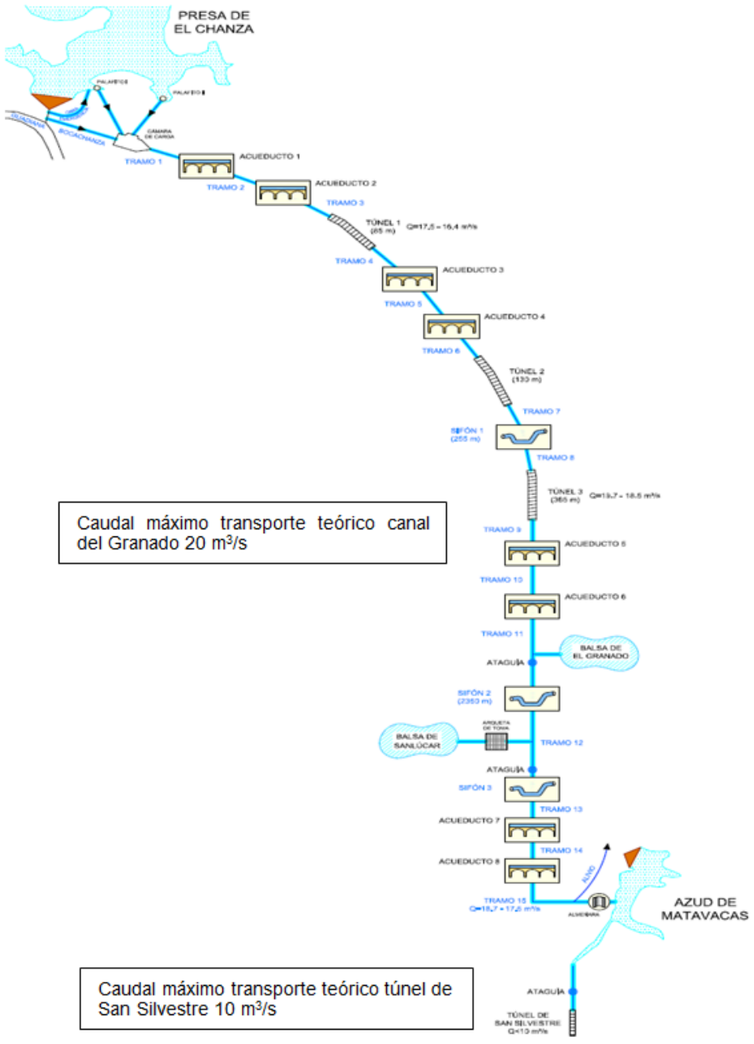



**Ilustración 4. Esquema de la infraestructura de abastecimiento del Túnel de San Silvestre**

3.4.1.2. Estado actual

La conducción existente denominada como túnel de San Silvestre, está formado por un canal de entrada, el túnel, un canal de salida y un canal de descarga del caudal aliviado. Su capacidad es de 10 m3/s y a continuación se describen cada uno de estos elementos.

• Canal de entrada

Conduce el agua desde el azud de Matavacas proveniente del canal del Granado hasta el túnel de San Silvestre. De unos 350 m de longitud, está formado por un canal de tierras (200 m de longitud) y un canal revestido de hormigón de sección trapecial de 150 m.

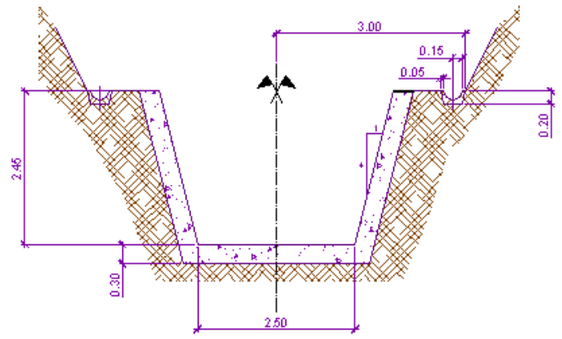



**Ilustración 5. Sección del canal entrada. Conducción existente**

El canal de entrada tiene una pendiente longitudinal del 0.045%. Adoptando este valor y con datos tomados en campo, se ha estimado que la cota rasante al final del canal es de 116.45 m.s.n.m. y por consiguiente al inicio del canal en la toma del azud la cota es de 116,611 m.s.n.m.

En la margen derecha del canal, en el tramo de canal en tierras se localiza una toma de consumo de abastecimiento.

Los taludes de la zona revestida se encuentran protegidos mediante un gunitado para prevenir los desprendimientos y la caída de rocas y vegetación al canal.

En el P.K. 0+300, en el tramo de canal revestido se alojan unas compuertas de seccionamiento. Estas compuertas son de accionamiento manual.

De los cálculos hidráulicos realizados se desprende que la capacidad de este elemento es algo inferior a los 10 m3/s.

• Túnel

El túnel existente tiene una longitud de 7.673 m, es de sección circular, de 2,60 m de diámetro, sección que se mantiene a lo largo de todo el trazado, salvo en un tramo de aproximadamente 25 m en el entorno del P.K. 5+260 donde se presenta ligeramente ovalada.

La pendiente longitudinal media es 0,144% la cota rasante al inicio del túnel es de 116.45 m.s.n.m. y al final de 105.43 m.s.n.m.

El túnel se encuentra totalmente revestido de hormigón encofrado; si bien presenta dos tipos distintos de método de encofrado. El primero, usado en la práctica totalidad de su longitud, consiste en la utilización de una estructura circular para encofrar y hormigonar por tramos de 4 m, aproximadamente. El segundo, usado sólo en dos pequeños tramos, de unos 25 m y 20 m respectivamente, en el entorno de los PP.KK. 5+260 y 6+720, utiliza tablones de madera para lograr el encofrado del hormigón de revestimiento.

La ejecución del hormigonado a lo largo del túnel ha sido, en general, muy cuidada, sin dejar resaltes entre las juntas de hormigonado, rebajándolos cuando estos aparecían para lograr la mejora de la canalización de las aguas transportadas.

La solera del túnel mantiene la forma circular de éste, salvo en una serie de tramos en los que la solera ha sido rellenada con hormigón hasta lograr que sea plana.

En explotación el agua circula por gravedad a lo largo del túnel debido a su pendiente, de valor variable en su recorrido. Aguas abajo, la marca del nivel alcanzado por el agua gana altura sin llegar a la clave, esta circunstancia indica que el túnel no ha llegado a trabajar en carga, hecho que puede explicar, junto con otros factores como el caudal de agua bombeado, y el escaso grosor de fango encontrado en el contorno del túnel, que no llega a 1 cm de espesor.

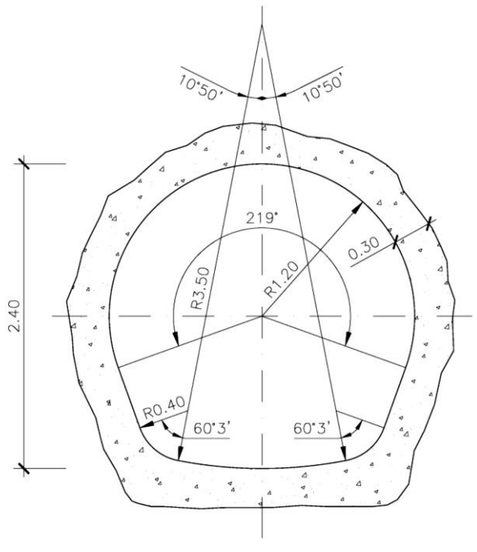



**Ilustración 6. Sección del túnel de San Silvestre. Existente**

• Canal de salida y canal de descarga del aliviadero

Es el elemento de transición entre el túnel y el arroyo del Cuco o el canal de Enlace Directo. Es un canal revestido de sección trapecial, de 2,25 m en la base inferior, 3,5 m de ancho en coronación y de 2,5 m de altura, de unos 300 m de longitud hasta las compuertas de seccionamiento que conectan con el canal del Enlace Directo.

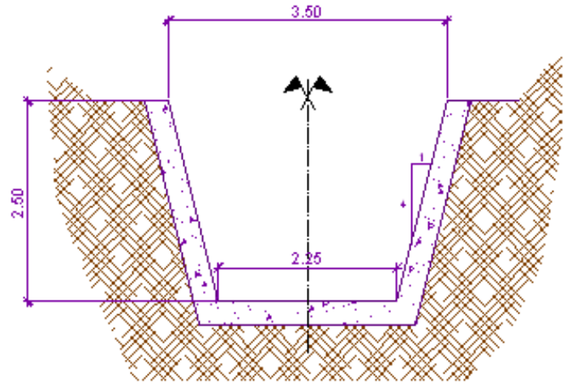



**Ilustración 7. Sección del canal de salida. Conducción existente**

La pendiente longitudinal del canal es del 0,04%. La cota rasante en el P.K. 0+000 del canal es 105,43 m.s.n.m. y al final, pasando el aliviadero la cota es de 105,31 m.s.n.m.

El canal existente conduce el agua al arroyo del Cuco, vertiendo sobre el aliviadero lateral de labio fijo existente y/o al canal del Enlace Directo, según la posición de las compuertas y el caudal circulante. El acceso y la regulación de caudal hacia el canal de Enlace Directo, se consigue a través de unas compuertas existentes. El canal de Enlace Directo se usa como by-pass del embalse del Piedras y su capacidad máxima de diseño es de 10 $m^3/s$.



**Ilustración 8. Almenara A, en ella se derivan las aguas por el Arroyo del Cuco (izquierda de la foto) o al Enlace Directo (tras las compuertas)**

El aliviadero existente es de 40 m de longitud, se sitúa en el hastial izquierdo del canal salida y su cota de vertido oscila entre 107,16 m.s.n.m. y 107,1 m.s.n.m.

El canal donde descarga el caudal aliviado por el aliviadero lateral es de sección variable, en su inicio es rectangular y tras pasar el labio fijo del aliviadero la sección tiende a ser trapecial. La longitud del canal de descarga es de 114,2 m, y finaliza conectando con el cauce natural del arroyo del Cuco.

Aguas abajo del canal de descarga, el agua circula por el cauce natural del arroyo del Cuco-Membrillo hasta el embalse del Piedras. Este puede considerarse como otro tramo del sistema de explotación de agua de la DHTOP.

### 3.4.2. Procedimiento de construcción

3.4.2.1. Solución proyectada

Todas las actuaciones que se han definido en el presente documento han sido dimensionadas de forma que se verifique el objeto del proyecto, se integre la conducción con las instalaciones existentes, y que el comportamiento de la conducción sea correcto bajo distintos modos de funcionamiento.

La solución que se desarrolla a continuación, tiene capacidad para trasvasar 20 m3/s de forma independiente de la conducción. El comportamiento bajo distintas hipótesis de caudal circulante y modos de funcionamiento, según los cálculos realizados es satisfactorio.

Se han tenido en cuenta las dos posibles conexiones del canal de salida, pudiendo ser el caudal vertido al arroyo del Cuco y/o by-pasear al embalse del Piedras a través del canal del Enlace de Directo. En caso de estar las compuertas del canal del Enlace Directo abiertas, para todas las hipótesis de caudal, incluso la máxima, la solución adoptada permite que pueda pasar a dicho canal unos 10 m3/s, que es el caudal de diseño del mismo.

Como se ha comentado, la infraestructura proyectada tiene capacidad para que circulen 20 m3/s, y se conecta aguas abajo con el canal del Enlace Directo o con el arroyo del Cuco. En el estudio de Análisis y optimización del sistema de explotación de agua bruta de la provincia de Huelva, de septiembre de 2014, se comprobó que los cauces del Cuco y Membrillo tienen una capacidad superior a los 20 m3/s.



**Ilustración 9. Arroyo del Cuco**

3.4.2.2. Actuaciones proyectadas sobre la conducción existente

• Canales

En el canal de entrada se ha previsto la sustitución de las compuertas deslizantes existentes en el P.K. 0+300.

En el canal de salida, para evitar que el agua penetre desde aguas abajo en el túnel, en caso de estar cortado el funcionamiento desde aguas arriba, se ha previsto la colocación de dos compuertas deslizantes. El criterio para la situación de las compuertas ha sido el de garantizar un nivel de agua suficiente en la toma existente en el canal de salida existente.

Para la implantación de estas compuertas en el canal existente, es necesaria una sección rectangular y una estructura que soporte los carriles guía de las compuertas, para lo que se proyecta un nuevo tramo entre los P.K. 0+029,71 y 0+037,21, previa demolición del existente.

En este nuevo tramo sobre el canal existente, tiene lugar la transición de la sección trapecial existente a rectangular de 3,8 x 2,5 m interior, dividido con muro de separación en subcanales de 1,65 x 2,5 m (interior) en el que van alojadas las compuertas.

En el tramo final del canal de salida existente, previo al aliviadero existente, para construir el tramo de canal único definido, es necesaria la demolición del hastial izquierdo del canal existente y su unión con la parte nueva proyectada. Esta actuación sobre el canal existente se localiza entre los P.K. 0+222,21 y 0+258,96.

El canal de descarga proyectado es básicamente una ampliación hacia la margen izquierda del existente, manteniendo el hastial derecho y la losa del canal de descarga existente. Para la ampliación de este canal es preciso demoler el hastial izquierdo del canal de descarga existente en toda la longitud del canal.

Durante la construcción de la solución definida, especialmente en la fase de excavación, se deben garantizar en todos los casos, para el canal existente, la estabilidad y condiciones de solicitación propias de su estado en servicio, procediendo en caso contrario a la demolición y posterior reposición del tramo afectado.

• Túnel

El túnel que queda obsoleto no se demuele. Las obras consisten en una regularización con hormigón de la solera de todo el túnel con los objetivos de:

- Darle continuidad a la solera donde se presenta cortada.
- Tapar las zonas con hormigón erosionado y así evitar que progrese el deterioro de las mismas.
- Lograr conservar la estabilidad del túnel a largo plazo.

Las obras consisten en una regularización con hormigón de la solera de todo el túnel con los objetivos de:

- Darle continuidad a la solera donde se presenta cortada.
- Tapar las zonas con hormigón erosionado y así evitar que progrese el deterioro de las mismas.
- Lograr conservar la estabilidad del túnel a largo plazo.

• Canal de conexión con azud

El canal de conexión con el azud de Matavacas, se corresponde con el tramo de canal entrada existente sin revestir, desde el azud hasta la sección trapecial revestida existente.

Este canal de conexión con el azud es común para ambas conducciones, por consiguiente funcionará siempre que se encuentre en funcionamiento alguna de las conducciones.

La pendiente longitudinal es del 0.08% y de 203,39 m de longitud, hasta conectar con el canal de entrada existente; previamente en el P.K. 0+198,551 conecta por su margen izquierda con el canal de entrada nuevo proyectado. La cota rasante en el P.K. 0+000 del canal es de 115,61 m.s.n.m., si bien la toma directa con el azud (previa al canal) la cota rasante es 115 m.s.n.m.

Del P.K. 0+000 al 0+180, la sección es uniforme, revestida de hormigón, trapecial de 8 m en la base inferior, 15 m en la superior y 3,5 m de calado, todas medidas interiores.

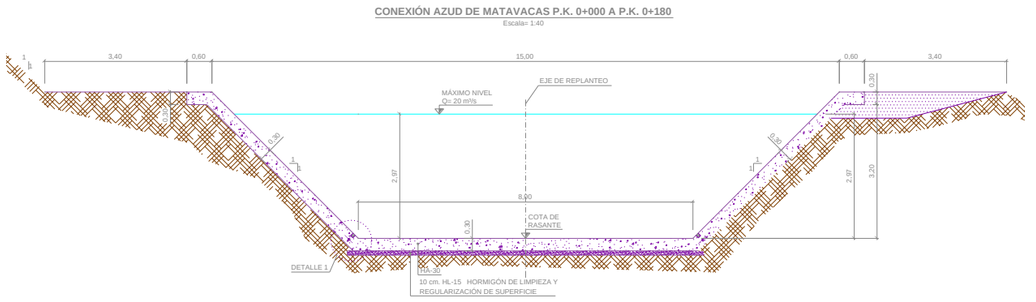



**Ilustración 10. Sección del canal de conexión con el azud de Matavacas**

Del P.K. 0+180 al 0+203,39 tiene lugar la transición a los canales de entrada, existente y proyectado, siendo la sección variable hasta dividirse mediante un muro de separación y conectar con cada canal de entrada. La cota rasante en la margen izquierda del muro de

separación, que conecta con el canal proyectado es 115,44 m.s.n.m. y en la margen derecha, conectando con el canal existente es 116,516 m.s.n.m.

En ambas márgenes del canal, se ha previsto una berma horizontal de 4 m de ancho. En la margen izquierda, la berma del canal conecta con el camino de servicio del canal de entrada.

Como se ha comentado anteriormente, aguas arriba del canal de conexión se ha previsto una obra de toma, para favorecer la entrada del agua desde el azud en el canal.

En este tramo de la conducción, en el P.K. 0+175,71 se habilita la conexión del canal con un punto de consumo existente.

- Canal de entrada

El canal de entrada conecta aguas arriba con el canal de conexión con el azud y aguas abajo con el túnel proyectado.

Su trazado es, en la medida de lo posible, paralelo al canal de entrada existente (tramo revestido), si bien en los primeros metros (hasta el P.K. 0+050 aproximadamente) la distancia de separación con el canal de entrada existente es de unos 2 m y a partir de ese P.K. la distancia de separación aumenta hasta casi los 30 m.

En cuanto al alzado, según los datos de rasante de la conducción existente estimados en este proyecto, el nuevo canal está por debajo del existente del orden de 1 m.

La longitud del canal proyectado es de 185,456 m, la pendiente longitudinal es del 0,05%, su cota inicial es 115,44 m.s.n.m. y finaliza con cota 115,359 m.s.n.m.

La sección tipo es trapecial revestida de hormigón, de 4,3 m en la base inferior, 5,0 m en la superior de 3,5 m de calado, todas las medidas interiores con las siguientes excepciones:

-
- Entre los P.K. 0+070 a 0+090: Para alojar las compuertas deslizantes de seccionamiento es necesario disponer de una sección rectangular, por consiguiente del P.K. 0+070 al 0+077,5 tiene lugar la transición a canal rectangular y entre los P.K. 0+082,5 a 0+090 la transición es a canal trapecial.
- El subtramo de canal rectangular en el que van alojadas las compuertas es de 5 m de longitud y es un canal rectangular dividido en dos subcanales de 2 x 3,5 m interior.
- ·Del P.K. 0+0165,456 a 0+0185,456 se realiza la transición de canal trapecial al túnel (circular).

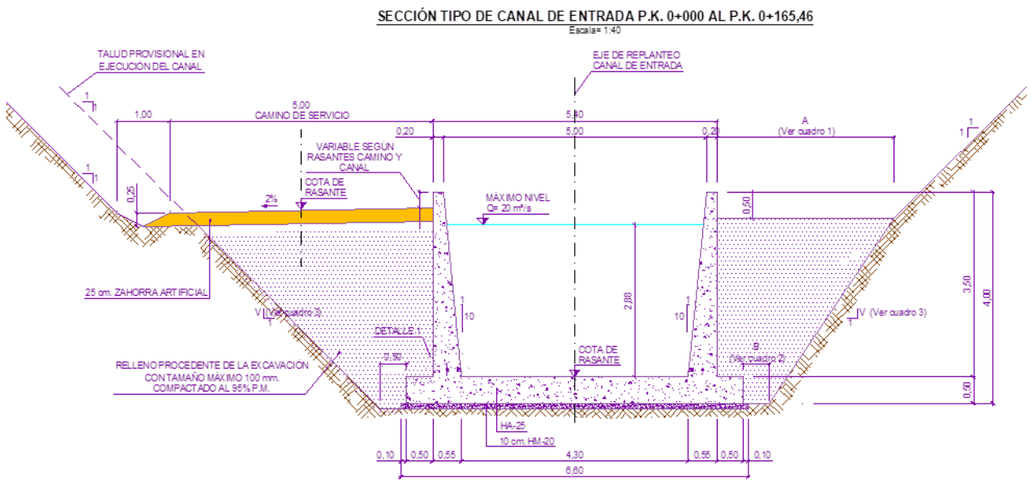



**Ilustración 11. Sección tipo del canal entrada. Nueva conducción**

Para favorecer las tareas de mantenimiento e inspección, en la margen izquierda del canal de entrada, se ha definido un camino de servicio del canal. Está formado por una calzada de 5 m de ancho y 25 cm de zahorra artificial, con cuneta revestida triangular en la margen izquierda.

El trazado del camino es paralelo al canal, si bien en la zona de las compuertas y para acceder a la plataforma superior en la que van alojadas, se separa unos metros del canal. La longitud del camino de servicio es de 180,69 m, la pendiente longitudinal máxima del camino es de 13,59% y la mínima del 0,11%.

La evacuación del drenaje longitudinal del camino, así como la continuidad de la escorrentía superficial, se dirigen hacia el canal a través de los badenes siguientes:

| P.K. CAMINO | P.K. CANAL | CONCEPTO |
|---|---|---|
| 0+033.2 | 0+033.82 | Drenaje Longitudinal |
| 0+110.95 | 0+105.21 | Drenaje Longitudinal |
| 0+157.5 | 0+162.27 | Drenaje Transversal |

**Tabla 3-2. Puntos de evacuación del drenaje.**

En la margen derecha del canal, se ha dispuesto una berma horizontal del ancho variable y según la tramificación siguiente:

| P.K. | ANCHO DE BERMA (m) |
|---|---|
| 0+000 a 0+008.68 | 0 |
| 0+008.68 a 0+060 | 0.5-1.0 |
| 0+060 a 0+140 | 4.6 |
| 0+140 a 0+185.46 | 2.8 |

**Tabla 3-3. Tramificación del ancho de berma en la margen derecha del canal de entrada.**

En el P.K. 0+080 aproximadamente, quedando alineadas con las compuertas del canal de entrada de la conducción existente, se disponen dos compuertas deslizantes de aislamiento 2 x 3,5 m. Las compuertas se alojan en una estructura, que además de soportar los carriles guías, permite el acceso a la parte superior de las compuertas sobre el canal de entrada y las ubicadas sobre el canal existente.

• Túnel nuevo

El túnel proyectado tiene una longitud de 7.550 m y una sección interior circular de 3,6 m de diámetro.

Es paralelo al túnel existente, manteniendo una distancia de separación de 30 m, equivalente a 8,3 veces el diámetro mayor, evitando la afección estructural al túnel existente y el descalce de las estructuras de emboquille.

En alzado el túnel proyectado es prácticamente paralelo al existente, si bien la rasante proyectada está por debajo de la existente del orden de 1 m. La cota rasante en el inicio del túnel es 115,359 m.s.n.m. y al final es 104,527 m.s.n.m.; la pendiente longitudinal es del 0,14%.

De los 7.550 m de túnel, 7.297,6 m se van a ejecutar en mina y los restantes 252,5 m a cielo abierto, correspondiendo 105,1 m al túnel artificial de la boca Norte, 2,4 m a la visera de protección en la boca Norte, 2,4 m a la visera de protección en la boca Sur y 142,5 m al túnel artificial de la boca Sur.

El tramo de túnel a ejecutar en mina se iniciará con la excavación y sostenimiento por métodos convencionales, de los primeros 30 m de túnel desde la boca Sur. Esto es debido a la necesidad de asegurar, en el momento de inicio de la excavación del túnel con tuneladora, una calidad geotécnica de la roca que permita el apoyo de los grippers de la máquina, a fin de conseguir el avance de la misma. Una vez colocados los primeros anillos de dovelas, la reacción de la tuneladora en este caso, por tratarse de un Doble-Escudo, podrá realizarse de dos formas: apoyándose en el terreno o en el último anillo de dovelas colocado.

En el mencionado tramo en el que está previsto se ejecute el túnel por métodos convencionales, se llevará a cabo una solera de unos 70 cm de espesor, necesaria para el apoyo de la tuneladora hasta situarla en la posición de inicio de la excavación mediante tuneladora.

En cuanto al revestimiento del túnel en mina, las dovelas cumplen esta función por lo que únicamente se precisa en el tramo ejecutado con métodos convencionales, y consistirá en un revestimiento de hormigón en masa, a excepción del tramo inicial de 5 m de longitud que, que se corresponde con el tramo en el que se espera que la roca se encuentre más alterada. De acuerdo a esto, el revestimiento de este tramo se ejecutará con hormigón armado. Para ello será precisa la demolición de la solera ejecutada para el paso de la tuneladora.

Los túneles artificiales por su parte, se ejecutarán con hormigón armado y conectarán con el túnel en mina, mediante sendas viseras que una vez finalizada la excavación y sostenimiento del túnel en mina, se revestirán con hormigón armado.

• Canal de salida y canal de descarga del aliviadero

El canal de salida conecta aguas arriba con el túnel proyectado y aguas abajo a través del canal de descarga del aliviadero con el arroyo del Cuco.

Su trazado en planta es paralelo a la conducción existente, si bien, al inicio la distancia de separación es de unos 20 m y se va acercando hasta el P.K. 0+100 donde la distancia de separación es de unos 4 m.

El alzado también es sensiblemente paralelo al existente, si bien, la rasante del canal de salida proyectado es del orden de un metro inferior que el canal de salida existente.

La longitud del canal es de 371,77 m con pendiente longitudinal del 0,04%. La cota rasante en el P.K. 0+000 es 104,527 m.s.n.m. y en el P.K. 0+371,77 es 104,378 m.s.n.m.

En el canal de salida se pueden distinguir los siguientes tramos:

- Transición túnel-canal: del P.K. 0+000 al 0+020 tiene lugar la transición de sección circular de 3,6 m de diámetro a la sección trapecial del canal.
- Del P.K. 0+020 al 0+290 la sección tipo es trapecial revestida de hormigón de 4,3 m en la base inferior, 5,0 m en la superior y 3,5 m de calado, todo dimensiones interiores. En este tramo, entre los P.K. 0+100 y 0+120 para alojar dos compuertas deslizantes, tiene lugar una transición de canal trapecial a rectangular y de canal rectangular a trapecial una vez pasadas las mismas.

- Transición a canal rectangular y a canal único: entre los P.K. 0+290 y 0+295 la sección se transforma a rectangular y entre los P.K. 0+295 y 0+297,5 el canal proyectado se une al existente para continuar un solo canal.
- A partir del P.K. 0+297,5 el canal proyectado se une al existente y distinguen:
    - P.K. 0+297,5 a 0+325,65: Canal común rectangular, el canal existente se mantiene a excepción del hastial izquierdo que es preciso demoler para que lo proyectado y lo existente sean un canal único. La parte de nueva construcción del canal único, hasta unión con el existente es de unos 11,8 m de ancho, de 3 m la margen izquierda (respecto al eje de replanteo) y de mínimo unos 8,9 m hasta la unión con el canal existente. La variabilidad del ancho de la nueva construcción en la margen derecha del canal es debido a la dificultad de prever con exactitud la parte de solera del canal existente que se afectará al demoler el hastial izquierdo del canal existente y que será necesaria reponer.
    - P.K. 0+325,65 a 0+371,77: Canal común con aliviaderos laterales que vierten hacia el centro. Los vertidos se recogen en un nuevo canal de descarga que conduce el agua hacia el arroyo del Cuco. En los aliviaderos se distingue:
        - A la derecha del canal de descarga se ubica el aliviadero existente de 40 m de longitud ubicado en el hastial izquierdo del canal de salida existente. La cota de vertido oscila entre 107,16 m.s.n.m. y 107,1 m.s.n.m.
        - A la izquierda del canal de descarga, sobre el hastial derecho de la obra nueva se ha dispuesto otro aliviadero lateral de 40 m de longitud. La cota de vertido adoptada es la 107,16 m.s.n.m.
        - Uniendo ambos vertederos laterales, se dispone otro aliviadero curvo de unos 17 m de longitud total, cuya cota de vertido es la 107,16 m.s.n.m.

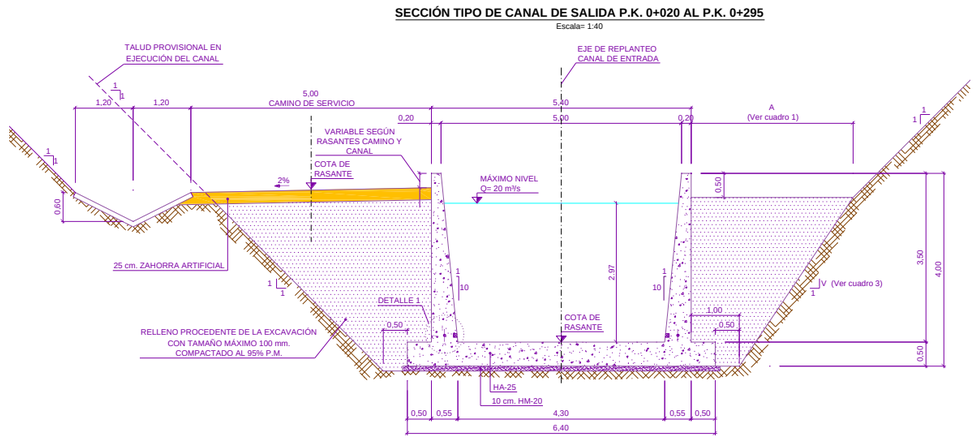



**Ilustración 12. Sección canal salida proyectado**

En la margen derecha del canal proyectado, en la parte intermedia entre éste y el proyectado y existente, queda una berma horizontal, de ancho variable y según la tramificación siguiente:

| P.K. | ANCHO DE BERMA (m) |
|---|---|
| 0+000 a 0+040 | 2,8 |
| 0+040 a 0+295 | 3,85 |
| 0+295 a 0+297,5 | 3,85-0 |

**Tabla 3-4. Tramificación del ancho de berma en la margen derecha del canal de salida.**

En el P.K. 0+110 del nuevo canal de salida, para evitar la intrusión del agua desde aguas abajo en el túnel (en caso de estar aislado esta conducción), se ha previsto la colocación de dos compuertas deslizantes de seccionamiento. Al igual que en el canal de entrada, las compuertas se disponen en canal rectangular de 2 x 3,5 m (medidas interiores), para lo que es necesario una zona de transición localizada entre los P.K.s 0+100 y 0+120 de sección trapecial a rectangular y viceversa. Las compuertas se alojan en una estructura, que además de soportar los carriles guías, permite el acceso a la parte superior de las compuertas sobre el canal de entrada. Se ha previsto una pasarela de unión entre las compuertas dispuestas sobre el canal de salida proyectao y sobre el existente.

Al igual que en el canal de entrada, se dispone de un camino de servicio en la margen izquierda del canal para realizar las tareas de mantenimiento e inspección. Está formado por

una calzada de 5 m de ancho y 25 cm de zahorra artificial, con cuneta revestida triangular en la margen izquierda.

La cuneta del camino recoge el drenaje longitudinal de la plataforma y la escorrentía transversal que llegaría al canal y la conduce hasta el arroyo del Cuco, aguas abajo de la incorporación de la descarga del aliviadero al arroyo.

La longitud del camino es de 428,496 m, el trazado del camino es paralelo al canal de salida, continuando paralelo al canal de descarga, una vez finalizado el anterior. La pendiente longitudinal máxima del camino es de 0,25% y la mínima del 0,11%.

El canal de descarga del aliviadero conduce el caudal aliviado del canal de salida hacia el arroyo del Cuco.

El trazado en planta es similar al canal de descarga existente, si bien se ha ampliado su sección hacia la margen izquierda. La sección del canal de descarga está formada por el hastial derecho y losa del canal existente y se une con la losa y hastial izquierdo proyectado. Para realizar esta sección es necesario demoler el hastial izquierdo del canal de descarga existente.

La longitud del canal de descarga del aliviadero proyectada es de 123,959 m y la pendiente longitudinal es del 0,74%. La cota rasante en el P.K. 0+000 es 105,012 m.s.n.m. y al final es de 104,1 m.s.n.m.

La sección completa del canal de descarga es rectangular entre el P.K. 0+000 y el 0+045,93, con ancho variable de 0 m (en su inicio) a unos 8,9 m y calado de 3,5 m, todo medidas interiores. A partir del P.K. 0+045,93 hay una transición a canal trapecial hasta el P.K. 0+080,8 y el calado comienza a disminuir a partir del P.K. 0+085,8 hasta el valor de 2,6 m. Se adjunta gráfico y cuadro resumen a continuación la sección trapecial:

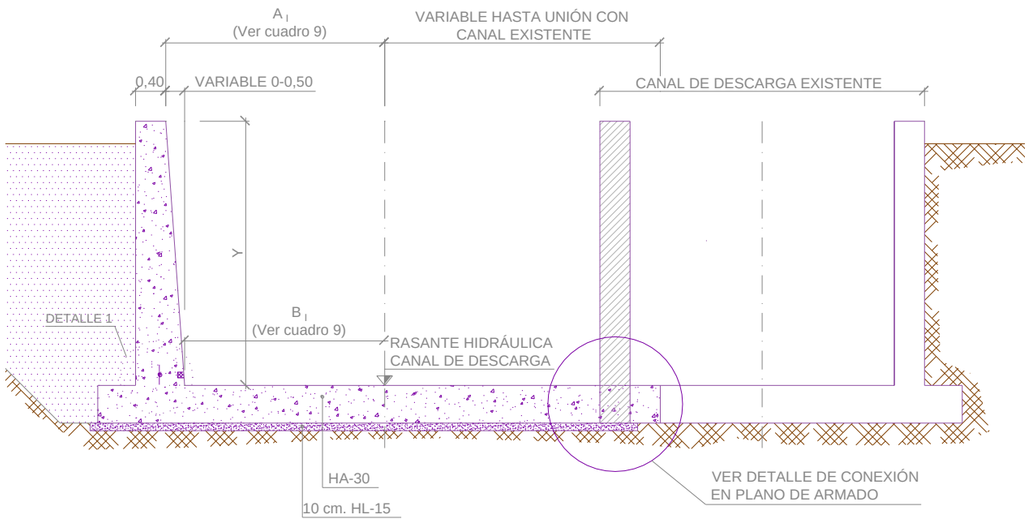



**Ilustración 13. Sección detalle unión del canal de descarga existente y el proyectado**

| P.K. | $B_l$ (m) | $A_l$ (m) | Y (m) |
|---|---|---|---|
| 0+045.93-0+080.8 | 5 | 5 – 5,5 | 3,5 |
| 0+080.8-0+085.8 | 5 – 5,25 | 5,75 | 3,5 |
| 0+085.8-0+123.96 | 5,25 - 7 | 5,75 – 7,5 | 3,5 – 2,6 |

**Tabla 3-5. Tramificación de variabilidad de anchos.**

• Otras

Además de las obras descritas anteriormente y que definen la conducción proyectada, se incluyen en este proyecto otras actuaciones, las cuales se resumen a continuación:

- Caminos de acceso a instalaciones definitivas: se definen caminos de acceso a los canales de entrada y salida del túnel, los cuales conectan con los caminos de servicio de los canales y con los existentes en la zona.
- Alumbrado en las instalaciones definitivas Norte y Sur.
- Arquetas tranquilizadoras y caseta en el canal de entrada para la implantación de la instrumentación y control.
- Mejora del drenaje de la margen derecha del arroyo del Cuco: para resolver los problemas de inundación que con frecuencia se presentan en la margen derecha del

canal de salida, se ha previsto acondicionar el desvío existente del arroyo del cuco (paralelo al canal del Enlace Directo), con una sección revestida trapecial y una nueva obra de drenaje bajo el canal del Enlace Directo que sustituya a la existente.

### 3.5. RESIDUOS VERTIDOS Y EMISIONES DE MATERIA O ENERGÍA RESULTANTES

Los trabajos de construcción de este tipo de obra dan lugar a una amplia variedad de residuos, con unas características y en unas cantidades que dependen de la fase de construcción y del tipo de trabajo ejecutado.

Es imprescindible identificar la totalidad de los trabajos previstos en la obra con el fin de contemplar el tipo y el volumen de residuos se producirán, organizar los contenedores e ir adaptando esas decisiones a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Los apéndices 5 y 6 (estudio de Gestión de Residuos y estudio de manejo y uso de materiales procedentes del túnel) desarrollan completamente estos aspectos y las medidas a adoptar para minimizar su impacto.

Hay que señalar que el túnel que queda obsoleto no se demolerá y por tanto no se generarán residuos.

Hay que señalar que la inclusión de un material en la siguiente lista no implica necesariamente que dicho material sea un residuo en todas las circunstancias. Un material sólo se considera residuo cuando se ajusta a la definición de residuo según la definición expresada al inicio de este estudio. Seguidamente se realiza una estimación de los principales residuos que se generarán en obra clasificados por su código LER (Lista Europea de Residuos).

**Cuadro 1. ESTIMACIÓN CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA**

**RCDs Nivel I**

| | 1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN | | Tratamiento | Destino | Cantidad (Tn) | Volumen ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| X | 17 05 04 | Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03 | Sin tratamiento específico | Vertedero | - | 250000,00 |
| | 17 05 08 | Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07 | Sin tratamiento específico | Vertedero | 0,00 | 0,00 |

**RCDs Nivel II**

| | *RCD de naturaleza no pétrea* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *1. Asfalto* | | Tratamiento | Destino | Cantidad (Tn) | Volumen ($m^3$) |
| X | 17 03 02 | Mezclas bituminosas distintas a las del código 14 03 01 | Reciclado | Planta de reciclaje RCD | 0,57 | 0,24 |
| | *2. Madera* | | | | | |
| X | 17 02 01 | Madera | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 326,28 | 1305,15 |
| | *3. Metales* | | | | | |
| | 17 04 01 | Cobre, bronce, latón | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 0,00 | 0,00 |
| | 17 04 02 | Aluminio | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 0,00 | 0,00 |
| | 17 04 03 | Plomo | | Gestor autorizado RNPs | 0,00 | 0,00 |
| | 17 04 04 | Zinc | | Gestor autorizado RNPs | 0,00 | 0,00 |
| X | 17 04 05 | Hierro y Acero | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 16,52 | 2,10 |
| | 17 04 06 | Estaño | | Gestor autorizado RNPs | 0,00 | 0,00 |
| X | 17 04 07 | Metales mezclados | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 0,20 | 0,58 |
| X | 17 04 11 | Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10 | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 0,05 | 0,01 |
| | *4. Papel* | | | | | |
| X | 20 01 01 | Papel | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 6,12 | 76,54 |
| | *5. Plástico* | | | | | |
| X | 17 02 03 | Plástico | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 22,08 | 153,54 |
| | *6. Vidrio* | | | | | |
| | 17 02 02 | Vidrio | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 0,00 | 0,00 |
| | *7. Yeso* | | | | | |
| | 17 08 02 | Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01 | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 0,00 | 0,00 |

| | *RCD de naturaleza pétrea* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *1. Arena, Grava y otros áridos* | | Tratamiento | Destino | Cantidad (Tn) | Volumen ($m^3$) |
| X | 01 04 08 | Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionadas en el código 01 04 07 | Reciclado | Planta de reciclaje RCD | 193,78 | 101,99 |
| X | 01 04 09 | Residuos de arena y arcilla | Reciclado | Planta de reciclaje RCD | 4652,20 | 2736,60 |
| | *2. Hormigón* | | | | | |
| X | 17 01 01 | Hormigón | Reciclado/vertedero | Planta de reciclaje RCD | 2581,46 | 1075,60 |
| | *3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos* | | | | | |
| | 17 01 02 | Ladrillos | Reciclado | Planta de reciclaje RCD | 0,00 | 0,00 |
| | 17 01 03 | Tejas y materiales cerámicos | Reciclado | Planta de reciclaje RCD | 0,00 | 0,00 |
| | 17 01 07 | Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas a las especificadas en el codigo 17 01 06 | Reciclado/vertedero | Planta de reciclaje RCD | 0,00 | 0,00 |
| | *4. Piedra* | | | | | |
| | 17 09 04 | RCDs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03 | Reciclado | Planta de reciclaje RCD | 0,00 | 0,00 |

| | *RCDs potencialmente peligrosos y otros* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *1. Basuras* | | Tratamiento | Destino | Cantidad (Tn) | Volumen ($m^3$) |
| | 20 01 08 | Restos de comida | Reciclado/vertedero | Planta de reciclaje RSU | 0,00 | 0,00 |
| | 20 02 01 | Residuos biodegradables | Reciclado/vertedero | Planta de reciclaje RSU | 0,00 | 0,00 |
| | 20 03 01 | Mezcla de residuos municipales | Reciclado/vertedero | Planta de reciclaje RSU | 0,00 | 0,00 |
| | *2. Potencialmente peligrosos y otros* | | | | | |
| | 07 07 01 | Sobrantes de desengrafantes (líquidos de limpieza y licores madres acuosos) | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 08 01 11 | Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 08 03 18 | Toners de impresión o similar | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| X | 13 02 05 | Aceites usados | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 55,80 | 60,00 |
| | 13 07 03 | Hidrocarburos con agua | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 14 06 03 | Sobrantes de disolventes no halogenados | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| X | 15 01 10 | Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellos | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 2,21 | 15,35 |
| | 15 01 11 | Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacios, que contiene una matriz porosa sólida peligrosa | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 15 02 02 | Absorbentes contaminados (trapos,...) | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 16 01 03 | Neumáticos usados | Acopios/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 16 05 07 | Residuos de productos químicos inorgánicos | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 16 05 08 | Residuos de productos químicos orgánicos | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 16 06 01 | Baterías de plomo | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 16 06 03 | Pilas botón | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 16 06 04 | Pilas alcalinas y salinas | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 16 01 07 | Filtros de aceite | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 17 01 06 | Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas | Depósito seguridad | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 17 02 04 | Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas | Tratamiento Fco-Qco | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 17 03 01 | Mezclas bituminosas que ocntienen alquitrán de hulla | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 17 03 03 | Alquitrán de hulla y productos alquitranados | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 17 04 09 | Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas | Tratamiento Fco-Qco | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 17 04 10 | Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas. | Tratamiento Fco-Qco | Gestor autorizado RPs | 0,00 | |
| | 17 05 03 | Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas | Tratamiento Fco-Qco | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 17 05 05 | Lodos de drenaje que contienen sutancias peligrosas | Tratamiento Fco-Qco | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 17 05 07 | Balasto de vias férreas que contienen sustancias peligrosas | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 17 06 03 | Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas | Depósito seguridad | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |
| | 17 06 04 | Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 03 | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 0,00 | 0,00 |
| | 17 06 05 | Materiales de construcción que contienen amianto | Depósito seguridad | Depósito seguridad | 0,00 | 0,00 |
| | 17 08 01 | Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas | Tratamiento Fco-Qco | Depósito seguridad | 0,00 | 0,00 |
| | 17 09 01 | Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio | Depósito seguridad | Depósito seguridad | 0,00 | 0,00 |
| | 17 09 02 | Residuos de construcción y demolición que contienen PCBs | Depósito seguridad | Depósito seguridad | 0,00 | 0,00 |
| | 17 09 03 | Otros residuos de construcción y demolición que contienen sustancias peligrosas | Depósito seguridad | Depósito seguridad | 0,00 | 0,00 |
| X | 17 09 04 | RCDs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03 | Depósito/Tratamiento | Restauración/Vertedero | 1,20 | 0,80 |
| | 20 01 21 | Tubos fluorescentes | Depósito/Tratamiento | Gestor autorizado RPs | 0,00 | 0,00 |

**TOTAL RESIDUOS A GESTIONAR (Tn) 7858,47**

Tabla 3-6. Estimación de los principales residuos que se generarán en obra clasificados por su código LER.

Además de los residuos, la ejecución de las obras obliga a realizar cuantiosos movimientos de tierra, la solución proyectada los optimiza y reutiliza en obra, aun así el resultado es un excedente que habrá de ir a reutilizarse o destinar a gestor de residuos de construcción y demolición. Se incluye su cuantificación en la siguiente tabla resumen.

| MATERIAL / UNIDAD DE OBRA | DISPONIBILIDAD EN EXCAVACIONES DE LA TRAZA ($m^3$) | NECESIDADES EN OBRA ($m^3$) | PROCEDENCIA DEL MATERIAL | EXCEDENTE PUESTO EN VERTEDERO ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|
| Tierra vegetal | 25.208 | - | Excavaciones de la traza | - |
| Suelos para terraplén y rellenos de trasdós de canal y túnel artificial hasta 1,5 m sobre clave | 79.025 | 61.366 | Excavaciones de los desmontes de la traza | 18.180 |
| Todo-uno para rellenos sobre túnel artificial a partir de 1,5 m sobre clave | 64.918 | 35.704 | Excavaciones de los desmontes de la traza | 51.317 |
| Escombro de tuneladora para rellenos sobre túnel artificial a partir de 1,5 m sobre clave | 110.999 | | Excavación del túnel | 184.258 |
| Suelo adecuado | - | 3.559 | Graveras C-3, C-4, C-8, C-9 y C-10 | - |
| Suelo seleccionado | - | 18.148 | | - |
| Zahorra artificial | - | 6.505 | Cantera C-1 y C-7 | - |
| | | | | 253.755 |

**Tabla 3-7. Tabla resumen de movimientos de tierra en las obras. Fuente: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA).**

# 4. EXAMEN DE ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN

## 4.1. CONSIDERACIONES PREVIAS

El *PROYECTO CONSTRUCTIVO DE DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA)* incluye en su Anejo 9 un estudio pormenorizado de las alternativas analizadas, por lo que esta parte del Documento Ambiental (DA) se basa en las consideraciones que en dicho anexo se contienen.

Así, teniendo en cuenta los criterios y objetivos del proyecto, se proponen diversas alternativas planteando variabilidad en cuanto a capacidad y método constructivo del túnel. Dependiendo de estos tres factores:

- Trazado en planta: manteniendo la traza de la conducción existente, se estudian dos posibles soluciones, al Este y Oeste de la infraestructura existente. Las dos alternativas de trazado discurren paralelas al trazado del túnel existente a una distancia de 30 m entre ejes, distancia que no ofrece riesgo alguno, tanto de afección al túnel existente, como de descalce de las estructuras de emboquille. Se considera, con carácter general, y a falta de los cálculos posteriores que confirmen esta hipótesis, que no se produce afección entre tubos paralelos, con una distancia entre hastiales mayor a cinco veces el diámetro de los mismos, por tanto, con la distancia elegida, la seguridad estructural del túnel existente, queda garantizada.
- Capacidad hidráulica: se definen dos soluciones, con capacidad de 10 y 20 m3/s cada una de ellas.
- Método constructivo del túnel: mediante métodos convencionales y con tuneladora. En el apartado siguiente se describen otros posibles métodos constructivos y se estudian en detalle los citados por considerar que son los más adecuados para este trabajo.

Una vez planteadas estas posibles opciones, se combinan para generar alternativas teniendo en cuenta lo siguiente:

- Las opciones de trazado, al definirse próximas a las infraestructuras existentes (paralelas por el este y Oeste del túnel de San Silvestre), discurren por el mismo corredor geotécnico y no condicionan el método constructivo del túnel.
- La capacidad hidráulica define la sección tipo, tanto de los canales de entrada y salida como del túnel. Este aspecto es muy importante en la construcción del túnel, puesto que un mismo método constructivo presenta rendimientos distintos según la sección tipo.
- Por consiguiente, el estudio y análisis del túnel se aborda independientemente del trazado en planta del mismo y los canales de entrada y salida del túnel se estudian sin considerar el método constructivo.

Combinando estas soluciones se consideran las ocho alternativas siguientes:

- Alternativa Este, método convencional y caudal 10 m3/s.
- Alternativa Este, tuneladora de Doble-Escudo y caudal de 10 m3/s.
- Alternativa Este, método convencional y caudal 20 m3/s.
- Alternativa Este, tuneladora de Doble-Escudo y caudal de 20 m3/s.
- Alternativa Oeste, método convencional y caudal 10 m3/s.
- Alternativa Oeste, tuneladora de Doble-Escudo y caudal de 10 m3/s.
- Alternativa Oeste, método convencional y caudal 20 m3/s.
- Alternativa Oeste, tuneladora de Doble-Escudo y caudal de 20 m3/s.

La longitud del túnel en la alternativa Este es de 7.550 m y la de la alternativa Oeste de 7.670 m.

Por lo que se refiere a las diferencias del método constructivo hay que señalar que el uso de tuneladora presenta un impacto ambiental menor, y este se encuentra relacionado directamente con la ocupación temporal necesaria para situar las instalaciones auxiliares de la tuneladora. Este aspecto se analiza en profundidad en el punto siguiente (4.2. Alternativas respecto al método de construcción).

La situación es diferente en lo que respecta a los métodos convencionales, que irremediablemente llevan consigo el empleo de explosivos. A las limitaciones habituales para su uso, hay que añadir las restricciones existentes en España en cuanto a vibraciones y ruidos que generan las voladuras.

Por otro lado, la ejecución de un ataque intermedio en el método convencional supone la ocupación y movimiento de tierras, así como tráfico de maquinaria y vehículos de obra a través de las fincas un 50% superior a la opción de construcción del túnel con tuneladora.

## 4.2. ALTERNATIVAS RESPECTO AL MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL

La praxis actual en construcción subterránea se concreta en dos grandes métodos de excavación de túneles en roca:

- Convencionales: consiste en aplicar técnicas de perforación y voladuras. Incluye las siguientes etapas: perforación de la roca, carga de explosivos, voladura, ventilación, desescombro, saneo y sostenimiento.
- Excavación mecanizada: a través de tuneladoras TBM (Tunnel Boring Machines) que, mediante una cabeza giratoria equipada con elementos de corte, perfora las rocas, y luego retira los escombros. El Doble-Escudo es un tipo de tuneladora que permite sostener el terreno a la par que realiza la excavación del túnel y avanza

apoyándose en las dovelas que conforman el revestimiento. La propia máquina incorpora un erector de dovelas para el revestimiento y sostenimiento de la excavación.

La regla general aconseja que para longitudes de excavación mayores de 4,5 km se emplee tuneladora y para longitudes de menos de 1,5 km se utilice el método de perforación y voladura, aunque deben tenerse en cuenta otros elementos que pueden hacer desistir de su uso como son los factores de orden geológico, geométrico, ambiental y de tiempos de ejecución.

A continuación se muestran las distintas secciones del túnel según el método constructivo y la capacidad hidráulica del mismo.

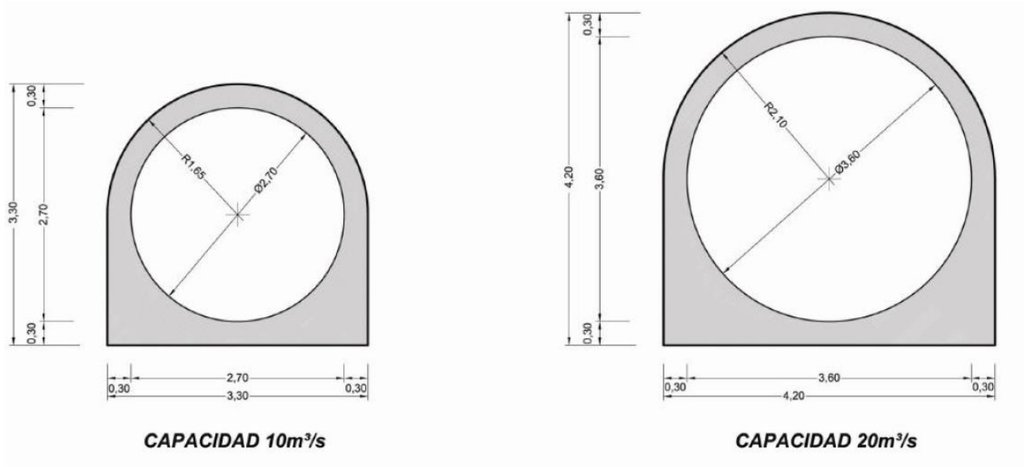



**Ilustración 14. Sección funcional del túnel construido por métodos convencionales**

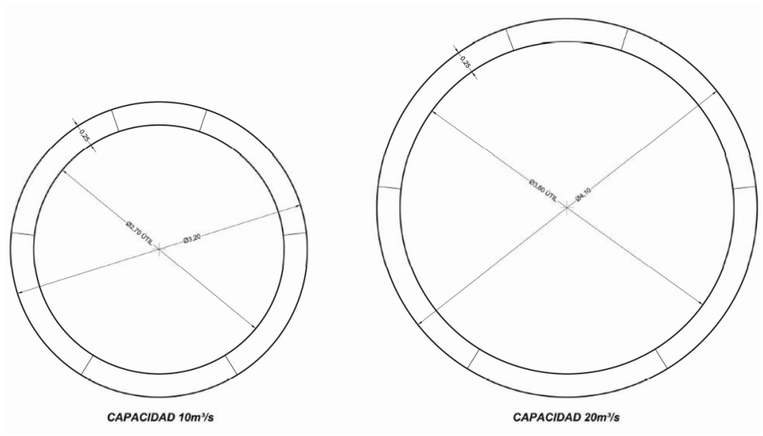



**Ilustración 15. Sección funcional del túnel construido con tuneladora**

Seguidamente, con el fin de decidir la alternativa más adecuada, se analizan las diferentes alternativas de construcción bajo los aspectos de: plazo de ejecución, coste, riesgos geotécnicos, seguridad de los trabajos y afección ambiental.

### 4.2.1. Plazo de ejecución de los métodos de ejecución del túnel

El menor plazo de ejecución corresponde a la opción de construcción del túnel con Doble-Escudo para la sección con capacidad de transporte de 20 $m^3/s$, que da un plazo estimado de 24 meses, incluyendo el tiempo necesario para la fabricación de la tuneladora.

| ALTERNATIVA | PLAZO ESTIMADO |
|---|---|
| Doble-Escudo.<br>Capacidad de transporte 10 $m^3/s$ | 24,5 meses |
| Doble-Escudo.<br>Capacidad de transporte 20 $m^3/s$ | 24 meses |
| Método convencional.<br>Capacidad de transporte 10 $m^3/s$ | 32 meses |
| Método convencional.<br>Capacidad de transporte 10 $m^3/s$ | 36 meses |

**Tabla 4-1. Tabla resumen de plazos ejecución por alternativas**

En relación a la fiabilidad de los plazos de ejecución previstos, cabe señalar que, debido a que los terrenos que atravesará el túnel de San Silvestre tienen las características óptimas para un Doble-Escudo, esta opción constructiva tiene muchas posibilidades de reducir el plazo de ejecución de la excavación y sostenimiento previsto en la planificación realizada.

Por lo que se refiere a la utilización de métodos convencionales, tanto para la sección con una capacidad de transporte de 10 $m^3/s$, como para la sección de 20 $m^3/s$, debido a la reducida sección de excavación del túnel, se han penalizado los rendimientos de la maquinaria a emplear, y se ha supuesto un porcentaje alto de paradas por averías y/o imprevistos. Hay que tener muy presente que una sección tan reducida complica la posibilidad de obtener rendimientos mayores que los previstos en la estimación del plazo realizada.

### 4.2.2. Coste de la construcción

Según la valoración realizada, la opción que resulta más económica es la de construcción del túnel con tuneladora.

Por lo que se refiere a las causas que pudieran dar lugar a posibles desvíos presupuestarios en el coste de cada alternativa; hay que señalar, con carácter general, que los incrementos de coste más importantes estarán originados por la consecución de avances menores a los planificados.

En este orden de ideas, hay que señalar que la utilización de un Doble-Escudo es la opción que se estima con más probabilidades de éxito, ya que es la máquina menos sensible a los cambios de la calidad del terreno.

De acuerdo a lo señalado en el apartado anterior, la alternativa que presenta más incertidumbres en este aspecto es, sin duda, la opción de construir el túnel por métodos convencionales.

Adicionalmente, hay que señalar que los métodos convencionales son muy sensibles a las sobreexcavaciones, y a la circunstancia de que éstas ineludiblemente deberán rellenarse con hormigón proyectado o encofrado.

Por otro lado, en la valoración realizada se ha considerado que la tuneladora a adquirir es de nueva fabricación, pero los costes de esta opción se reducirían considerablemente, si se emplea una tuneladora reacondicionada, puesto que supondría una reducción de los plazos y del coste de adquisición de la máquina. No se ha valorado esta alternativa, puesto que depende directamente de la oferta de este tipo de tuneladora en el momento de la construcción del túnel. En cualquier caso, ésta sería la opción más ventajosa económicamente.

En la tabla siguiente se recoge el resumen de costes por metro de túnel que ya fue considerado en el proyecto inicial del año 2009. Hay que destacar que aun habiendo podido variar los precios desde la realización de esta comparativa la diferencia es lo suficientemente aclaratoria como para no dejar dudas sobre el método más económico. La tabla incluye las actividades principales, que supondrían cada una de las opciones consideradas, así como la diferencia porcentual entre ellas y las posibles causas de desvío con respecto a la previsión económica realizada.

| ALTERNATIVA | COSTE ESTIMADO (€/m túnel) | INCREMENTO PORCENTUAL | POSIBLES CAUSAS DESVÍOS |
|---|---|---|---|
| Doble-Escudo. Capacidad de transporte 10 $m^3/s$ | 3.955 | 0 | Avances reales inferiores a los planificados |
| Doble-Escudo. Capacidad de transporte 20 $m^3/s$ | 4.300 | +8,72 | |
| Método convencional. Capacidad de transporte 10 $m^3/s$ | 4.453 | +12,59 | Avances reales inferiores a los planificados Sobreexcavaciones |
| Método convencional. Capacidad de transporte 20 $m^3/s$ | 5.185 | +31,10 | |

**Tabla 4-2. Tabla resumen de costes por alternativas**

### 4.2.3. Riesgos geotécnicos

Los reconocimientos geotécnicos realizados han permitido conocer con suficiente precisión el comportamiento de los terrenos afectados por la excavación del túnel de San Silvestre y, en consecuencia, se pueden establecer los riesgos geotécnicos que conlleva cada opción constructiva.

La construcción del túnel con Doble-Escudo no presenta riesgos geotécnicos apreciables debido a la doble funcionalidad de esta máquina en cuanto a que puede trabajar en modo simple escudo (para paso de fallas y terrenos menos competentes) y apoyándose en los grippers cuando la calidad del terreno lo permita.

La opción de construir el túnel con métodos convencionales presenta riesgos geotécnicos de sobreexcavación e inestabilidades locales, frente a las que habrá que hacer frente mediante el empleo de tratamientos especiales. El fácil acceso al frente que ofrece este método constructivo hace que, si estos riesgos se llegan a materializar, se puedan controlar con relativa facilidad; pese a ello, se producirán apreciables sobrecostes y retrasos.

### 4.2.4. Seguridad en el trabajo

Por lo que se refiere a la seguridad durante la construcción hay que señalar, en primer lugar, que todos los métodos constructivos que actualmente se emplean en los túneles ofrecen unas óptimas condiciones de seguridad.

En segundo lugar hay que señalar que la utilización de un Doble-Escudo ofrece unas condiciones de seguridad excelentes; ya que, en todo momento los operarios se encuentran totalmente protegidos ante las inestabilidades del terreno, ya sea por la propia estructura del Doble-Escudo o por el anillo de las dovelas.

El menor grado de protección, aunque garantizando unas buenas condiciones de seguridad, lo proporcionan los métodos convencionales.

De acuerdo con todo lo anterior, se muestra una evaluación de las condiciones de seguridad que ofrecen cada una de las alternativas estudiadas.

| ALTERNATIVA | CONDICIONES DE SEGURIDAD |
|---|---|
| Doble-Escudo | EXCELENTES |
| Método convencional | BUENAS |

**Tabla 4-3. Condiciones de seguridad de las alternativas consideradas**

### 4.2.5. Afección ambiental

A lo largo del presente Documento Ambiental (DA) se profundizará en la afección al medio ambiente de la totalidad de las obras, en este punto se hará referencia exclusivamente a las afecciones ambientales que uno u otro método constructivo de túnel presentan (sin evaluar el resto de las acciones del proyecto, que como se ha indicado se evaluarán a lo largo del presente DA).

Por lo que se refiere a la afección ambiental inherente al método constructivo hay que señalar que el Doble-Escudo presenta una baja afección en comparación con los otros métodos. Su mayor afección está relacionada directamente con la ocupación temporal necesaria para situar las instalaciones auxiliares de la tuneladora. Si bien, se ha procurado que se adapte a la orografía del terreno para minimizar el movimiento de tierras.

La situación es diferente en lo que respecta a los métodos convencionales, que irremediablemente llevan consigo el empleo de explosivos. A las limitaciones habituales para su uso, hay que añadir las fuertes restricciones existentes en España en cuanto a vibraciones y ruidos que generan las voladuras.

Este último aspecto adquiere gran relevancia en este caso, debido a que los terrenos bajo los que discurre el túnel se destinan en su totalidad a la caza. Este hecho supone un gasto en indemnizaciones por el corte de actividad cinegética durante toda la duración de la obra, no considerado en la evaluación de los costes por la dificultad en su cuantificación, pero que resulta muy relevante.

Por otro lado, la ejecución de un ataque intermedio implica la ocupación y movimiento de tierras, así como tráfico de maquinaria y vehículos de obra a través de las fincas un 50% superior a la opción de construcción del túnel con tuneladora.

Las afecciones ambientales serán desarrolladas con mayor profundidad en el punto 5.2. Construcción del nuevo Túnel. Caracterización y valoración de impactos.

### 4.2.6. Conclusiones

A fin de obtener como conclusión de este análisis la opción constructiva más apropiada para la construcción del nuevo túnel de San Silvestre, en el cuadro siguiente se recoge, a modo de resumen, la valoración de cada alternativa de acuerdo a los aspectos analizados en apartados anteriores, considerando que el mayor nivel de valoración se corresponde con el mayor número de asteriscos de entre los asignados a cada opción.

| OPCIÓN CONSTRUCTIVA | CARACTERÍSTICAS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | PLAZO | COSTE | RIESGOS GEOTÉCNICOS | SEGURIDAD EN EL TRABAJO | AFECCIÓN AMBIENTAL |
| Métodos convencionales. Capacidad de transporte 10 $m^3/s$ | * | ** | * | * | * |
| Métodos convencionales. Capacidad de transporte 20 $m^3/s$ | * | * | * | * | * |
| Doble – Escudo de nueva fabricación. Capacidad de transporte 10 $m^3/s$ | *** | ** | *** | *** | *** |
| Doble – Escudo de nueva fabricación. Capacidad de transporte 20 $m^3/s$ | *** | ** | *** | *** | *** |
| Doble – Escudo reacondicionado. Capacidad de transporte 10 $m^3/s$ | *** | *** | *** | *** | *** |
| Doble – Escudo reacondicionado. Capacidad de transporte 20 $m^3/s$ | *** | *** | *** | *** | *** |

**Tabla 4-4. Tabla resumen de valoración de alternativas**

Puede apreciarse que la opción constructiva mejor valorada, en el conjunto de los criterios analizados, es la utilización de una tuneladora de tipo Doble-Escudo reacondicionada para una sección con capacidad de transporte de 20 $m^3/s$. El problema que presenta esta solución es la incertidumbre derivada de la posibilidad de que en el momento de contratar la obra el mercado no ofrezca una tuneladora reacondicionada apropiada, por tanto, parece lógico que la opción constructiva recomendada sea la del Doble-Escudo de nueva fabricación.

Al adoptar esta opción no se descarta que en el momento de licitar la obra se pueda ofertar la utilización de una tuneladora de tipo Doble-Escudo reacondicionada, que no introducirá modificación alguna en el proyecto; pero que podrá suponer una rebaja apreciable en el coste de la obra y en su plazo de ejecución.

Por otro lado, en cuanto a la sección a adoptar, la sección con capacidad de transporte de 20 $m^3$/s ofrece grandes ventajas en cuanto a la operatividad de las instalaciones y el mantenimiento del suministro, puesto que no exige la utilización diaria del túnel existente, que por su parte, pueda servir para dar servicio en caso de corte por reparación y mantenimiento del nuevo túnel.

### 4.3. ALTERNATIVAS EN CANALES DE ENTRADA Y SALIDA

Los canales de entrada y salida del túnel propuesto según la solución de trazado (Este y Oeste) y según la capacidad de transporte (10 o 20 $m^3$/s), se describen a continuación:

#### 4.3.1. Alternativa Este

- Canal de entrada

Las soluciones propuestas se definen para el tramo de canal revestido puesto que a priori, parece que tiene la capacidad limitada.

Se define un canal al Este del canal revestido de entrada existente, conectando con el canal de tierras existente, tienen una longitud de 230 m y una pendiente longitudinal de 0,45%o.

Las secciones tipo del canal según las alternativas de caudal son las siguientes:

- Caudal de 10 m3/s: canal rectangular de 3,8 m de ancho y 2,6 m de calado.
- Caudal de 20 m3/s: canal rectangular de 5 m de ancho y 3 m de alto.

El canal de entrada, en ambas alternativas de caudal, no afecta al canal existente, permitiendo el funcionamiento del existente durante la construcción y, posteriormente, en la explotación.

Para el mantenimiento se prevé un camino de servicio paralelo al canal de 5 m de ancho, de 280 m de longitud.

- Canal de salida

Se proyecta un canal revestido de hormigón paralelo al existente hacia el Este, que conduce el agua desde el túnel hasta el alivio hacia el arroyo del Cuco. Su longitud es de 371,6 m de longitud, con pendiente longitudinal de 0,4%o.

Las secciones tipo del canal según las alternativas de caudal son las siguientes:

- Caudal de 10 m3/s: canal rectangular de 3,8 m de ancho y 2,6 m de calado.
- Caudal de 20 m3/s: canal rectangular de 5 m de ancho y 3 m de alto.

Al igual que en la entrada, en las alternativas del Este, los canales de salida no afectan al canal existente, permitiendo el mantenimiento del servicio durante las obras y el funcionamiento simultáneo de los canales (existente y nuevo) en la explotación.

Para su mantenimiento se ha previsto un camino de servicio paralelo al canal y el acceso al mismo desde las instalaciones existentes. La longitud del camino es de 578,4 m y es de 5 m de ancho.

#### 4.3.2. Alternativa Oeste

- *Canal de entrada*

Del mismo modo que para las alternativas Este, las soluciones propuestas se definen para el tramo de canal revestido.

Se propone un canal al Oeste del canal revestido de entrada existente, conectando con el canal de tierras existente, tiene una longitud de 171,8 m y una pendiente longitudinal de 0,45‰.

Las secciones tipo del canal según las alternativas de caudal son las siguientes:

- Caudal de 10 m3/s: canal rectangular de 3,8 m de ancho y 2,6 m de calado.
- Caudal de 20 m3/s: canal rectangular de 5 m de ancho y 3 m de alto.

Como en las alternativas del Este, en las alternativas del Oeste el canal de entrada, no afecta al canal existente.

Para el mantenimiento se proyecta camino de servicio paralelo al canal de 5 m de ancho y 220,7 m de longitud.

- Canal de salida

Este canal conduce las aguas desde la salida del túnel Oeste hasta el alivio en el arroyo del Cuco. Al estar limitada la ampliación de la plataforma del canal existente hacia el Oeste, por los edificios existentes, se propone ampliar el canal existente hacia el Este tras la incorporación de las aguas del túnel Oeste.

El nuevo canal de salida tras la conexión, conducirá el caudal máximo en ambas alternativas (10+10 o 0+20), por lo que se dimensiona para 20 m3/s de capacidad.

La sección tipo es trapecial, manteniendo la pendiente de 1H:4V en el cajero y el calado de 2,45 m del canal existente y se amplía la base a 5 m. La longitud es de 320,4 m y la pendiente longitudinal de 0,4‰.

El canal de salida, afecta al canal existente en ambas alternativas, por consiguiente es necesario el corte de suministro durante la ejecución de las obras.

### 4.3.3. Valoración económica de las alternativas

Teniendo en cuenta los costes definidos de la ejecución del túnel y la geometría de los canales de entrada y salida según las alternativas, se ha realizado una valoración económica de las ocho alternativas:

- Alternativa Este, método convencional y caudal 10 $m^3$/s.
- Alternativa Este, tuneladora de Doble-Escudo y caudal de 10 $m^3$/s.
- Alternativa Este, método convencional y caudal 20 $m^3$/s.
- Alternativa Este, tuneladora de Doble-Escudo y caudal de 20 $m^3$/s.
- Alternativa Oeste, método convencional y caudal 10 $m^3$/s.
- Alternativa Oeste, tuneladora de Doble-Escudo y caudal de 10 $m^3$/s.
- Alternativa Oeste, método convencional y caudal 20 m3/s.
- Alternativa Oeste, tuneladora de Doble-Escudo y caudal de 20 m3/s.

El resultado de la valoración económica se refleja en el cuadro adjunto, que ha sido obtenido del Anejo 9 del PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA).

| | ALTERNATIVAS ESTE | | | | ALTERNATIVAS OESTE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CAUDAL 10 M³/S, DOBLE ESCUDO | CAUDAL 10M³/S, MET. CONVENCIONALES | CAUDAL 20M³/S, DOBLE ESCUDO | CAUDAL 20M³/S, MET. CONVENCIONALES | CAUDAL 10 M³/S, DOBLE ESCUDO | CAUDAL 10M³/S, MET. CONVENCIONALES | CAUDAL 20M³/S, DOBLE ESCUDO | CAUDAL 20M³/S, MET. CONVENCIONALES |
| **1. CANAL DE ENTRADA** | | | | | | | | |
| 1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS | 58,768.93 | 58,768.93 | 63,141.95 | 63,141.95 | 52,356.64 | 52,356.64 | 58,310.52 | 58,310.52 |
| 1.2. OBRA CIVIL | 236,900.00 | 236,900.00 | 273,700.00 | 273,700.00 | 176,954.00 | 176,954.00 | 204,442.00 | 204,442.00 |
| **2. TÚNEL** | | | | | | | | |
| 2.1. TÚNEL | 29,862,515.00 | 33,617,432.00 | 32,461,451.50 | 39,148,788.50 | 30,342,288.93 | 34,157,532.78 | 32,982,980.19 | 39,777,756.57 |
| **3. CANAL DE SALIDA** | | | | | | | | |
| 3.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS | 97,150.00 | 97,150.00 | 112,115.51 | 112,115.51 | 96,888.68 | 96,888.68 | 96,888.68 | 96,888.68 |
| 3.2. OBRA CIVIL | 612,748.00 | 612,748.00 | 722,204.00 | 722,204.00 | 629,681.24 | 629,681.24 | 629,681.24 | 629,681.24 |
| **4. VARIOS** | | | | | | | | |
| 4.1. VARIOS | 273,820.00 | 273,820.00 | 273,820.00 | 273,820.00 | 273,820.00 | 273,820.00 | 273,820.00 | 273,820.00 |
| **TOTAL PEM** | **31,141,901.93** | **34,896,818.93** | **33,906,432.96** | **40,593,769.96** | **31,571,989.50** | **35,387,233.34** | **34,246,122.63** | **41,040,899.01** |
| Gastos Generales 13% | 4,048,447.25 | 4,536,586.46 | 4,407,836.28 | 5,277,190.09 | 4,104,358.63 | 4,600,340.33 | 4,451,995.94 | 5,335,316.87 |
| Beneficio Industrial 6% | 1,868,514.12 | 2,093,809.14 | 2,034,385.98 | 2,435,626.20 | 1,894,319.37 | 2,123,234.00 | 2,054,767.36 | 2,462,453.94 |
| ***TOTAL PEM*** | ***37,058,863.30*** | ***41,527,214.53*** | ***40,348,655.22*** | ***48,306,586.25*** | ***37,570,667.50*** | ***42,110,807.67*** | ***40,752,885.93*** | ***48,838,669.82*** |
| **IVA 16%** | 5,929,418.13 | 6,644,354.32 | 6,455,784.84 | 7,729,053.80 | 6,011,306.80 | 6,737,729.23 | 6,520,461.75 | 7,814,187.17 |
| **TOTAL BASE LICITACION** | **42,988,281.43** | **48,171,568.85** | **46,804,440.06** | **56,035,640.05** | **43,581,974.30** | **48,848,536.90** | **47,273,347.68** | **56,652,856.99** |

**Tabla 4-5. Resumen de las valoraciones económicas de las alternativas**

## 4.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS

El Anejo 9 del PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA)., que contiene el estudio de alternativas técnicamente viables, realiza un análisis multicriterio y llega a la conclusión que la alternativa más ventajosa es la propuesta al Este para un caudal de 20 m3/s y con ejecución del túnel mediante tuneladora con Doble-Escudo.

En este apartado del Documento Ambiental (DA) se reproducen las partes fundamentales del análisis multicriterio referido, que se aborda fijando una serie de factores u objetivos básicos, que las alternativas satisfarán en mayor o menor grado. Los factores son los siguientes:

- Incidencia sobre el túnel existente.
- Incidencia en la explotación del Sistema Chanza-Piedras y demandas futuras.
- Servicios afectados.
- Expropiaciones.
- Económico.

### 4.4.1. Incidencia sobre el túnel existente

Uno de los criterios establecidos en la definición de las alternativas ha sido el de no afectar estructuralmente al túnel existente. Por ello, el trazado de las alternativas se ha definido con una distancia superior a 5 diámetros.

Al no afectar al túnel existente, desde el punto de vista estructural, en ninguna de las alternativas consideradas, los posibles tratamientos que requiera el túnel serán debidos al estado del mismo y son independientes de las alternativas estudiadas.

Por este motivo, todas las alternativas inciden de igual forma sobre el túnel existente. En consecuencia se deshecha este factor para el análisis multicriterio.

### 4.4.2. Incidencias en la explotación del Sistema Chanza-Piedras y demandas futuras

El túnel de San Silvestre forma parte del sistema de transporte y distribución de agua bruta de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel Y Piedras (DHTOP) y el objetivo de esta actuación es la de aumentar la capacidad de la conducción de forma que se puedan trasvasar 20 $m^3/s$ desde el embalse del Chanza hasta el del Piedras.

La capacidad actual del tramo objeto de estudio es de unos 10 $m^3/s$, por ello para satisfacer el caudal de trasvase, las alternativas se definen con capacidad de 10 $m^3/s$ y 20 $m^3/s$, siendo necesario o no el funcionamiento del túnel existente para alcanzar el caudal de diseño.

Las alternativas diseñadas con capacidad para 20 $m^3/s$, son más versátiles en la explotación que las de 10 $m^3/s$, puesto que satisfacen el caudal de trasvase con el funcionamiento del túnel existente y del proyectado (10+10) o exclusivamente con el nuevo (0+20). Por este motivo, las alternativas de mayor capacidad, ofrecen más garantía que las de menor capacidad para abastecer el caudal de diseño, puesto que incluso con labores de mantenimiento en el túnel existente se trasvasan los 20 $m^3/s$ por la infraestructura proyectada.

Las alternativas Oeste, al ampliar el canal existente de salida adaptándolo a la nueva demanda, requieren un corte de suministro durante la ejecución del mismo. Incluso durante la explotación, si hubiese que reparar el canal de salida, también sería necesario un corte en la conducción del canal del Granado. En las alternativas del Este, al estar duplicada la totalidad del tramo, se puede mantener el suministro durante la ejecución y la explotación, puesto que si son necesarios trabajos de reparación o mantenimiento, se podrán abordar manteniendo el suministro (al menos con 10 $m^3/s$) mediante el tramo sobre el que no se actúa.

### 4.4.3. Servicios afectados

En las alternativas Este, en las inmediaciones de la boca de salida del túnel, durante la ejecución de las obras se afectará a unas pequeñas instalaciones de riego. También será necesaria la reposición de un camino de servicio (de unos 380 m de longitud) paralelo al canal de salida.

A continuación, se muestran los cuadros resumen obtenidos del Anejo 9 del *PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA).*, que indican el cálculo de los indicadores parciales:

| VALORACIÓN DEL SERVICIO AFECTADO | | |
|---|---|---|
| Alternativa | Afecciones Caminos | Indicador (caminos) |
| ET10 | 2,00 | 1,000 |
| EC10 | 2,00 | 1,000 |
| ET20 | 2,00 | 1,000 |
| EC20 | 2,00 | 1,000 |
| WT10 | 1,00 | 0,000 |
| WC10 | 1,00 | 0,000 |
| WT20 | 1,00 | 0,000 |
| WC20 | 1,00 | 0,000 |

| VALORACIÓN DEL SERVICIO AFECTADO | | |
|---|---|---|
| Alternativa | Afecciones L. Eléctrica | Indicador ($_{endesa}$) |
| ET10 | 1,00 | 1,000 |
| EC10 | 1,00 | 1,000 |
| ET20 | 1,00 | 1,000 |
| EC20 | 1,00 | 1,000 |
| WT10 | 1,00 | 1,000 |
| WC10 | 1,00 | 1,000 |
| WT20 | 1,00 | 1,000 |
| WC20 | 1,00 | 1,000 |

**Tabla 4-6. Tablas resumen de la valoración de los servicios afectados**

E: Este
W o O: Oeste

T: Tuneladora
C: Medios convencionales
10: Caudal 10 $m^3/s$
20: Caudal 20 $m^3/s$

### 4.4.4. Expropiaciones

El alcance de las expropiaciones se ha determinado atendiendo a los criterios generales de ocupación siguientes:

- Servidumbre de la conducción en el tramo de túnel: de 5 m divididos en 2,5 m a cada lado de esta.
- Ocupación definitiva: para los canales de entrada y salida del túnel. Se estima de forma aproximada en base a la longitud de los mismos.
- Afecciones a edificaciones: en las soluciones Oeste, en la boca Norte del túnel se afecta a una edificación existente.

Se muestran los cuadros que indican el cálculo de los indicadores parciales que se incluyen en el Anejo 9 del PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA).

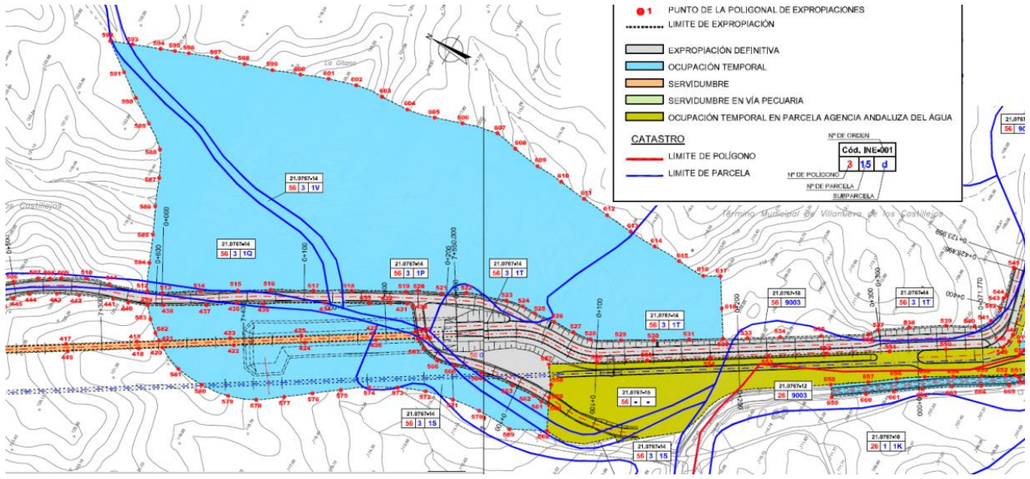



**Ilustración 16. Expropiaciones canal salida**

| VALORACIÓN DEL OCUPACIÓN DEFINITIVA | | |
|---|---|---|
| Alternativa | Superficie estimada | Indicador ($I_{ocup.def.}$) |
| ET10 | 6.640,00 | 0,634 |
| EC10 | 6.640,00 | 0,634 |
| ET20 | 8.300,00 | 1,000 |
| EC20 | 8.300,00 | 1,000 |
| WT10 | 3.768,00 | 0,000 |
| WC10 | 3.768,00 | 0,000 |
| WT20 | 4.710,00 | 0,208 |
| WC20 | 4.710,00 | 0,208 |

| VALORACIÓN DE SERVIDUMBRE TÚNEL | | |
|---|---|---|
| Alternativa | Longitud túnel | Indicador ($I_{serv.}$) |
| ET10 | 7.550,00 | 0,000 |
| EC10 | 7.550,00 | 0,000 |
| ET20 | 7.550,00 | 0,000 |
| EC20 | 7.550,00 | 0,000 |
| WT10 | 7.671,00 | 1,000 |
| WC10 | 7.671,00 | 1,000 |
| WT20 | 7.671,00 | 1,000 |
| WC20 | 7.671,00 | 1,000 |

**Tabla 4-7. Tabla resumen de los indicadores parciales de las alternativas**

### 4.4.5. Económico

Según la estimación económica realizada en el Anejo 9 del *PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA)*, los indicadores económicos son los siguientes:

| VALORACIÓN DEL FACTOR | | |
|---|---|---|
| **Alternativa** | **Valoración (€)** | **Indicador ($I_{econ}$)** |
| ET10 | 42.988.281,43 | 0,000 |
| EC10 | 48.171.568,85 | 0,379 |
| ET20 | 46.804.440,06 | 0,279 |
| EC20 | 56.035.640,05 | 0,955 |
| WT10 | 43.581.974,30 | 0,043 |
| WC10 | 48.848.536,90 | 0,429 |
| WT20 | 47.273.347,68 | 0,314 |
| WC20 | 56.652.856,99 | 1,000 |

**Tabla 4-8. Resumen de los indicadores económicos de las alternativas**

## 4.5. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS VENTAJOSA

Del análisis multicriterio incluido en el Anejo 9 Proyecto se desprende que las alternativas más adecuadas son las del trazado Este, ejecutadas con tuneladora de Doble-Escudo, para 10 y 20 m3/s. A continuación se van a analizar comparativamente ambas para poder seleccionar la alternativa a desarrollar en proyecto.

| ANÁLISIS MULTICRITERIO SIMPLIFICADO. MÉTODO DE PATTERN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ALTERNATIVA | FRECUENCIA | | | PORCENTAJE | | | PUNTUACIÓN |
| | ÓPTIMA | SEGUNDA | TERCERA | ÓPTIMA | SEGUNDA | TERCERA | |
| ET10 | 82 | 33 | 11 | 0,651 | 0,262 | 0,087 | 102 |
| EC10 | 0 | 6 | 44 | 0,000 | 0,048 | 0,349 | 18 |
| ET20 | 41 | 59 | 26 | 0,325 | 0,468 | 0,206 | 79 |
| EC20 | 0 | 10 | 12 | 0,000 | 0,079 | 0,095 | 9 |
| WT10 | 3 | 18 | 33 | 0,024 | 0,143 | 0,262 | 23 |
| WC10 | 0 | 0 | 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0 |
| WT20 | 0 | 0 | 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0 |
| WC20 | 0 | 0 | 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0 |

**Tabla 4-9. Análisis multicriterio de las alternativas**

Estas dos alternativas estaban definidas en la totalidad paralelas y al Este de la conducción existente, lo que permite el mantenimiento del servicio durante la fase de construcción.

Se recuerda que en las alternativas Oeste, en el canal de salida, debido a unos edificios existentes se limita la ampliación de la plataforma hacia al Oeste, por lo que se opta por la ampliación del canal existente, lo que requiere interrupción prolongada del servicio durante la construcción.

Según las conclusiones del apartado 4.2.6 de este DA, el procedimiento constructivo más adecuado para este trabajo, por coste, seguridad, plazo, etc. es la tuneladora de Doble-Escudo para un caudal de 20 $m^3/s$.

La alternativa de menor capacidad tiene más puntuación que la de mayor capacidad debido fundamentalmente al impacto negativo que genera el mayor volumen de materiales inertes y al mayor presupuesto, puesto que desde el punto de vista de afecciones y expropiaciones ambas se comportan de igual forma. La diferencia económica resultante entre ambas opciones, no es muy significativa del orden de un 10%, si bien el incremento de la capacidad es del 100%.

La sección con capacidad de transporte de 20 $m^3/s$ ofrece grandes ventajas en cuanto a la operatividad de las instalaciones y garantía de suministro, puesto que no exige la utilización diaria del túnel existente, que por su parte, pudiera utilizarse para dar servicio en caso de corte por reparación y mantenimiento del nuevo túnel.

Por todo lo analizado se considera que la **alternativa más ventajosa es la propuesta al Este para un caudal de 20 $m^3/s$ y con ejecución del túnel mediante tuneladora con Doble-Escudo**.

# 5. EFECTOS AMBIENTALES DE LAS PRINCIPALES ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

## 5.1. ANÁLISIS PREVIOS

El principal problema que se pretende resolver mediante la ejecución de estas obras es la eliminación de la limitación de capacidad de transporte de recursos que supone el actual túnel de San Silvestre, pues su actual diseño no es capaz de asumir los 20 $m^3$/s que el sistema de abastecimiento de agua en alta en la Demarcación Hidrográfica Tinto, Odiel y Piedras es capaz de llevar hasta él, admitiendo solo un máximo de 10 $m^3$/s.

En un primer acercamiento al problema se puede optar por tres alternativas.

Alternativa 0: No ejecutar el proyecto.

Alternativa 1: Ejecutar un canal abierto previa impulsión.

Alternativa 2: Desdoblar el túnel actual. Ejecutar un nuevo túnel.

### 5.1.1. Alternativa 0. No ejecución

La no realización de las obras provocaría los siguientes efectos:

Económicos

La no ejecución de las obras supondría consolidar la situación actual que impide el aprovechamiento óptimo de la potencialidad de los recursos acumulados en los embalses ubicados aguas arriba (Chanza y Andévalo), imposibilitando garantizar los crecimientos en las demandas e impidiendo el cumplimento de las previsiones recogidas en el Plan Hidrológico. A lo que habría que añadir la circunstancia de que se continuará con la actual situación potencial de riesgo de desabastecimiento, pues no existe alternativa para el paso de agua en caso de colapso, rotura u otro tipo de incidente que anulara, aun temporalmente, el túnel actual. Esta situación desde el punto de vista económico sería catastrófica dada la dependencia que la economía de la provincia tiene de este recurso (Polo Industrial y regadíos).

Sociales

El no desdoblar el túnel supone la aparición de déficits estructurales de recursos hídricos que amenazarán el desarrollo socioeconómico por la incertidumbre del suministro de agua y que previsiblemente causarían conflictos sociales.

A esto se añade lo expuesto en el párrafo segundo del punto anterior, pues no solo se afectaría a la industria y regadío sino que también al abastecimiento humano, así el suministro de a la potabilizadoras de las poblaciones de la costa (desde Ayamonte a la capital) y parte del Condado (Moguer, Palos, Beas y Trigueros, etc.) podrían verse afectadas por graves restricciones en el agua domiciliaria.

Ambientales

En una primera aproximación se puede pensar que la no ejecución de las obras sería la alternativa ambientalmente óptima, pues al no alterarse el estado actual no se producirían impactos.

Esta idea es válida si se analiza la obra como un elemento aislado, pero si se adopta una perspectiva más global resulta que la ejecución de la obra para la construcción del nuevo túnel de San Silvestre es fundamental a la hora de asegurar la transferencia de recursos hídricos desde la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel Y Piedras (DHTOP) a la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, ya que sin el nuevo túnel, no existe capacidad de trasvasar los volúmenes necesarios de una Demarcación a otra.

El poder transferir el recuso es imprescindible para sustituir, en las zonas agrícolas de regadíos del Condado de Huelva el uso de aguas subterráneas del acuífero Almonte-Marismas por aguas superficiales, que ayuden a mejorar los balances de agua en el entorno de Doñana de forma que limite la explotación del acuífero y contribuya a su recarga.

Por lo que esta obra se constituye como un elemento fundamental para la recuperación de los acuíferos y el equilibrio hídrico del entorno del Parque Nacional de Doñana.

De explotación del Sistema de Abastecimiento

En los últimos años se ha observado un aumento de la demanda del recurso aguas abajo del túnel de San Silvestre, que está provocando que el túnel esté transportando agua continuamente. Esta situación no solo se produce en épocas de mayor consumo, sino en la totalidad del año, dada la necesidad de acumular agua en el embalse del Piedras y compensar pérdidas en los periodos de máximo consumo.

El continuo uso del túnel, con niveles de agua próximos su clave superior, provoca situaciones de estrés y pone en riesgo la estructura, por lo que es necesario disponer de elementos que alivien esta situación.

**Estas razones hacen que no sea aceptable la alternativa 0**.

### 5.1.2. Alternativa 1. Canal abierto previa impulsión

La traza del túnel actual atraviesa la divisoria entre las cuencas del río Guadiana y del río Piedras permitiendo el paso del agua por gravedad.

La ejecución de un canal en superficie obligaría a recurrir a un bombeo de cabecera que elevara el recurso desde el azud de Matavacas hasta la divisora de ambas cuencas (en torno a una altura de 75 m) para posteriormente continuar en gravedad.

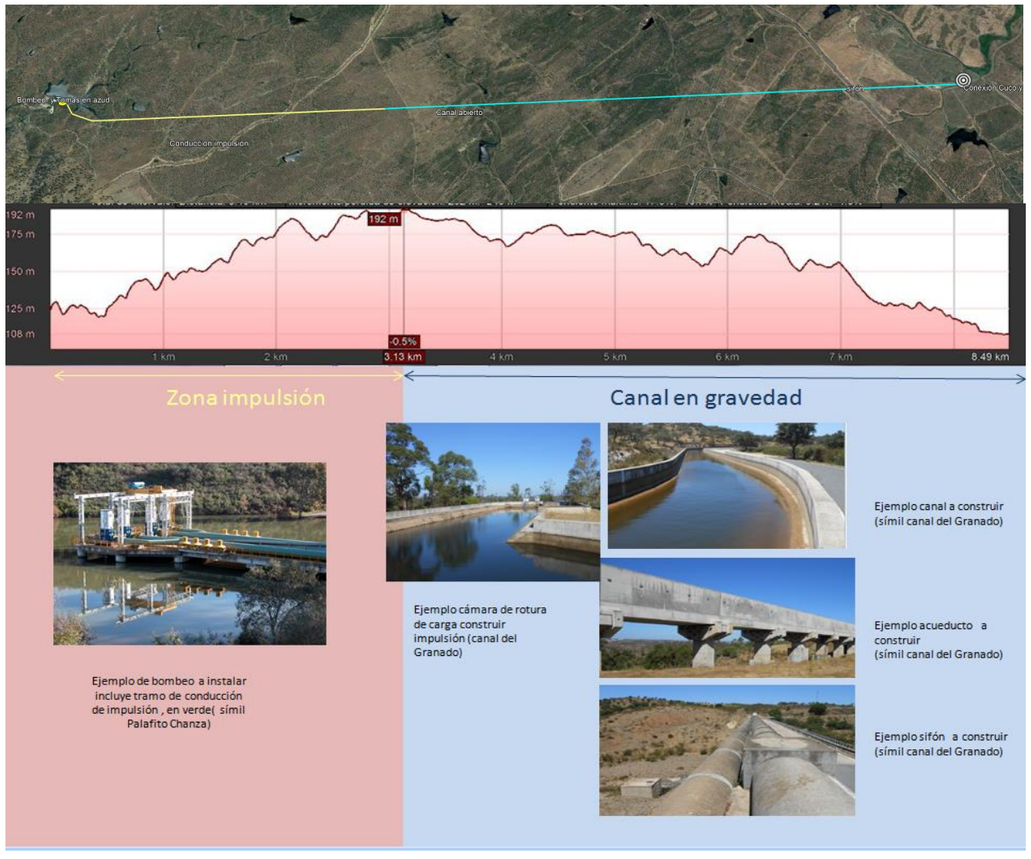



**Ilustración 17. Planta y perfil de la conducción mediante canal abierto, alternativa lineal**

Esta opción implicaría el replicar en el azud de Matavacas las instalaciones existentes en el Complejo del Chanza, ya el agua que llegaría desde el complejo del Chanza (bombeada con un caudal de 20 $m^3/s$) debería volver a impulsarse, con la salvedad que la altura de impulsión sería algo menor (unos 90 m desde el Palafito II frente a unos 75 m en el azud).

Esta solución requiere las siguientes instalaciones:

- Ejecutar toma en el azud de Matavacas, esta toma es recomendable se ejecute como torre de toma al objeto de poder utilizar la mayor capacidad de carga del azud.
- Instalar un sistema de bombeo que sea capaz de impulsar hasta un máximo de 20 $m^3/s$ a 75 metros de atura. Esto implicaría el ejecutar un bombeo similar al existente en el palafito II del Complejo del Chanza.
- Ejecutar conducciones de impulsión que puedan transportar esos 20 $m^3/s$ en una longitud de 3 km.
- Realizar una cámara de rotura de carga de la impulsión al objeto de poder iniciar el transporte mediante canal abierto.
- Realizar canal abierto con secciones similares a las del canal del Granado en una longitud mínima de 5,5 km, con una pendiente cercana al resto del canal al objeto de no tener velocidades excesivas.

Esta solución implicará la necesidad de tener que construir puntos de rotura de carga la objeto disminuir la velocidad, pues la otra opción para evitar las altas velocidades es el ajustar la traza a la orografía del terreno para conseguir pendientes bajas pero esto supondría al menos triplicar la longitud de canal pasando a un mínimo de 18 km.

- Realizar un sifón para evitar afecciones a la carretera A 499.
- Construcción de camino de servicio paralelo a la totalidad de la traza del nuevo canal.
- Implantación de compuertas de regulación junto con sus almenaras y sistemas de telecontrol y telemando, que incluyen líneas eléctricas para su accionamiento.
- Ejecutar conexión con canal de Enlace Directo y arroyo del Cuco.

**Analizadas las actuaciones se concluye que esa alternativa no es la más adecuada por las siguientes razones:**

- Económicas: el ejecutar canal abierto para atravesar dos cuencas implicaría el instalar un sistema de bombeo que partiendo desde el azud de Matavacas supere la divisoria de cuencas y desde ese punto continuar por gravedad. Esto no solo implica el coste inicial de instalar un bombeo de 20 $m^3/s$ (ya de por si elevado) sino el coste adicional de explotación de éste (coste de energía eléctrica y costes de mantenimiento, tanto en recursos humanos como materiales).

- Ambientales: el realizar en canal abierto implicaría mayores perjuicios ambientales que un túnel dado que:
  - Implicará la creación de una barrera física al tránsito de la fauna terrestre, y no solo la propia del canal sino también los caminos de servicio y acceso al mismo. Provocando efecto barrera permanente.
  - Obligará a instalar líneas eléctricas para abastecer el bombeo que puede afectar a la avifauna.
  - Exige grandes movimientos de tierra en la traza del canal eliminando la vegetación y hábitats que en ella pudiera existir.
  - La ejecución de las obras a cielo abierto implicará mayores afecciones a la flora, fauna, calidad del aire, ruidos, red hidrográfica, suelos y demás aspectos ambientales clave.
  - Para su funcionamiento los bombeos necesitan una gran cantidad de energía eléctrica, lo que puede conllevar un incremento en las emisiones de $CO_2$.
  - Se debe ocupar tanto la vía pecuaria como los Hábitats de Interés Comunitario de la Zona de Especial Conservación (ZEC).

- Sociales: El canal abierto implicaría expropiar definitivamente la totalidad de los terrenos a ocupar por los bombeos, almenaras, camino de servicio, el propio canal, sifón, etc, lo que supone la pérdida efectiva de patrimonio de los propietarios colindantes.

- Optimización de la explotación: el canal abierto junto con su bombeo requiere un gran trabajo a la hora de su mantenimiento y reparaciones al ser instalaciones de gran complejidad, así como un esfuerzo adicional para poder regular con seguridad el caudal de paso.

### 5.1.3. Alternativa 3. Desdoblamiento del túnel actual

La alternativa de desdoblar el túnel actual presenta las siguientes ventajas:

- Económicas: el ejecutar un túnel paralelo es menos gravoso que la alternativa 2, no solo en fase de construcción (dado que requiere menor ocupación de terrenos y menores infraestructuras asociadas eliminado la necesidad de bombeos, líneas eléctricas, caminos de servicio en la totalizad de la traza, etc., sino también en fase de explotación pues el recurso se transporta por gravedad, lo que hace que su coste eléctrico sea nulo.

- Ambientales: el realizar un túnel implica menor afección ambiental que un canal abierto pues:
  - Se minimiza la barrera física al tránsito de la fauna terrestre, dado que el ser túnel no afecta a la orografía del terreno.
  - Requiere a realización de menos caminos de servicio y acceso, al ser necesario solo el acceso a la entrada y salida del túnel.
  - Se evita la necesidad de instalar líneas eléctricas de alta tensión.
  - Evita afecciones paisajísticas al no ser visible gran parte de la obra.
  - Reduce los movimientos de tierra, y evita éstos a cielo abierto, reduciendo sus impactos.
  - Al no ejecutarse a cielo abierto se reducen las afecciones a la atmósfera (ruidos, emisiones, impacto luminoso).
  - Por la misma razón se minimizan afecciones a red hidrológica, edafología, vías pecuarias, flora, fauna, calidad del aire, ruidos, red hidrográfica, suelos y demás aspectos ambientales clave.

- Sociales: Se reducen las expropiaciones definitivas a tan solo a las zonas de entrada y salida del túnel así como a la zona de instalaciones auxiliares. Mientras que en el resto serán provisionales o de servidumbre de paso, con lo que se minimizan los daños a los derechos de terceros.

- Optimización de la explotación: la solución optimiza las necesidades de mantenimiento y explotación al simplificar el funcionamiento del sistema de transporte de agua en alta al evitar bombeos.

### 5.1.4. Alternativa considerada

Como se puede observar en la tabla siguiente, en la que se asignan mayor número de asteriscos al mayor nivel de valoración, **la alternativa 2 (desdoblar el túnel existente) es la mejor valorada.**

| FACTORES | ALTERNATIVA 0 | ALTERNATIVA 1 | ALTERNATIVA 2 |
|---|---|---|---|
| Económicos | * | ** | **** |
| Ambientales | * | ** | **** |
| Sociales | * | ** | **** |
| De explotación | * | ** | **** |

**Tabla 5-1. Tabla resumen de la valoración de alternativas**

## 5.2. CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO TÚNEL DE SAN SILVESTRE. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN IMPACTOS

### 5.2.1. Introducción

En el apartado anterior se ha concluido que la solución para el aumento de la capacidad de transporte del túnel actual pasa por su desdoblamiento.

Las soluciones técnicas para ejecutar el nuevo túnel son varias y se han analizado previamente en el punto 4 de este DA. Estas alternativas fueron las que aparecen en la tabla siguiente:

| Trazado | Método constructivo | Capacidad hidráulica ($m^3/s$) | Nombre alternativa |
|---|---|---|---|
| Este | Convencional | 10 | EC10 |
| Este | Tuneladora | 10 | ET10 |
| Este | Convencional | 20 | EC20 |
| Este | Tuneladora | 20 | ET20 |
| Oeste | Convencional | 10 | OC10 |
| Oeste | Tuneladora | 10 | OT10 |
| Oeste | Convencional | 20 | OC20 |
| Oeste | Tuneladora | 20 | OT20 |

**Tabla 5-2. Resumen de caracterización de alternativas**

En el referido punto 4 se realiza un análisis multicriterio en el que se valoran las alternativas desde varios puntos de vista: seguridad, coste, plazo y afección ambiental. Dando como resultado que las alternativas óptimas son las de trazado Este mediante tuneladora de Doble-Escudo y capacidades hidráulicas para 10 y 20 $m^3/s$.

Sin embargo el propio texto del punto 4 indica que los análisis ambientales eran previos y que el Documento Ambiental (DA) realizará un estudio profundo de las afecciones ambientales de las distintas alternativas. Por lo que el objeto del presente apartado es desarrollar con mayor profundidad las afecciones ambientales que ya se alumbraron en el punto 4.2.5, caracterizándolas y valorándolas.

### 5.2.2. Valoración de impactos. Puntuación de las alternativas

Para establecer el impacto ambiental que podría causar cada una de las alternativas, se ha valorado independientemente el impacto causado sobre cada factor, para posteriormente asignarle un peso específico según la importancia del factor dentro de su entorno. El valor total de cada alternativa será el resultado de la suma de cada uno de los subcriterios elegidos.

5.2.2.1. Atmósfera

Para el estudio de este impacto se ha tomado como indicador el volumen de tierras a remover durante la fase de obras. Este volumen variará en función del método constructivo del túnel, la longitud y la sección de éste (y por tanto de su capacidad hidráulica), de las características de los canales y de las superficies destinadas a instalaciones auxiliares.

*Puntuación Alternativa = Volumen de tierra removida de la alternativa que se puntúa. Volumen máximo de tierra removida = 1*

El cálculo del indicador se realiza en la tabla siguiente:

| Nombre alternativa | Volumen de tierra removida ($m^3$) | Signo | Puntuación |
|---|---|---|---|
| EC10 | 130.827 | – | 0,710 |
| ET10 | 108.459 | – | 0,589 |
| EC20 | 184.220 | – | 1,000 |
| ET20 | 156.420 | – | 0,849 |
| OC10 | 125.791 | – | 0,683 |
| OT10 | 101.488 | – | 0,551 |
| OC20 | 175.849 | – | 0,955 |
| OT20 | 146.023 | – | 0,793 |

**Tabla 5-3. Cálculo de puntuaciones de los indicadores de impacto atmosférico de las alternativas existentes**

5.2.2.2. Geomorfología

El indicador utilizado es el volumen de tierras excedentes.

*Puntuación Alternativa = Volumen de tierra a vertedero de la alternativa que se puntúa. Volumen máximo de tierra excedentaria = 1*

El cálculo del indicador se realiza en la tabla siguiente:

| Nombre alternativa | Volumen de tierra excedentaria ($m^3$) | Signo | Puntuación |
|---|---|---|---|
| EC10 | 112.375 | – | 0,688 |
| ET10 | 99.691 | – | 0,610 |
| EC20 | 163.304 | – | 1,000 |
| ET20 | 145.184 | – | 0,889 |
| OC10 | 109.812 | – | 0,672 |
| OT10 | 96.924 | – | 0,611 |
| OC20 | 159.030 | – | 0,974 |
| OT20 | 140.619 | – | 0,861 |

**Tabla 5-4. Cálculo de puntuaciones de los indicadores de impacto en la geomorfología de las alternativas existentes**

5.2.2.3. Hidrogeología

El indicador usado en este caso es cualitativo. La mayor o menor afección al nivel freático estará condicionada fundamentalmente por el método constructivo. Así, el método convencional, una vez hecha la excavación pone un sostenimiento permeable de forma previa a la impermeabilización, por el contrario, en el método mediante tuneladora, la impermeabilización mediante dovelas de hormigón se realiza de forma casi inmediata a la excavación.

También se estima que la afección será algo mayor en el caso de las alternativas con mayor capacidad de transporte (20 $m^3$/s).

*Puntuación Alternativa = Puntuación cualitativa de afección al nivel freático de la alternativa que se puntúa. Puntuación máxima = 1*

El cálculo del indicador se realiza en la tabla siguiente:

| Nombre alternativa | Valoración cualitativa | Signo | Puntuación |
|---|---|---|---|
| EC10 | 3 | – | 0,750 |
| ET10 | 1 | – | 0,250 |
| EC20 | 4 | – | 1,000 |
| ET20 | 2 | – | 0,500 |
| OC10 | 3 | – | 0,750 |
| OT10 | 1 | – | 0,250 |
| OC20 | 4 | – | 1,000 |
| OT20 | 2 | – | 0,500 |

**Tabla 5-5. Cálculo de puntuaciones de los indicadores de impacto en la hidrogeología de las alternativas existentes**

5.2.2.4. Suelo y Vegetación

Como indicador de este factor se ha utilizado la superficie desbrozada según alternativas.

*Puntuación Alternativa = Superficie de desbroce de la alternativa que se puntúa. Superficie máxima desbrozada = 1*

El cálculo del indicador se realiza en la tabla siguiente:

| Nombre alternativa | Superficie desbrozada ($m^2$) | Signo | Puntuación |
|---|---|---|---|
| EC10 | 29.475 | – | 0,628 |
| ET10 | 45.795 | – | 0,975 |
| EC20 | 30.644 | – | 0,653 |
| ET20 | 46.964 | – | 1,000 |
| OC10 | 27.814 | – | 0,592 |
| OT10 | 44.134 | – | 0,940 |
| OC20 | 28.015 | – | 0.597 |
| OT20 | 44.335 | – | 0,944 |

**Tabla 5-6. Puntuaciones de los indicadores de impacto en el suelo y vegetación de las alternativas existentes**

5.2.2.5. Fauna

El indicador usado en este caso es cualitativo. Variará en función del método constructivo del túnel, ya que alternativas proyectadas con el método convencional provocan altos niveles de ruido y vibraciones debido al uso de explosivos, ahuyentando a la fauna de la zona. También se estima que la afección será algo mayor en el caso de las alternativas con mayor capacidad de transporte (20 $m^3$/s).

*Puntuación Alternativa = Puntuación cualitativa de afección a la fauna de la alternativa que se puntúa. Puntuación máxima = 1*

El cálculo del indicador se realiza en la tabla siguiente:

| Nombre alternativa | Valoración cualitativa | Signo | Puntuación |
|---|---|---|---|
| EC10 | 3 | - | 0,750 |
| ET10 | 1 | - | 0,250 |
| EC20 | 4 | - | 1,000 |
| ET20 | 2 | - | 0,500 |
| OC10 | 3 | - | 0,750 |
| OT10 | 2 | - | 0,500 |
| OC20 | 4 | - | 1,000 |
| OT20 | 2 | - | 0,500 |

**Tabla 5-7. Puntuaciones de los indicadores de impacto en la fauna de las alternativas existentes**

5.2.2.6. Biodiversidad

El cálculo de este indicador se ha determinado atendiendo a las superficies de ocupación definitiva y de servidumbre de cada una de las alternativas. La mayor o menor superficie afectada por la ejecución de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre altera de manera directa a la biodiversidad, condicionando la distribución de las especies de la zona y la ocupación de hábitats de interés y espacios protegidos.

Las alternativas Oeste comparten el canal de salida con el canal de salida existente, por lo que suponen una menor superficie de ocupación definitiva que las alternativas Este, que contarían con un canal de salida independiente.

La longitud del trazado del túnel proyectado para las alternativas Este es menor que el de las alternativa Oeste, por lo que también será menor la superficie de servidumbre en las opciones Este.

Como indicadores de este factor se han utilizado la superficie de ocupación definitiva y la superficie de servidumbre según alternativas.

$I_{ocup.def}$ *= Superficie de ocupación definitiva de la alternativa que se puntúa. Superficie máxima de ocupación definitiva = 0,5*

$I_{serv.}$ *= Superficie de servidumbre de la alternativa que se puntúa. Superficie máxima de servidumbre = 0,5*

| Alternativa | Valoración de ocupación definitiva | | Valoración de servidumbre | |
|---|---|---|---|---|
| | Superficie estimada | Indicador ($I_{ocup.def.}$) | Longitud túnel | Indicador ($I_{serv.}$) |
| ET10 | 6.640,00 | 0,317 | 7.550,00 | 0 |
| EC10 | 6.640,00 | 0,317 | 7.550,00 | 0 |
| ET20 | 8.300,00 | 0,5 | 7.550,00 | 0 |
| EC20 | 8.300,00 | 0,5 | 7.550,00 | 0 |
| OT10 | 3.768,00 | 0 | 7.671,00 | 0,5 |
| OC10 | 3.768,00 | 0 | 7.671,00 | 0,5 |
| OT20 | 4.710,00 | 0,104 | 7.671,00 | 0,5 |
| OC20 | 4.710,00 | 0,104 | 7.671,00 | 0,5 |

**Tabla 5-8. Valoraciones de los indicadores parciales de impacto en la biodiversidad**

El cálculo del indicador queda de la siguiente manera:

*Puntuación Alternativa =* $I_{ocup.def}$ + $I_{serv.}$ *. Puntuación máxima = 1*

| Nombre alternativa | Signo | Puntuación |
|---|---|---|
| EC10 | - | -0,317 |
| ET10 | - | -0,317 |
| EC20 | - | -0,500 |
| ET20 | - | -0,500 |
| OC10 | - | -0,500 |
| OT10 | - | -0,500 |
| OC20 | - | -0,604 |
| OT20 | - | -0,604 |

**Tabla 5-9. Puntuaciones de los indicadores de impacto en la biodiversidad de las alternativas existentes**

5.2.2.7. Paisaje

Para el cálculo de este indicador se ha utilizado la excavación que se producirá en los emboquilles de entrada de los túneles. Los datos utilizados son los siguientes:

*EXCAVACIÓN EMBOQUILLES*

| Alternativas | Entrada | Salida | Ataque intermedio | Total |
|---|---|---|---|---|
| Método convencional | 25.228 | 34.034 | 15.592 | 74.854 |
| Tuneladora | 25.228 | 34.034 | 0 | 59.262 |

**Tabla 5-10. Volumen de excavación ($m^3$) en emboquilles de las alternativas**

El indicador queda de la siguiente manera:

*Puntuación Alternativa = Volumen de excavación en emboquilles de la alternativa que se puntúa. Volumen máximo de excavación en emboquilles = 1*

| Nombre alternativa | Volumen excavación ($m^3$) | Signo | Puntuación |
|---|---|---|---|
| EC10 | 74.854 | – | 1,000 |
| ET10 | 59.262 | – | 0,792 |
| EC20 | 74.854 | – | 1,000 |
| ET20 | 59.262 | – | 0,792 |
| OC10 | 74.854 | – | 1,000 |
| OT10 | 59.262 | – | 0,792 |
| OC20 | 74.854 | – | 1,000 |
| OT20 | 59.262 | – | 0,792 |

**Tabla 5-11. Cálculo de puntuaciones de los indicadores de impacto en el paisaje de las alternativas existentes**

5.2.2.8. Población (Medio socioeconómico)

Para discriminar entre las distintas alternativas se utiliza un indicador de garantía de suministro. Para el estudio de este indicador se ha optado por una valoración cualitativa previa que tenga en cuenta los siguientes condicionantes:

Las alternativas cuya capacidad hidráulica es 20 $m^3/s$ aseguran mejor el suministro que aquellas con capacidad hidráulica 10 $m^3/s$.

Para el mismo caudal, las alternativas Este son mejores que las Oeste porque éstas últimas comparten el canal de salida con el canal de salida existente e implican la realización de cortes en el suministro, mientras que las alternativas Este, al contar con un canal de salida independiente del existente, no requerirán de dichos cortes.

*Puntuación Alternativa = Puntuación cualitativa del impacto en la garantía de suministro de la alternativa que se puntúa. Puntuación máxima = 1*

Con todo ello se elabora la siguiente tabla:

| Nombre alternativa | Valoración cualitativa | Signo | Puntuación |
|---|---|---|---|
| EC10 | 3 | + | 0,750 |
| ET10 | 3 | + | 0,750 |
| EC20 | 4 | + | 1,000 |
| ET20 | 4 | + | 1,000 |
| OC10 | 1 | + | 0,250 |
| OT10 | 1 | + | 0,250 |
| OC20 | 2 | + | 0,500 |
| OT20 | 2 | + | 0,500 |

**Tabla 5-12. Cálculo de puntuaciones de los indicadores de impacto en el medio socioeconómico de las alternativas existentes**

5.2.2.9. Salud humana

El indicador usado en este caso es cualitativo. Variará en función del método constructivo del túnel, ya que el método convencional consiste en aplicar técnicas de perforación y voladuras con explosivos, produciendo mayores niveles de ruido y polvo. Este método afecta en mayor medida al bienestar de la población de la zona que las alternativas con tuneladoras.

También se estima que la afección será algo mayor en el caso de las alternativas con mayor capacidad de transporte (20 $m^3/s$).

*Puntuación Alternativa = Puntuación cualitativa de afección a la salud humana de la alternativa que se puntúa. Puntuación máxima = 1*

El cálculo del indicador se realiza en la tabla siguiente:

| Nombre alternativa | Valoración cualitativa | Signo | Puntuación |
|---|---|---|---|
| EC10 | 3 | - | 0,750 |
| ET10 | 1 | - | 0,250 |

| Nombre alternativa | Valoración cualitativa | Signo | Puntuación |
|---|---|---|---|
| EC20 | 4 | - | 1,000 |
| ET20 | 2 | - | 0,500 |
| OC10 | 3 | - | 0,750 |
| OT10 | 2 | - | 0,500 |
| OC20 | 4 | - | 1,000 |
| OT20 | 2 | - | 0,500 |

**Tabla 5-13. Cálculo de puntuaciones de los indicadores de impacto en la salud humana de las alternativas existentes**

### 5.2.3. Valoración conjunta de alternativas

La puntuación definitiva del posible impacto causado por cada alternativa es el resultado de la suma de las puntuaciones de cada uno de los criterios, los cuales se multiplican por el peso específico de cada factor, número que se le otorga en relación a la importancia del factor y a la calidad ambiental del entorno.

*Puntuación definitiva del posible impacto ambiental de la alternativa = ∑ Peso específico del criterio x Puntuación del criterio*

Los pesos específicos se otorgan a cada factor teniendo en cuenta la calidad ambiental del factor en el ámbito del proyecto y su capacidad de absorber el impacto por si solo o con medidas preventivas y correctoras.

Los pesos específicos se han situado en un rango de 1-5.

| ASPECTO AMBIENTAL | VALORACIÓN |
|---|---|
| **Población** (usos del suelo, empleo, vías de transporte, suministro de agua) | **5** |
| **Salud humana** | **2** |
| **Flora: cubierta vegetal** | **2** |
| **Fauna** | **2** |
| **Biodiversidad** (especies protegidas, hábitats) | **2** |
| **Suelo** | **2** |
| **Geodiversidad** (utilización de materiales) | **5** |
| **Atmósfera (**aire -calidad-, ruidos, emisiones de gases y partículas y olores) | **2** |
| **Agua:** sistema hidrológico (régimen de caudales; calidad y cantidad; masas de agua) | **2** |
| **Clima** | **-** |
| **Cambio climático** | **-** |
| **Paisaje** | **2** |
| **Patrimonio cultural** | **-** |
| **Vías pecuarias** | **-** |

**Tabla 5-14. Valoración del peso específico de los efectos ambientales.**

A los pesos específicos de la Atmósfera, Hidrología, Paisaje, Biodiversidad y Suelo/Vegetación, se les ha dado un Pe=2, ya que el impacto del proyecto sobre estos factores se podría corregir mediante las medidas preventivas y correctoras oportunas.

Se ha asignado un Pe=5 a la Geodiversidad, ya que durante la fase de construcción se generarán unos residuos que habrá que llevar a vertedero y, por tanto, generarán un impacto perdurable en el tiempo aunque podrá ser aminorado con el empleo medidas correctoras para restaurar la calidad de aquellos lugares donde se decidan ubicar dichos residuos.

Por último, se le ha asignado un Pe=5 al factor Socioeconómico ya que el Proyecto tendrá un impacto positivo sobre él de forma permanente.

| VALORACIÓN EFECTOS ALTERNATIVAS DESDOBLAMIENTO DEL TÚNEL | VALORACIÓN SEGÚN IMPACTO (1-5) | EC10 | ET10 | EC20 | ET20 | OC10 | OT10 | OC20 | OT20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Población** (usos del suelo, empleo, vías de transporte, suministro de agua) | **5** | 0,750 | 0,750 | 1,000 | 1,000 | 0,250 | 0,250 | 0,500 | 0,500 |
| **Salud humana** | **2** | -0,750 | -0,250 | -1,000 | -0,500 | -0,750 | -0,500 | -1,000 | -0,500 |
| **Flora:** cubierta vegetal -distribución y estructura | **2** | -0,628 | -0,975 | -0,653 | -1,000 | -0,592 | -0,940 | -0,597 | -0,944 |
| **Fauna**: especies, especies protegidas | **2** | -0,628 | -0,975 | -0,653 | -1,000 | -0,592 | -0,940 | -0,597 | -0,944 |
| **Biodiversidad** | **2** | -0,317 | -0,317 | -0,500 | -0,500 | -0,500 | -0,500 | -0,604 | -0,604 |
| **Suelo** | **2** | -0,628 | -0,975 | -0,653 | -1,000 | -0,592 | -0,940 | -0,597 | -0,944 |
| **Geodiversidad** (utilización de materiales) | **5** | -0,688 | -0,610 | -1,000 | -0,889 | -0,672 | -0,611 | -0,974 | -0,861 |
| **Atmósfera** (aire -calidad-, ruidos, vibraciones, emisiones de gases y partículas y olores) | **2** | -0,710 | -0,589 | -1,000 | -0,849 | -0,683 | -0,551 | -0,955 | -0,793 |
| **Agua**: sistema hidrológico (régimen de caudales; calidad y cantidad; masas de agua) | **2** | -0,750 | -0,250 | -1,000 | -0,500 | -0,750 | -0,250 | -1,000 | -0,500 |
| **Clima** | **-** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cambio climático** | **-** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Paisaje** | **2** | -1,000 | -0,792 | -1,000 | -0,792 | -1,000 | -0,792 | -1,000 | -0,792 |
| **Patrimonio cultural** | **-** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Vías pecuarias** | **-** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Tabla 5-15. Tabla resumen de las puntuaciones del efecto ambiental para cada alternativa.**

| VALORACIÓN EFECTOS ALTERNATIVAS DESDOBLAMIENTO DEL TÚNEL | VALORACIÓN SEGÚN IMPACTO (1-5) | EC10 | ET10 | EC20 | ET20 | OC10 | OT10 | OC20 | OT20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Población** (usos del suelo, empleo, vías de transporte, suministro de agua) | **5** | 3,750 | 3,750 | 5,000 | 5,000 | 1,250 | 1,250 | 2,500 | 2,500 |
| **Salud humana** | **2** | -3,750 | | | | | | | |
| **Flora:** cubierta vegetal | **2** | -1,256 | -1,950 | -1,306 | -2,000 | -1,184 | -1,880 | -1,194 | -1,888 |
| **Fauna** | **2** | -1,256 | -1,950 | -1,306 | -2,000 | -1,184 | -1,880 | -1,194 | -1,888 |
| **Biodiversidad** | **2** | -0,634 | -0,634 | -1,000 | -1,000 | -1,000 | -1,000 | -1,208 | -1,208 |
| **Suelo** | **2** | -1,256 | -1,950 | -1,306 | -2,000 | -1,184 | -1,880 | -1,194 | -1,888 |
| **Geodiversidad** (utilización de materiales) | **5** | -3,440 | -3,050 | -5,000 | -4,445 | -3,360 | -3,055 | -4,870 | -4,305 |
| **Atmósfera** (aire -calidad-, ruidos, emisiones de gases y partículas) | **2** | -1,420 | -1,178 | -2,000 | -1,698 | -1,366 | -1,102 | -1,910 | -1,586 |
| **Agua**: sistema hidrológico (régimen de caudales; calidad y cantidad; masas de agua) | **2** | -1,500 | -0,500 | -2,000 | -1,000 | -1,500 | -0,500 | -2,000 | -1,000 |
| **Clima** | **-** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Cambio climático** | **-** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Paisaje** | **2** | -2,000 | -1,584 | -2,000 | -1,584 | -2,000 | -1,584 | -2,000 | -1,584 |
| **Patrimonio cultural** | **-** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Vías pecuarias** | **-** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **PUNTUACIÓN TOTAL ALTERNATIVAS** | | **-12,762** | **-9,046** | **-10,918** | **-10,727** | **-11,528** | **-11,631** | **-13,070** | **-12,847** |

**Tabla 5-16. Puntuaciones del efecto ambiental que supondría la elección de cada alternativa**

### 5.2.4. Resultados de la valoración ambiental de alternativas

En la valoración ambiental realizada para las alternativas planteadas en este Proyecto y, tras los resultados obtenidos, podemos agrupar estas alternativas según el grado de impacto ambiental que pudiera ocasionar la ejecución de las mismas.

El grupo de alternativas que presentan menores impactos son las alternativas Este frente a las del Oeste. Esto se debe a que cuentan con un canal de salida independiente del existente y por tanto tienen mayor independencia de funcionamiento. Esto provocará menor número de cortes de suministro y su nivel de servicio es más elevado que en el caso de las alternativas Oeste.

Las alternativas con Q = 20 $m^3$/s son peores ambientalmente que las que tienen Q = 10 $m^3$/s, ya que generan un mayor volumen de residuos al tener una mayor sección, tanto en el túnel como en los canales de entrada y salida.

Dentro del mismo grupo, las alternativas ejecutadas mediante tuneladora, tienen un impacto menor que las excavadas mediante método convencional, al acarrear este último un mayor volumen de residuos, un mayor impacto paisajístico en las bocas de entrada y salida del túnel (al existir ataque intermedio) y una mayor afección a los niveles freáticos dentro del túnel.

Por las razones anteriores y ante las ventajas e inconvenientes observados entre las dos alternativas ambientalmente manos impactantes **se considera que la alternativa más ventajosa es la propuesta al Este para un caudal de 20 $m^3$/s y con ejecución del túnel mediante tuneladora con Doble-Escudo**.

### 5.2.5. Alternativa a desarrollar en el proyecto

La alternativa que causaría menor impacto en su conjunto sería la alternativa ET10 (Alternativa Este, excavación con tuneladora y Q = 10 $m^3$/s) seguida de la ET20 (Alternativa Este, excavación con tuneladora y Q = 20 $m^3$/s).

La alternativa de menor capacidad tiene más puntuación que la de mayor capacidad debido, fundamentalmente, al impacto negativo que genera el mayor volumen de materiales inertes y al mayor presupuesto, puesto que desde el punto de vista de afecciones y expropiaciones ambas se comportan de igual forma. La diferencia económica resultante entre ambas opciones, no es muy significativa del orden de un 10%, si bien el incremento de la capacidad es del 100%.

En el punto 4 de este Documento Ambiental (DA) se analizan las alternativas técnicas y se realiza un análisis multicriterio en el que se valoran, además del aspecto ambiental del Proyecto, otros aspectos importantes del mismo como el Presupuesto, la explotación de la infraestructura, los servicios afectados y las expropiaciones necesarias para llevar a cabo la actuación. Del análisis multicriterio realizado se desprende que las alternativas óptimas son las del Este con tuneladora de Doble-Escudo para 10 y 20 $m^3$/s, lo cual coincide con los resultados mostrados en la valoración ambiental.

# 6. INVENTARIO AMBIENTAL

## 6.1. LOCALIZACIÓN Y MARCO GEOGRÁFICO

El Proyecto se localiza al Suroeste de la comarca del Andévalo, atravesando la zona en dirección noroeste-Sureste, el cual se sitúa dentro de la provincia de Huelva, en una franja intermedia entre los ámbitos costeros y de campiñas del Sur y las serranías altimétricamente más elevadas del Norte, ocupando la banda más sudoccidental de Sierra Morena.

Su extensión alcanza por el Oeste la frontera internacional con Portugal, marcada en todo momento por el río Guadiana. Por el lado Sur se prolonga hasta hacer contacto con algunos municipios costeros (Ayamonte, Lepe, Cartaya o Gibraleón) y con algunos otros de la comarca del Condado (La Palma del Condado, Escacena y Paterna del Campo, Niebla, etc.). El lado Este llega hasta el límite administrativo que separa las provincias de Huelva y Sevilla. Finalmente, al Norte linda con el área serrana más escarpada y altimétricamente más elevada de Sierra Pelada, Sierras de Aroche y de Aracena. Los municipios atravesados por el proyecto son Sanlúcar de Guadiana, El Granado y Villanueva de los Castillejos.

En el Andévalo destaca la existencias de la Zona de Especial Conservación “Andévalo Occidental” perteneciente a la Red Natura 2000, que se caracteriza por la presencia de dehesas de encinas y alcornoques y por ser considerada una zona importante para la conservación del lince ibérico, así como un área de dispersión de juveniles de águila imperial nacidas en Doñana.

La obra de la construcción del nuevo túnel de San Silvestre se ubica dentro de la ZEC referida.

## 6.2. CLIMA

El clima de la zona de estudio es de tipo mediterráneo continental atenuado.

Los datos climatológicos más significativos se aportan en la tabla siguiente, pertenecientes a la estación de Huelva (Ronda Este), elegida por ser la más cercana al ámbito de estudio (aunque los datos climáticos de esta estación están suavizados por la influencia oceánica que los datos reales de la zona de estudio).

| Mes | T | TM | Tm | R | H | DR | DN | DT | DF | DH | DD | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Enero | 11.0 | 16.2 | 5.9 | 71 | 77 | 7.1 | 0.0 | 0.6 | 1.4 | 0.9 | - | 165 |
| Febrero | 12.4 | 17.8 | 7.0 | 50 | 74 | 5.5 | 0.0 | 0.5 | 2.3 | 0.3 | - | 171 |
| Marzo | 14.7 | 20.7 | 8.8 | 38 | 68 | 4.3 | 0.0 | 0.7 | 1.6 | 0.0 | - | 229 |
| Abril | 16.1 | 22.0 | 10.3 | 48 | 65 | 6.0 | 0.0 | 1.0 | 0.5 | 0.0 | - | 255 |
| Mayo | 19.2 | 25.2 | 13.2 | 29 | 62 | 3.8 | 0.0 | 0.8 | 0.7 | 0.0 | - | 296 |
| Junio | 22.8 | 29.0 | 16.6 | 8 | 57 | 1.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | - | 341 |
| Julio | 25.8 | 32.7 | 18.9 | 3 | 51 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | - | 366 |
| Agosto | 25.8 | 32.4 | 19.1 | 4 | 55 | 0.4 | 0.0 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | - | 340 |
| Septiembre | 23.4 | 29.4 | 17.3 | 26 | 61 | 2.4 | 0.0 | 0.6 | 1.1 | 0.0 | - | 268 |
| Octubre | 19.5 | 24.9 | 14.1 | 68 | 69 | 6.4 | 0.0 | 1.0 | 1.3 | 0.0 | - | 211 |
| Noviembre | 14.9 | 20.0 | 9.8 | 79 | 73 | 6.3 | 0.0 | 0.9 | 0.9 | 0.0 | - | 176 |
| Diciembre | 12.3 | 16.9 | 7.6 | 99 | 78 | 7.9 | 0.0 | 1.4 | 1.9 | 0.5 | - | 151 |
| Año | 18.2 | 23.9 | 12.4 | 525 | 66 | 51.5 | 0.0 | 7.8 | 12.3 | 1.8 | - | - |

**Tabla 6-1. Datos climatológicos de la estación de Huelva (Ronda Este) 4642E. Período 1984-2010. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología.**

| | |
|---|---|
| T | Temperatura media mensual/anual (°C) |
| TM | Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C) |
| Tm | Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C) |
| R | Precipitación mensual/anual media (mm) |
| H | Humedad relativa media (%) |
| DR | Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm |
| DN | Número medio mensual/anual de días de nieve |
| DT | Número medio mensual/anual de días de tormenta |
| DF | Número medio mensual/anual de días de niebla |
| DH | Número medio mensual/anual de días de helada |
| DD | Número medio mensual/anual de días despejados |
| I | Número medio mensual/anual de horas de sol |

La suavidad de las temperaturas se constata por la elevada media anual registrada en la estación considerada, que se sitúa en los 18,2ºC y, sobre todo, en la benignidad de las medias invernales, puesto que en ningún mes la media desciende por debajo de los 11ºC (en enero) y la zona puede considerarse de bajo riesgo de heladas.

En contraposición, el verano aparece como una estación más extrema, con registros elevados, en torno a los 25,8ºC en los meses de julio y agosto, aunque sin alcanzar las máximas que se registran en el interior de la región, donde se sobrepasan los 30º de media en estos mismos meses. Aun así, pueden alcanzarse temperaturas muy elevadas o muy bajas en momentos puntuales del año. La tabla recoge las temperaturas máximas y mínimas absolutas.

| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **TMA** | 24,00 | 27,6 | 31,6 | 33,00 | 38,9 | 40,7 | 43,8 | 43,4 | 42,0 | 35,6 | 28,4 | 24,6 |
| **Tma** | -3,2 | -2,2 | -1,2 | 1,6 | 5,8 | 8,4 | 12,4 | 14,0 | 10,00 | 6,6 | 0,8 | -2,2 |
| **PM** | 379,6 | 216,6 | 164,6 | 131,2 | 135,0 | 48,9 | 26,5 | 35,8 | 170.0 | 179.6 | 246,3 | 386,2 |

**Tabla 6-2. Datos climatológicos de la estación de Huelva (Ronda Este) 4642E. Período 1984-2010. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología.**

TMA Temperatura máxima absoluta (°C)

Tma Temperatura mínima (°C)

PM Precipitación mensual máxima (mm)

Las precipitaciones anuales (525 mm anuales) no son especialmente altas dentro del contexto regional, debido a la inexistencia de relieves resaltados que favorezcan las precipitaciones en la línea de costa.

Paralelamente, se observa una clara irregularidad estacional, ya que se registra un marcado contraste entre el invierno, período en el que se recogen la mayor parte de las precipitaciones (42%), y el verano (3,0%); en las restantes estaciones se recogen volúmenes intermedios entre los extremos (22% en primavera y 33% en otoño

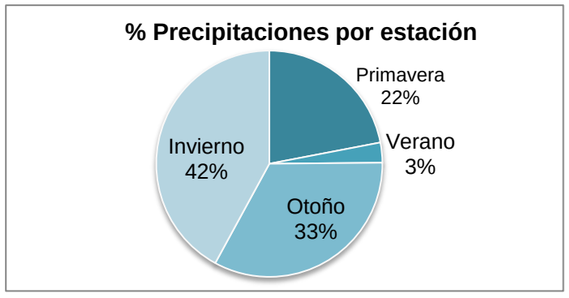



**Ilustración 18. Porcentaje de precipitaciones por estaciones**

La coincidencia del periodo frío con las lluvias y del periodo cálido con la sequía conlleva igualmente un balance hídrico irregular, en el que alterna una época invernal con exceso de agua y un amplio periodo, de tres a cuatro meses, con déficit; lo que supone el aspecto climático más restrictivo para el desarrollo de vegetación y de los cultivos. Este aspecto se resume en el balance hídrico de la estación meteorológica seleccionada.

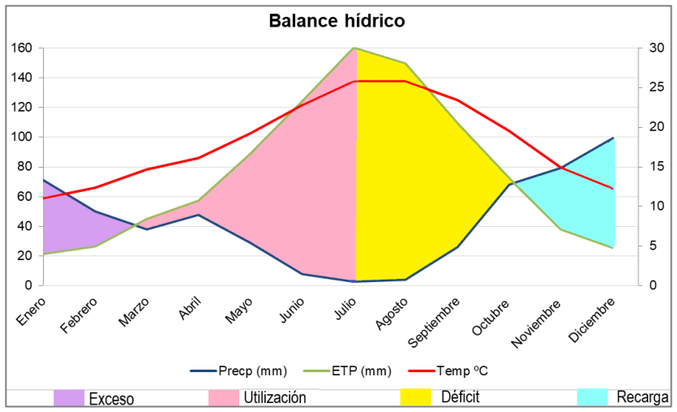



**Ilustración 19. Balance hídrico. Estación Meteorológica Huelva (Ronda Este).**

La concentración temporal de las precipitaciones y su irregularidad supone el incremento de su intensidad horaria y aporta otro de los rasgos derivados del clima en la zona, la tendencia al desbordamiento de los cauces y a la inundación de amplios áreas de la zona de estudio. Inversamente, la sensible concentración temporal en la recepción de las precipitaciones permite disponer de un amplio número de días despejados, y de horas de sol, 2.804 horas al año, lo que sitúa al litoral atlántico andaluz en los puestos más altos de Andalucía y de España en este aspecto.

La siguiente figura recoge el climograma representativo de la estación Huelva Ronda Este que se ha elaborado a partir de la tabla de datos climatológicos.

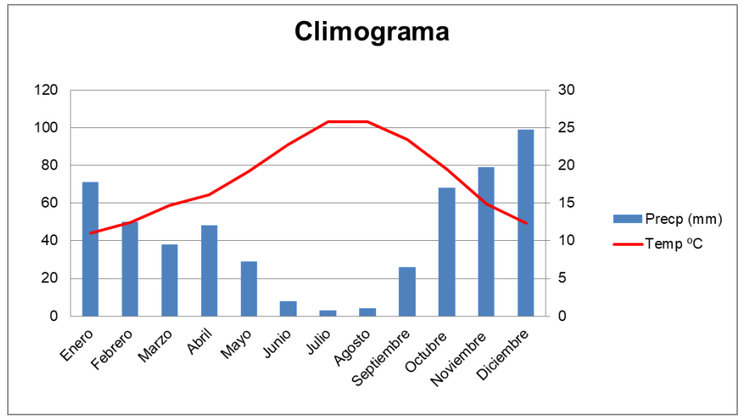



**Ilustración 20. Climograma. Estación Meteorológica Huelva (Ronda Este). Fuente Elaboración Propia.**

Respecto al balance hídrico del área el procedimiento utilizado para calcularlo, está basado en la precipitación, el poder evaporante de la atmósfera (evaporación física) y el poder evaporante de las plantas (evaporación fisiológica), así como las temperaturas medias.

Cuando se quiere determinar la pérdida de agua en una superficie cubierta de vegetación, resulta imposible separar la transpiración de la evaporación propiamente dicha, por ello se utiliza el concepto de evapotranspiración que engloba los dos fenómenos.

Para el cálculo de la evapotranspiración hay que diferenciar la evapotranspiración potencial (ETP) que se define como el agua devuelta a la atmósfera en estado de vapor por un suelo que tenga la superficie completamente cubierta de vegetación y en el supuesto de no existir limitación en el suministro de agua (por lluvia o riego) para obtener un crecimiento vegetal óptimo y la evapotranspiración real o efectiva, definida como la evaporación de un suelo cubierto por vegetación en el que el suministro de agua es restringido.

$$ETP = 2,6 \cdot (10t / i)\ a$$

El método utilizado para el cálculo de la evapotranspiración potencial ha sido el de Thornthwaite, basado en las temperaturas medias mensuales y en la latitud del lugar, donde:

t = temperatura media mensual.

$a = 0,492 + 0,01791 + 0,0000771\ i^2 + 0,0000000675\ i^3$.

I = índice de calor anual.

| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ETP | 21,48 | 26,40 | 44,84 | 57,01 | 88,60 | 124,16 | 159,89 | 149,66 | 109,27 | 72,57 | 37,98 | 25,68 |

**Tabla 6-3. Evapotranspiración potencial (método de Thornthwaite) en la Estación Meteorológica de Huelva (Ronda Este).**

Cuando la precipitación supera a la evapotranspiración potencial, entre mediados de septiembre hasta el mes de marzo, hay exceso de agua, que inicialmente se acumula en el suelo, y que por el efecto de la escorrentía discurre por el suelo hasta unirse a otras corrientes de la zona. En los meses de marzo a julio, aunque la precipitación es inferior a la evapotranspiración real, no se produce déficit de agua en el suelo pues la vegetación utiliza la que todavía está acumulada. A partir de julio el suelo no tiene agua suficiente y se produce déficit, hasta octubre.

De septiembre a octubre el suelo comienza se recargarse de humedad y la evapotranspiración real vuelve a igualarse a la potencial, momento en el que vuelve a haber exceso de agua.

El clima, no sólo influye en la actividad o inactividad vegetativa sino que determina el tipo de vegetación existente, siendo ésta una vegetación potencial, ya que la vegetación real está condicionada además por otros factores como la topografía, tipo de suelo, microclima, dirección de los vientos, etc. Este aspecto se profundizará en el apartado 5.7 vegetación.

### 6.3. CAMBIO CLIMÁTICO

Se incorporan los datos obtenidos en el informe “Caracterización del comportamiento de la temperatura mensual desde 1991, respecto al periodo de referencia. 1981-2010” elaborado por AEMET (http://www.aemet.es/documentos/es/noticias/2019/Caracterizacion1991.pdf). Se puede observar como las series de temperaturas medias para la Estación de Huelva (Ronda Este) presentan anomalías térmicas donde es cada vez más frecuente la ocurrencia de periodos más cálidos.

HUELVA / RONDA ESTE

**Carácter de las series mensuales/anuales de temperatura del observatorio de Huelva, Ronda Este**

| Año | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sep | oct | nov | dic | anual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1991 | | | | | | | | | | | | | |
| 1992 | | | | | | | | | | | | | |
| 1993 | | | | | | | | | | | | | |
| 1994 | | | | | | | | | | | | | |
| 1995 | | | | | | | | | | | | | |
| 1996 | | | | | | | | | | | | | |
| 1997 | | | | | | | | | | | | | |
| 1998 | | | | | | | | | | | | | |
| 1999 | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | | | | | | | | | | | | | |
| 2001 | | | | | | | | | | | | | |
| 2002 | | | | | | | | | | | | | |
| 2003 | | | | | | | | | | | | | |
| 2004 | | | | | | | | | | | | | |
| 2005 | | | | | | | | | | | | | |
| 2006 | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | | | | | | | | | | | | | |
| 2009 | | | | | | | | | | | | | |
| 2010 | | | | | | | | | | | | | |
| 2011 | | | | | | | | | | | | | |
| 2012 | | | | | | | | | | | | | |
| 2013 | | | | | | | | | | | | | |
| 2014 | | | | | | | | | | | | | |
| 2015 | | | | | | | | | | | | | |
| 2016 | | | | | | | | | | | | | |
| 2017 | | | | | | | | | | | | | |
| 2018 | | | | | | | | | | | | | |

| ++ frío | + frío | frío | normal | cálido | + cálido | ++ cálido |
|---|---|---|---|---|---|---|
| < 5% | ≥ 5% y ≤20% | > 20% y ≤40% | > 40% y ≤60% | > 60% y ≤80% | > 80% y ≤95% | > 95% |

**Ilustración 21. Caracterización del comportamiento de la temperatura mensual desde 1991, respecto al periodo de referencia 1981-2010 en Estación Meteorológica de Huelva (Ronda Este).**

Las proyecciones climáticas para el siglo XXI muestran también esa tendencia en el cambio de la temperatura máxima para los distintos escenarios climáticos previstos, con una variación de la temperatura máxima media en Huelva de hasta 5ºC respecto al periodo de referencia.

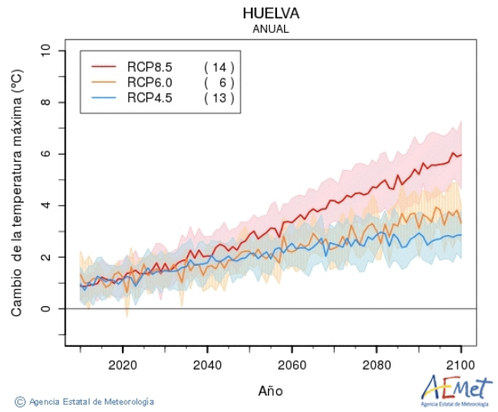



**Ilustración 22. Previsiones del cambio en la temperatura máxima anual en Huelva.**

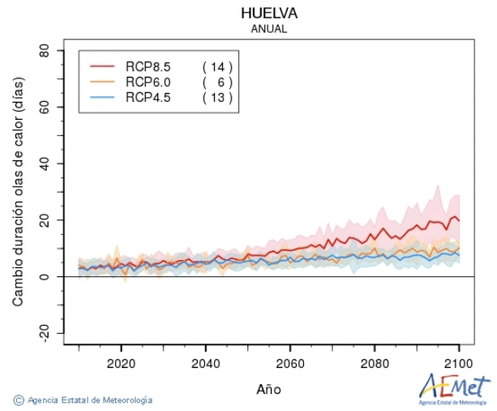



**Ilustración 23. Previsiones del cambio de la duración de las olas de calor en Huelva.**

Los escenarios de cambio climático también prevén variaciones en el régimen de precipitaciones para la zona de Huelva, con una disminución de las precipitaciones anuales y el aumento de la duración del periodo seco. Esto muestra una disminución de los recursos hídricos potenciales con la consecuente afectación de los sistemas acuáticos superficiales y subterráneos.

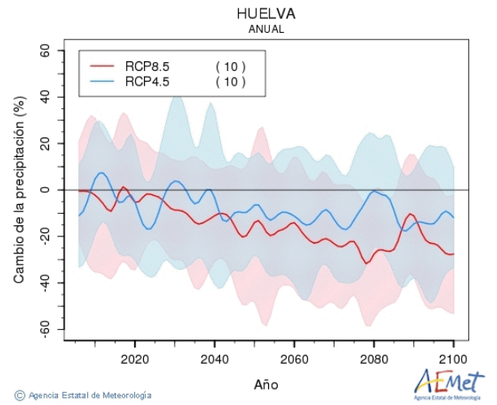



**Ilustración 24.Previsiones del cambio en la precipitación anual en Huelva.**

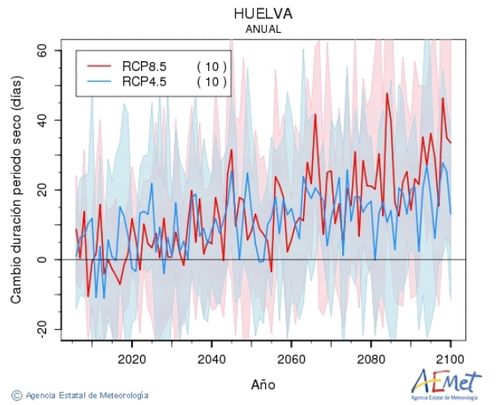



**Ilustración 25. Previsiones del cambio en la duración del periodo seco en Huelva.**

Cabe destacar la aprobación de la Ley 8/2018, de 8 de octubre, de medidas frente al de Medidas frente al Cambio Climático en Andalucía, que tiene por objeto la lucha frente al

cambio climático estableciendo objetivos y medidas que reduzcan las emisiones de gases efecto invernadero y así, minimizar los efectos de los impactos del cambio climático.

Esta ley contempla la redacción del Plan Andaluz de Acción por el Clima (2021-2030), con el que se desarrollarán herramientas de análisis y diagnóstico del cambio climático, reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero o la elaboración de los escenarios climáticos de Andalucía, entre otros. Del Plan dependerán los programas mitigación y transición energética, adaptación y comunicación y participación de lucha contra el cambio climático. El del Plan Andaluz de Acción por el Clima se encuentra en tramitación para aprobación, una vez concluido el trámite de información pública el 11 de febrero de 2021.

### 6.4. GEOLOGÍA

El nuevo túnel de San Silvestre, se ubica (geológicamente) en la región Sur-Portuguesa y en la banda meridional de la Faja Pirítica.

Seguidamente se desarrollan los aspectos referentes a las unidades litoestratigráficas y a su tectónica.

#### 6.4.1. Unidades litoestratigráficas

El sustrato rocoso se compone por terrenos paleozoicos metamórficos (pizarrosos y grauváquicos) representados por una única formación de edad carbonífera inferior.

Sobre este sustrato paleozoico se depositan directamente depósitos cuaternarios de escaso espesor, de génesis aluvial, asociados a los principales cauces de ríos y arroyos.

Las características geológicas y geotécnicas de cada litotipo son las siguientes:

<u>Pizarras y grauvacas del Carbonífero (C1)</u>

Se trata de una formación muy monótona compuesta por una alternancia de grauvacas y pizarras, que presenta una potencia mínima de 650 m. La totalidad de túnel se excavará exclusivamente en esta formación.

Las pizarras son limolíticas, a veces carbonosas, de coloración gris oscura, si bien por alteración dan tonalidades más claras. Su espesor es muy variable, oscilando entre niveles centimétricos y métricos, con espesores típicos de banco de 0,5 a 1,0 m.

Intercaladas con las pizarras aparecen bancos grauváquicos, que forman estratos desde pocos centímetros a varios metros de espesor. En este caso los espesores típicos oscilan entre 1,0 y 2,5 m. Los fragmentos líticos son angulosos y poligénicos constituidos principalmente por pizarras, cuarcitas, lavas y tobas ácidas. Los componentes cristalinos fundamentales son cuarzo y albita, y en menor proporción, micas y minerales pesados. El tamaño de los granos oscila entre gruesos y finos, con predominio de las fracciones medias y finas. Localmente aparecen niveles de microconglomerados con clastos de 2-3 mm de diámetro asociados a la base de las capas más gruesas.

Los contactos entre las capas son generalmente planos, paralelos y con aspecto flyschoide en muchos casos.

La relación grauvacas/pizarras es superior a la unidad, oscilando entre 2 y 5, representando probablemente facies proximales turbidíticas.

En la fotografía siguiente se muestra se muestra el aspecto típico en afloramiento de la formación con niveles pizarrosos centimétricos intercalados entre los niveles grauváquicos decimétricos.



**Ilustración 26. Grauvacas con niveles de pizarras de la formación C1**

<u>Depósitos aluviales (Qal)</u>

Constituyen pequeños depósitos de espesor inferior a 2 m compuestos litológicamente por fragmentos de pizarras y grauvacas en una matriz limo arenosa.

Se asocian a los pequeños arroyos que discurren sobre el trazado y no afectarán al túnel, por lo que no presentan especial interés.

Rellenos antrópicos (Qx)

Se asocian a los rellenos de las carreteras presentes y a los terraplenes de las balsas para regadío, así como a los rellenos anexos a los emboquilles del túnel hidráulico existente. Generalmente están constituidos por productos de la excavación de las pizarras y grauvacas, vertidos o ligeramente compactados, dando lugar en este último caso a rellenos todo-uno.

La afección del trazado a estos rellenos sólo se materializarán en las zonas de emboquille del nuevo túnel.

### 6.4.2. Tectónica

Las rocas paleozoicas presentes fueron intensamente deformadas en la orogenia hercínica, en tres fases de plegamiento y una última fase distensiva donde aparecieron fallas normales conjugadas.

Esta historia tectónica condiciona la estructura del macizo, constituido por una alternancia de sinclinales y anticlinales tumbados con vergencia hacia el N-NE, como se muestra en la fotografía siguiente:



**Ilustración 27. Anticlinal tumbado con vergencia N en la formación C1**

Se reconocen en la zona de estudio dos familias de fallas, la familia principal de dirección NE-SW, y la familia conjugada, con dirección aproximada E-W y subparalela a los ejes de plegamiento.

El zócalo Paleozoico, mayoritario en el tramo, queda afectado por la orogenia Hercínica, y se caracteriza por una serie de potente espesor sometida a un intenso plegamiento y metamorfismo regional, típico de las zonas internas de un orógeno.

Tras el desarrollo de la orogenia hercínica, que finalizó en el Devónico Superior, la zona de estudio no ha sido afectada por orogenias más recientes, no siendo previsibles tensiones horizontales de origen tectónico importantes.

## 6.5. SUELOS

Para la caracterización de los suelos del área de estudio se han determinado las clases o asociaciones de suelos existentes, de acuerdo con el Mapa de Suelos de Andalucía. Los suelos aparecen en unidades cartográficas caracterizadas por asociaciones agrupadas a nivel de segundo orden siguiendo los criterios de clasificación de la F.A.O. (1974) y del Mapa de Suelos de la Unión Europea (1985).

Como se puede ver en la imagen siguiente, la zona de estudio no presenta una complejidad edáfica elevada, ya que casi la totalidad de la superficie está dominada por dos tipos de suelo, Cambisol (31) y Regosol (37).




**Ilustración 28. Mapa de Suelos de Andalucía a escala 1:400.000 año 2005. Fuente: Junta de Andalucía.**

Unidad 5: Regosoles eutricos, Litosoles y cambisoles eutricos con Rankers, sobre materiales metamórficos

Los suelos dominantes son Regosoles y Litosoles. Son suelos de escaso espesor y de naturaleza ácida, se ven continuamente rejuvenecidos por la erosión. Muestran total

carencia de carbonato cálcico libre y moderada saturación de bases en el complejo de cambio. La abundante capa de hojarasca proporciona, con vegetación estable, un relativo alto contenido de materia orgánica en transformación. Dominan los Litosoles en cotas altas (Perfil AR; donde el horizonte A es menor de 10 centímetros). En laderas protegidas por matorral se encuentran alternativamente Litosoles, Regosoles y Rankers con perfil de tipo AC o AR (horizonte A entre 10 y 25 centímetros de espesor), de color pardo grisáceo o pardo rojizo, según la roca madre. La textura varía de media a gruesa, con abundante pedregosidad de tamaños medios.

En menor extensión se localizan suelos más evolucionados o Cambisoles. Los Cambisoles son suelos húmedos en invierno y primavera, pero muy secos en verano. Su situación en las partes bajas de las pendientes acusadas les da carácter moderadamente profundo, con perfil ABC que presenta un horizonte A ócrico y un B cámbico, de color pardo a pardo rojizo y texturas medias, muy relacionados con la naturaleza del material originario. El bosque mediterráneo autóctono instalado muestra una aceptable regeneración de encinas y alcornoques, con sotobosque leñoso.

El tipo de relieve sobre el que se sitúa es montañoso. El tipo de vegetación que se asienta es el matorral silicícola mediterráneo y bosque claro de Quercus, y pastizal de tréboles. Los usos que reciben este tipo de suelos son fundamentalmente los relacionados con la ganadería extensiva, las actividades cinegéticas, la apicultura y la extracción de corcho y leña.

Las limitaciones vienen dadas por las fuertes pendientes a las que suelen estar asociados, acentuándose mucho el riesgo de erosión. Otras limitaciones son la potencial acidificación y la escasa retención de agua con acusada sequía estival.

Los materiales geológicos sobre los que se sustentan son pizarras, cuarcitas y esquistos paleozoicos.

Sólo afecta al inicio del canal de entrada al túnel de San Silvestre.

Unidad 31: Cambisoles eutricos, Regosoles eutricos y Litosoles con Rankers

Dominan los Cambisoles y Regosoles eútricos entremezclados con Rankers. Los Litosoles y afloramientos rocosos aparecen en las zonas altas o en la red de drenaje, a veces muy afectados por la erosión. Los suelos son de características morfológicamente y físico-químicas muy parecidas a las de la Unidad 5, con dos factores diferenciativos determinantes: las relativas proporciones en extensión entre las unidades taxonómicas y el relieve.

La vegetación natural es de matorral y bosque esclerófilo mediterráneo, con dedicación a dehesas de encinar-alcornocal-pastos.

Se localiza en la primera mitad de la traza del túnel y a la salida del mismo.

Unidad 37: Cambisoles eútricos, Luvisoles crómicos y Luvisoles órticos

Se encuentran suelos bien desarrollados, predominando Cambisoles y Luvisoles de perfiles ABC y ABtC respectivamente, a veces poco profundos. La erosión (no excesiva) se debe, principalmente, a causas antrópicas (sobrepastoreo, frecuencia de laboreo, etc.) El carácter más diferenciativo es la presencia de Luvisoles, suelos de perfiles con mayor grado de evolución (aparición del horizonte Bt de acumulación de arcilla y sesquióxidos).

Son también suelos ácidos, si bien, los valores de pH son más altos que en todos los horizontes, y el grado de saturación en bases del complejo de cambio es, asimismo, mayor que en los suelos de las Unidades 5 y 31.

La vegetación natural está muy influenciada por el hombre; existen excelentes dehesas de pastos con estrato arbóreo formado por seculares especímenes de Quercus, cuya vocación natural está plenamente aprovechada por la ganadería extensiva y la producción corchera.

Se localiza en la segunda mitad de la traza del túnel.

## 6.6. AIRE

### 6.6.1. Calidad del cielo nocturno

Analizado el mapa de calidad del cielo nocturno en Andalucía. En el área donde se localiza el túnel de San Silvestre el aire presenta una calidad de cielo nocturno muy buena

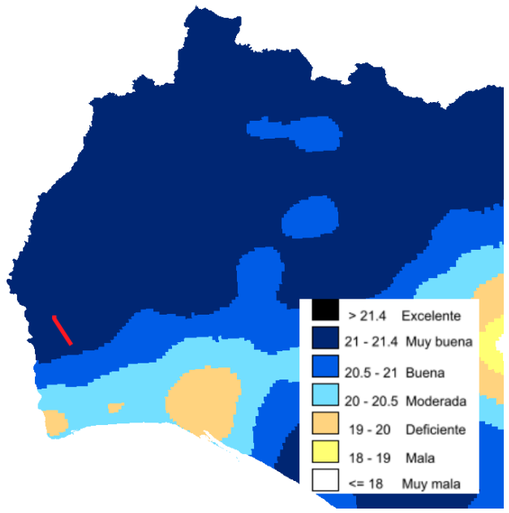



**Ilustración 29. Mapa de calidad del cielo nocturno en Andalucía (2011- 2014). En rojo zona de actuación. Fuente: REDIAM. Junta de Andalucía.**

### 6.6.2. Ruido por actividades humanas

Para evaluar este aspecto se ha acudido al mapa de áreas tranquilas, definidas en relación a su exposición al ruido causado por actividades humanas, de Andalucía; el cual realiza un cálculo de un índice que establece el grado de conformidad relativo a la tranquilidad para zonas que quedan fuera de áreas urbanas, denominado QSI (Quietness Suitability Index). El índice establece una gradación entre 0 y 1. El 0 representa las zonas menos tranquilas y el 1 las más tranquilas,

Como se puede observar la zona de actuación se encuentra altamente influenciada por la presencia de la carretera A-499 que hace que la zona se encuentre en una zona de poca tranquilidad, este índice disminuye conforme nos alejamos de la infraestructura viaria.

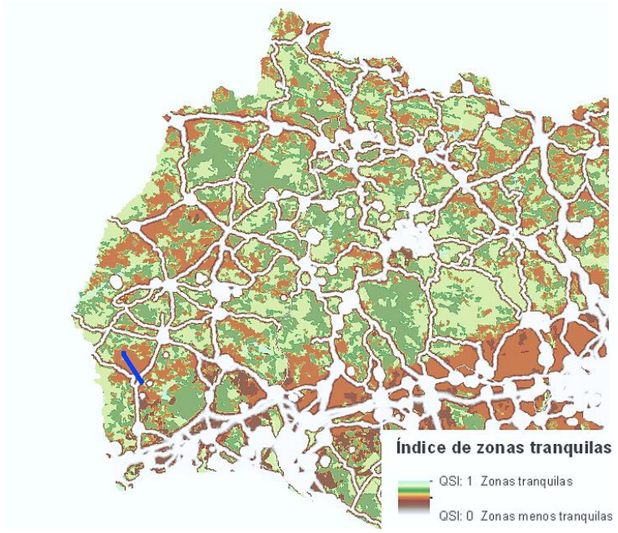



**Ilustración 30. Mapa de áreas tranquilas (2014). En azul área de actuación. Fuente: Junta de Andalucía.**

### 6.6.3. Valores límites

Según los datos del Mapa de Protección de la Salud del Informe de Medio Ambiente 2015 (IMA 2015), correspondientes a:

- Valor límite diario de PM10 para la protección de la salud.
- Valor límite anual de dióxido de nitrógeno para la protección de la salud.

Se puede ver que en la zona de actuación ambos se encuentran por debajo de los valores límites.




**Ilustración 31. Mapa de Protección de la salud (IMA 2015). En rojo área de actuación. Fuente: Junta de Andalucía.**

## 6.7. HIDROLOGÍA

El túnel de San Silvestre atraviesa la divisoria entre las cuencas de la zona encomendada a la Junta de Andalucía del río Guadiana y la cuenca del río Piedras, perteneciente a la Demarcación Hidrográfica Tinto, Odiel y Piedras.




**Ilustración 32. Ubicación túnel respecto a cuencas hidrográficas. Fuente: Elaboración propia.**

### 6.7.1. Cuenca del Guadiana

El Guadiana es el cuarto río más largo de la Península Ibérica y el décimo más caudaloso. Recorre la Submeseta Sur en dirección Este-Oeste y, a la altura de la ciudad de Badajoz, toma rumbo Sur, que mantiene hasta su desembocadura en el océano Atlántico, donde vierte un caudal medio de 78,8 m³/s.

Se configura como tal río en la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha (España), en el manantial de los Ojos del Guadiana, situado en el término municipal de Villarrubia de los Ojos (Ciudad Real), a 608 m de altitud. Contabilizando este trayecto, de unos 76 km, el Guadiana recorre una distancia total de 818 km, de los cuales 578 km corresponden a territorio español, 140 km a portugués y 100 km a zona fronteriza. Su cuenca se extiende a lo largo de 67.733 km², que se distribuyen, en un 81,9%, por España (55.513 km²) y, en un 17,1%, por Portugal (11.620 km²).

El Guadiana recibe una serie de afluentes entre los que cabe citar el Rivera Grande, arroyo al que aporta el Barranco del Gafo, y el Barranco de los Hierros, siendo éstos dos últimos los cursos de agua más importantes del zona de estudio y que pertenecen a la cuenca del Guadiana.

Geográficamente la cuenca total del bajo Guadiana se extiende sobre 6.871 km$^2$, y se halla situada entre los paralelos 37º10'06" y 37º52'00"; y los meridianos 6º23'20" y 7º31'10", referidos al meridiano de Greenwich. La inmensa mayoría del territorio afectado pertenece a la provincia de Huelva, con la única excepción de 91 km$^2$ de la provincia de Sevilla que pertenecen al término municipal de El Madroño.

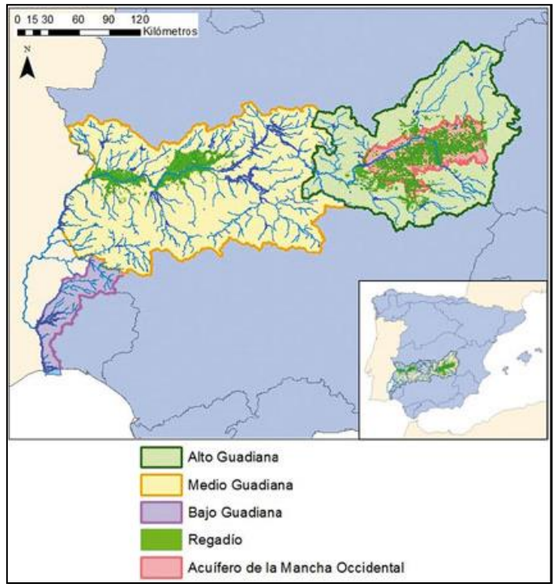



**Ilustración 33. Cuenca del Guadiana.**

### 6.7.2. Cuenca del Piedras

El río Piedras nace en el término de Villanueva de los Castillejos, en las estribaciones de la Sierra del Almendro, recogiendo como afluente principal al arroyo Tariquejo por su margen izquierda. Su desembocadura en el océano Atlántico se realiza en forma paralela a la costa, lo cual se debe a una lengua de arena o cordón litoral que discurre a lo largo de un trecho de la costa de unos 14 km de longitud. A su vez, este cordón litoral ha venido creciendo hacia el Este debido a la dirección constante, tanto de las mareas como de la corriente de deriva litoral y del oleaje debido a los vientos constantes que proceden del Oeste.

El río Piedras se encuentra regulado por los embalses del Piedras y de Los Machos, desemboca en el entorno de las poblaciones de Lepe y Cartaya, en el Portil, en trayecto paralelo a la costa debido a la formación en este punto de un cordón litoral de arena que crece con dirección Sureste gracias a la deposición de sedimentos de las mareas, las corrientes marinas y los vientos constantes que proceden del Oeste. Este enclave se

encuentra protegido por la legislación autonómica bajo la figura Paraje Natural de Marismas del río Piedras y Flecha del Rompido.

A pesar de su escasa longitud y de las pequeñas irregularidades del relieve, la cuenca del río Piedras es bastante extensa y tiene la forma típica de un drenaje dendrítico. Precisamente, este hecho es el que viene a justificar esa mayor extensión de la que tendría de no tener numerosos afluentes casi tan importantes como el río principal. Muy cerca de su nacimiento y con funciones de regulación del caudal se sitúa el embalse del Piedras.

Cercano al ámbito de estudio y, perteneciendo a esta cuenca, se encuentra el arroyo del Cuco, tributario del arroyo del Membrillo que vierte sus aguas al Rivera del Muleto, afluente a su vez del río Piedras.

### 6.7.3. Consideraciones del Plan Hidrológico Tinto, Odiel y Piedras

El Plan Hidrológico Tinto, Odiel y Piedras 2015-2021 (PHTOP) para sus balances, ha considerado tanto la cuenca encomendada del río Guadiana como la Demarcación Hidrográfica Tinto, Odiel y Piedras como un único sistema de explotación, ya que, aunque existen diferentes sistemas básicos de explotación, la gestión de los recursos, en su gran mayoría, se realiza de forma conjunta. Conteniendo la siguiente reflexión:

“El Sistema de explotación único comprende las cuencas propias de los ríos Tinto, Odiel y Piedras y sus afluentes en su totalidad, la red en alta del Sistema Chanza Piedras (Bombeo de Bocachanza, Canal del Granado, túnel de San Silvestre, Canal del Piedras, Sifón del Odiel). De otra manera no podría establecer correctamente los balances entre demandas y recursos”.

Como se puede apreciar el túnel de San silvestre se considera un elemento fundamental dentro del Sistema de Explotación.

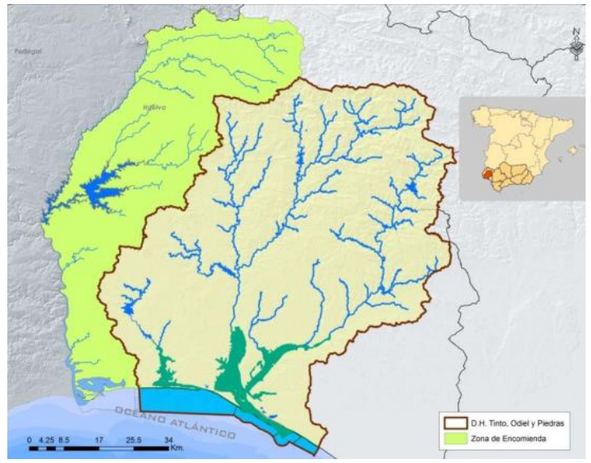



**Ilustración 34. Cuencas hidrográficas afectas. Fuente: PHTOP 2015-2021.**

## 6.8. VEGETACIÓN

### 6.8.1. Vegetación potencial

El área de estudio forma parte del Reino Holártico, Región Mediterránea, subregión Mediterránea Occidental, Superprovincia Mediterráneo-Iberoatlántica, Provincia Luso-Extremadurense (X), de acuerdo con la síntesis sobre tipología biogeográfica propuesta por Rivas Martínez (1987).

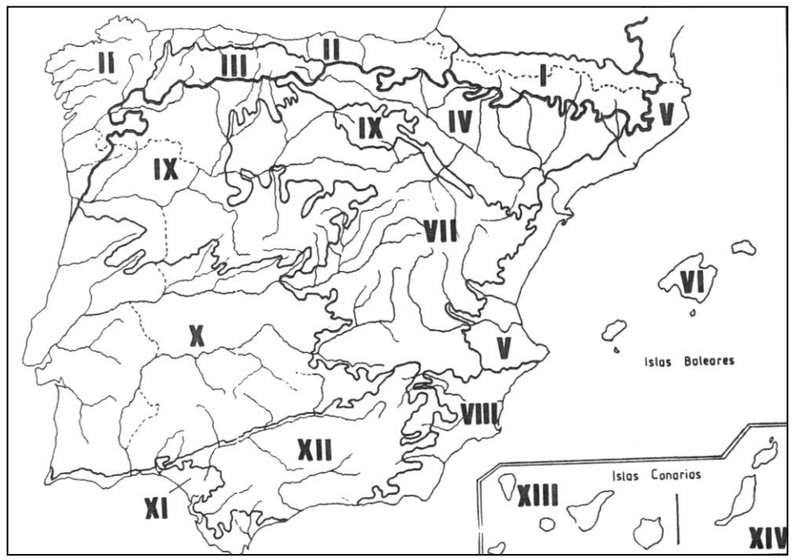



**Ilustración 35. Provincias biogeográficas de España. Fuente: Rivas Martínez (1987).**

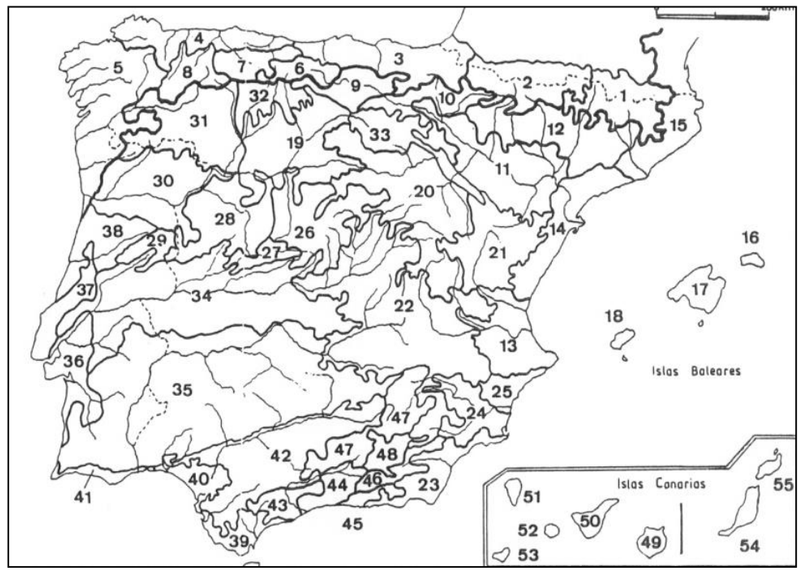



**Ilustración 36. Sectores biogeográficos de España y Portugal. Fuente: Rivas Martínez (1987).**

Los terrenos que forman parte de la provincia Bética se adscriben al sector Mariano-Monchiquense (35), tal y como se observa en la figura adjunta.

Respecto a al bioclimatología, para la región mediterránea donde se ubica el proyecto, existen seis pisos bioclimáticos en función del índice de termicidad. El índice de termicidad, propuesto por Rivas-Martínez, es el valor resultante de la suma en décimas de grado centígrado de T (temperatura media anual), m (temperatura media de las mínimas del mes más frío) y M (temperatura media de las máximas del mes más frío). La expresión matemática es la siguiente:

$$It = (T+m+M) \times 10$$

En lo que respecta a España, en la región Mediterránea se han delimitado cinco de los seis pisos bioclimáticos existentes, son los siguientes: Crioromediterráneo, Oromediterráneo, Supramediterráneo, Mesomediterráneo, Termomediterráneo e Inframediterráneo. Cada uno de estos pisos, subdivisibles en horizontes, posee especies y comunidades vegetales propias.

La zona donde se ubica el proyecto pertenece, desde el punto de vista bioclimático, al piso termomediterráneo. Dentro de este piso, en el área de estudio se encuentra la Serie Termomediterránea mariánico-monchiquense y bética seco-subhúmeda silicícola de la carrasca. Myrto communis-Queceto rotundifoliae sigmetum.

En la siguiente tabla se recogen los bioindicadores de las diversas etapas de regresión de esta serie vegetal:

| ETAPAS DE REGRESIÓN Y BIOINDICADORES | |
|---|---|
| Nombre de la serie | Mariánico-bética silicícola de la encina |
| Árbol dominante | *Quercus rotunfifolia* |
| Nombre fitosociológico | *Myrto-Querceto rotundifoliae sigmetum* |
| I. Bosque | *Quercus ilex subsp ballota* |
| | *Myrtys communis* |
| | *Olea sylvestris* |
| | *Chamaerops humilis* |
| II. Matorral denso | *Asparagus albus* |
| | *Rhamnus oleoides* |
| | *Asparagus aphyllus* |
| | *Osyris quadripartita* |
| III. Matorral degradado | *Cistus monspeliensis* |
| | *Ulex eriocladus* |
| | *Genista hirsuta* |
| | *Lavandula sampaiana* |
| IV. Pastizales | *Poa bulbosa* |
| | *Tuberaria guttata* |
| | *Stipa capensis* |

**Tabla 6-4. Etapas de regresión y bioindicadores**

Esta serie bioclimática, en su etapa final estaría formada por densos bosques de encinas (*Quercus ilex*), y en suelos más livianos puede competir con otras especies termófilas como algarrobos (*Ceratonia siliqua*), acebuches (*Olea europaea subesp. sylvestris*).

En el primer estadio de degradación, el bosque de encinas da paso a un denso matorral de esparragueras (*Asparagus albus y Asparagus aphyllus*) y espino negro (*Rhamnus oleoides*) esta asociación de bioindicadores se denomina (*Asparago albi- Rhamnetum oleoides myrtetosum*).En algunos casos en los suelos menos profundos da paso a un madroñal con mirtos (*Phyllyreo-Arbutetum unedonis myrtetosum*).

En un segundo estadio de degradación, el denso matorral de esparraguera y espino negro al degradarse da paso a un matorral denso de jaguarzo (*Cistus monspeliensis*), jara pringosa (*Cistus ladanifer*), tojo (*Ulex ericladus*) y (*Ulex baeticus*), aulaga (*Genista hirsuta*) y cantueso (*Lavandula sampaiana*). Denominando a esta asociación de bioindicadores *Ulici ericladi-Cistetum ladaniferi cistetosum monpeliensis.* La degradación del matorral da paso a la aparición de pastizales de la clase tuberariatea, constituido por: *Poa bulbosa*, *Tuberaria gatada* y *Sipa capensis.*

La evolución de la vegetación desde que se instala hasta que alcanza su estado climácico, sufre varias etapas de complejidad creciente: pastizal, matorral, (matorral degradado y noble) y bosque, de la misma manera, cuando un bosque desaparece, ocurren una serie de etapas equivalentes, pero en este caso de complejidad decreciente: bosque, matorral, (matorral degradado y noble) y pastizal.

### 6.8.2. Vegetación actual

6.8.2.1. Vegetación en las zonas cercanas a la obra

El clima es un factor determinante (además del sustrato) de la vegetación. En el área de estudio, predomina una vegetación adaptada a situaciones adversas en la que la sequía estival llega, y a menudo sobrepasa, los cinco meses de duración. Los árboles son en general de poca altura y se disponen de forma dispersa, con hojas coriáceas, de colores pálidos y gruesa corteza. Los arbustos presentan hojas de mínima superficie, lineares o aciculares como la aulaga y el brezo, con bordes replegados, como el jaguarzo y el romero, recubierta de tomento como el tomillo y con colores blanquecinos como la jara. Las herbáceas evitan el calor estival con un ciclo anual que acaba antes del verano, aunque dejan un número suficiente de semillas para garantizar la supervivencia de la especie.

La formación vegetal predominante es una dehesa de encinas (*Quercus ilex subsp ballota*) poco densa con escaso sustrato arbustivo. Es un árbol de copa densa y redondeada que puede alcanzar los 25 m de altura en los ejemplares adultos.



**Ilustración 37. Dehesa de encinas en la zona de entrada del túnel**

El substrato arbustivo es muy disperso abundando fundamentalmente el palmito (*Chamaerops humilis*), distintas especies de jaras (*Cistus spp*.), de labiadas como el cantueso (*Lavandula stoechas*) y el romero (*Rosmarinus officinalis*) y la adelfa (*Nerium oleander*).

En cuanto a la composición botánica de los pastos está formada principalmente por especies anuales. Entre las gramíneas más frecuentes se encuentran: *Molineriella minuta, Agrostis pourretil, Vulpia myuros, Poa annua, Bromus hordeaceus, Avena barbata, Lolium rigidum*, etc. También están presentes distintas especies de leguminosas como: T*rifolium subterraneum, T. glomeratum, T. cherieri, T. campestre, Medicago polimorpha,* etc. Otra familia bien representada en los pastos son las compuestas: *Crepis capillaris, Leontodon longirrotris, Tolpis barbata, Hipochaeris glabra, Bellis annua* y *Chamaemelum fuscatum*. Además de las especies anteriormente mencionadas hay que destacar otras muy abundante en la zona como *Plantago lagopus, P. coronopus, Echium palantagineum, Tuberaria guttata, Erodium cicutarium, Geranium molle, Spergula arvensis, Spergularia rubra, Moenchia erecta, Silene gallica*,

*Cerastium glomeratum, Rumex bucephalophorus, Euphorbia exigua, Diplotaxis catholica,* etc. (Fernández Alés y otros, 1989).

6.8.2.2. Vegetación en las zonas de obra

Por lo general en la zona prevista para ubicar el túnel a construir, se presenta una vegetación típica de dehesa de *Quercus ilex subsp ballota* con baja densidad y con ausencia de matorral debido a su manejo para aprovechamiento ganadero y cinegético.

En el caso concreto de las zonas que se pueden ver más afectadas por el Proyecto (bocas de entrada y salida del túnel), las especies presentes en la zona de entrada al túnel son *Rubus ulmifolius* (zarza), *Cistus ladanifer* (jara pringosa) y *C. monspeliensis* (jaguarzo), *Rosa sempervirens* (mosquete), *Nerium oleander* (adelfa), *Olea europaea var. sylvestris* (acebuche), *Menta pulegium* (poleo), *Ulex parviflorus* (aulaga)

Mientras que en la boca de salida, la vegetación natural es similar pero ocupa menor superficie al afectar tanto a zona de dehesa como a construcciones y cultivos de olivar.

Las zonas cercanas colindantes al canal presentan en una franja muy pequeña vegetación ripícola, consecuencia de las fugas y desbordes puntuales del canal, este tipo de vegetación también aparece en el arroyo del Cuco, pero en ambos casos la vegetación ripícola no se presenta en galería desarrollada. Las especies presentes son arbustos tales como zarzas (*Rubus fructicosus*), madre selva (*Lonicera japonica*), adelfas (*Nerium oleander*), cañas (*Arundo donax*), juncos (*Juncus acutus*), eneas (*Thypa angustifolia*) y tarajes (*Tamarix sp*).



**Ilustración 38. Vista general de la zona de entrada al túnel existente, en las zonas próximas al canal se observa vegetación ripícola, mientras que en las zonas más alejadas se observa matorral mediterráneo en degradación, y al fondo dehesa de encinas.**

### 6.8.3. Vegetación actual imágenes

6.8.3.1. Vegetación entrada de azud de Matavacas y arroyo del Cuco



**Ilustración 39. *Olea europaea var. sylvestris***

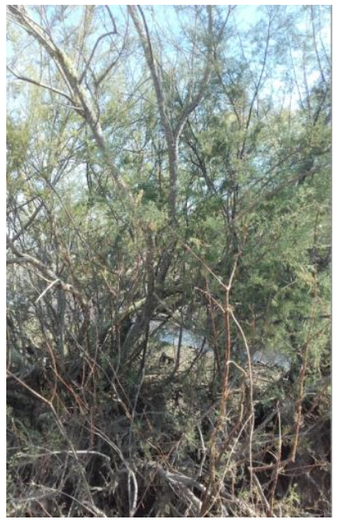


**Ilustración 40. *Tamarix sp*.**



**Ilustración 41. *Rubus fructicosus.***



**Ilustración 42. *Juncus Acutus.***

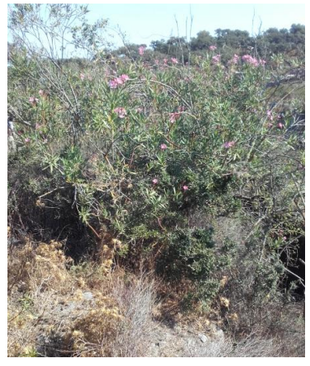


**Ilustración 43. *Nerium oleander*.**



**Ilustración 44. Vegetación arroyo del Cuco, el proyecto no prevé actuar en esta zona por lo que no se ve afectada.**

Vegetación boca de entrada del túnel actual



**Ilustración 45. *Quercus ilex subsp ballota*.**



**Ilustración 46. *Lavandula stoechas***



**Ilustración 49. Cistus monspeliensis**

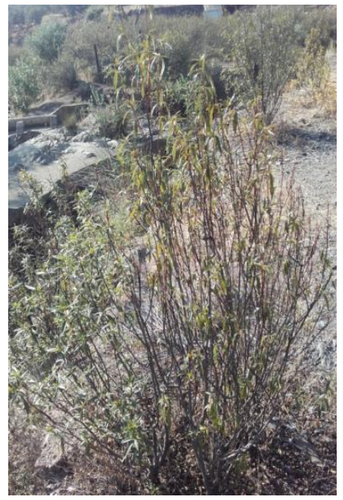


**Ilustración 50. Cistus ladanifer.**



**Ilustración 47. Ulex parviflora.**

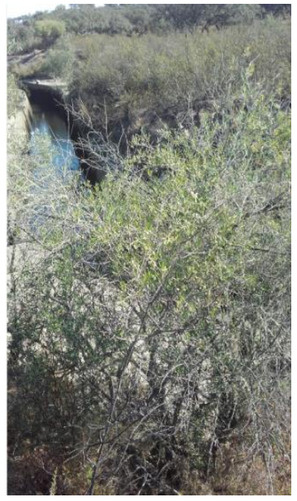


**Ilustración 48. Olea europaea var. sylvestris.**

6.8.3.2. Vegetación boca de entrada del túnel proyectado

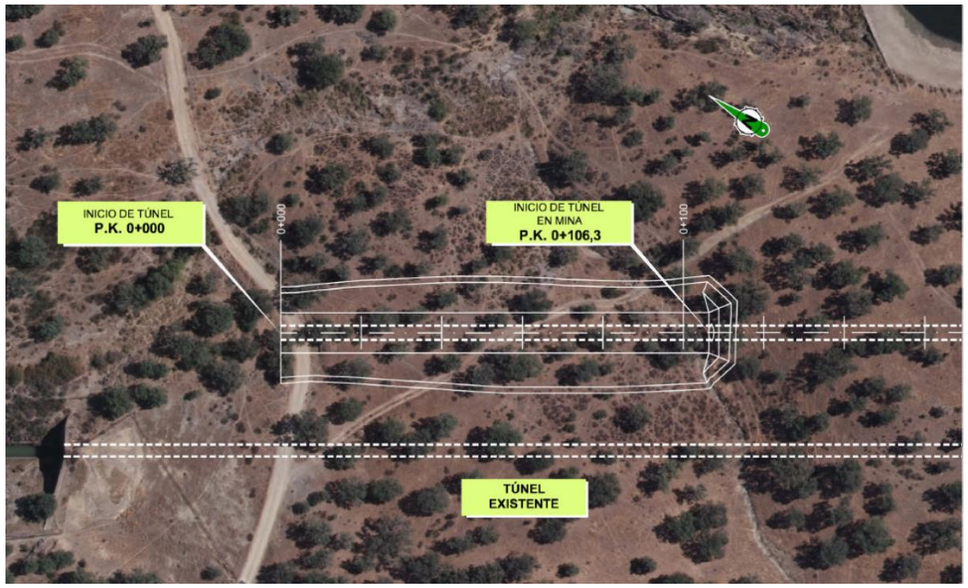



**Ilustración 51. Entrada túnel San Silvestre. Solución propuesta: trazado Este, 20 m3/s, ejecución mediante tuneladora con Doble-Escudo.**



**Ilustración 52. *Quercus ilex subsp ballota* junto con pastizal y cortejo de *Cistus ladanifer*, *Cistus mospeliensis* y *Lavandula stoechas*.**

6.8.3.3. Vegetación boca de salida del túnel actual



**Ilustración 53. Salida del túnel fuertemente antropizada vegetando tan solo Rosa sempervirens junto con Tamarix sp, Rubus fruticosus y Cistus sp.**

6.8.3.4. Vegetación boca de salida del túnel proyectado




**Ilustración 54. Salida túnel San Silvestre. Solución propuesta: trazado Este, 20 m3/s, ejecución mediante tuneladora con Doble-Escudo.**



**Ilustración 55. Dehesa de *Quercus ilex subsp ballota* en área salida de túnel.**



**Ilustración 56. *Olea europaea* en zona de instalaciones auxiliares**



**Ilustración 57. Ausencia de vegetación zona antropizada**



**Ilustración 58. Dehesa de *Quercus ilex subsp ballota* junto con instalaciones de riego.**

### 6.8.4. Flora y espacios naturales

La Resolución de 6 de marzo de 2012 mediante informe de carácter vinculante respecto a la Autorización Ambiental Unificada (AAU) del Proyecto de desdoblamiento del túnel de San Silvestre indicaba en su página 12 que “No se tiene constancia de la presencia de especies de flora catalogada en la zona de trabajo”, por lo que no se estima que puedan existir afecciones a la flora arriba indicada.

No obstante, al encontrase el proyecto ubicado en la ZEC” Andévalo Occidental” se aporta listado de las especies relevantes de flora de dicha ZEC. Fuente: Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación Andévalo Occidental (ES6150010).

| Tipo | Especie | Endemismo | Categoría de amenaza | | Estado de conservación para la región biogeográfica mediterránea | | | | | | | | | | Planes de gestión o conservación | Fuente |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | A escala europea | | | | | A escala estatal | | | | | | |
| | | | CAEA | CEEA | Rango | Población | Hábitat de la especie | Perspectivas futuras | Evaluación Global | Rango | Población | Hábitat de la especie | Perspectivas futuras | Evaluación Global | | |
| A II | *Marsilea batardae* | Ibérico | EPE | EPE | XX | XX | U2 | U2 | **U2**x | XX | U1 | U2 | U2 | **U2**x | PH | 1, 2, 3 |
| | *Salix salviifolia* | O. P. Ibérica | | | FV | FV | XX | XX | **XX**x | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | | 2 |
| O | *Isoetes durieui* | Oeste medit. | VU | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | 1, 2, 3, 4 |
| | *Spiranthes aestivalis* | - | | - | FV | XX | XX | XX | **XX**N/A | FV | XX | XX | XX | **XX** | | 2 |

**Ilustración 59. : Relación de especies relevantes de flora en la ZEC Andévalo Occidental.**

Leyenda:

- **Tipo A-II**: Anexo II de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, O: otras especies relevantes.
- **Categoría de amenaza CAEA**. Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas (establecido por la Ley 8/2003 de 18 de octubre y modificado por el Decreto 23/2012, de 14 de febrero.). CEEA: Catálogo Español de Especies Amenazadas (R.D. 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas). **VU**: vulnerable, **EPE**: en peligro de extinción.
- **Estado de Conservación** La información del estado de conservación se corresponde con la información procedente del informe sexenal del periodo 2007-2012 elaborado en cumplimiento de los artículos 10 y 17 de la Directiva Hábitats.
- **FV:** favorable, **U1**: inadecuado, **U2:** malo, **XX**: desconocido. Tendencia de la Evaluación global: **+**: positiva, **-** : negativa, **=**: estable, **x**: desconocida, **N/A**: sin reportar.
- **Planes de gestión o conservación**: PH: Plan de Recuperación y Conservación de Helechos (Acuerdo de 13 de marzo de 2012, del Consejo de Gobierno)
- **Fuente**: fuente de referencia de información que corrobora la presencia de la especie en el espacio.
  **1.** Base de datos de flora amenazada (FAME) Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, datos de 2012.
  **2**. B. Valdés et al. 2010. Guía de las especies de interés de la flora del Andévalo y la Sierra de Huelva. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
  **3.** A.J. Delgado y L. Plaza. 2006. Helechos amenazados de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
  **4**. Plan de recuperación y conservación de helechos (Acuerdo de 13 de marzo de 2012, del Consejo de Gobierno).

### 6.9. FAUNA

El inventario de la fauna afectada por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre no se debe centrar estrictamente al área que ocupa la actuación, sino que al encontrarse en la ZEC Andévalo Occidental, se debe ampliar a la fauna silvestre de este espacio natural protegido.

### 6.9.1. Aves

Las diferentes fuentes consultadas confirman la presencia de 163 especies de aves en la ZEC.

Los censos que cada cinco años se realizan de elanio azul (*Elanus caeruleus*), arrojan datos sobre la presencia de esta especie en el entorno próximo al límite Sur de la ZEC (San Silvestre de Guzmán, Ayamonte, Cartaya y Villanueva de los Castillejos). Por otra parte, los censos de águila real (*Aquila chrysaetos*), muestran cuatro territorios ocupados de reproducción y nidificación desde el año 2002. Dos de estos territorios se localizan en Puebla de Guzmán (zona del Cerro de Gibraltar y entorno del Chanza), otro en Los Romeranos, en San Silvestre de Guzmán, y el cuarto en Los Millares en Sanlúcar de Guadiana; siendo este último el núcleo más recientemente ocupado (año 2011).

Asimismo, la totalidad de la superficie del espacio se conforma como un área de dispersión del águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*), especie prioritaria.

En la Zona de Especial Conservación (ZEC) y su entorno próximo se han identificado tres territorios de cigüeña negra (*Ciconia nigra*). Uno está localizado en la zona de Los Millares en el término de Sanlúcar del Guadiana. Este núcleo viene siendo ocupado desde el año 2009. Otro de los territorios se localiza en El Madroñal, municipio de El Almendro, y corresponde con el último territorio ocupado en el ámbito de la Zona de Especial Conservación (ZEC). Por último, existe otro núcleo en el término municipal de la Puebla de Guzmán a poco más de un kilómetro del límite de la Zona de Especial Conservación (ZEC). En este caso el territorio, también ocupado en los últimos años (desde el 2009) acoge tres nidos.

Asimismo, se han identificado dos dormideros de cigüeña negra. En uno de ellos, situado en el término municipal de Cartaya, en las proximidades del embalse del Piedras, se censaron en 2007 14 individuos. El otro en El Almendro, a unos 6 km de la Zona de Especial Conservación (ZEC), en el que se ha censado un único ejemplar en el año 2008.

En el embalse del Chanza se tiene identificado un dormidero de águila pescadora (*Pandion haliaetus*) ocupado recientemente.

En relación con las aves esteparias, los pastizales mezclados con jarales y dehesas de baja densidad y parcelas agrícolas Zona de Especial Conservación (ZEC) de la  hacen que parte de su superficie se encuentre dentro del ámbito de aplicación del Plan de recuperación de aves esteparias. Esta área es especialmente importante para la avutarda (Otis tarda) donde se ha observado su presencia en varias localizaciones muy próximas a los límites de la Zona de Especial Conservación (ZEC) : a unos 3-5 km en Villanueva de los Castillejos y a unos 2 km en Villablanca y Ayamonte. Dentro de sus límites también se ha confirmado la presencia de otras dos aves esteparias: sisón común (*Tetrax tetrax*) y ganga ortega (*Pterocles orientalis*). Las poblaciones de sisón son destacables en cuanto a número de ejemplares (puntos de muestreo realizados por transecto) y se localizan tanto dentro del espacio (El Granado, Paymogo y Villanueva de los Castillejos) como en las proximidades de éste (Villanueva de los Castillejos, Puebla de Guzmán y Villablanca). Se ha confirmado la presencia de ganga ortega dentro de la Zona de Especial Conservación (ZEC)  (El Granado) y en las proximidades de la ZEC, justo en el límite en el municipio de Villanueva de los Castillejos, en 2007 y 2008. Los muestreos en 2010 destacan su aparición cercana a la zona central de la  Zona de Especial Conservación (ZEC) Andévalo Occidental, el mantenimiento de los núcleos al Sur del espacio y su detección en la zona Norte, fuera de la ZE Zona de Especial Conservación (ZEC) .

Todos estos datos arrojados por las campañas de seguimiento de esteparias han conducido a que parte de la Zona de Especial Conservación Andévalo Occidental se considere como ámbito de aplicación del Plan de Recuperación y Conservación de Aves Esteparias (Villanueva de los Castillejos El Granado y San Silvestre de Guzmán). Asimismo, resulta un área de interés para las aves en migración.

Se detecta una única pareja de águila perdicera (*Hieraaetus fasciatus*), en la frontera del espacio con Portugal, en el municipio de San Silvestre de Guzmán. Tienen un nido estable desde 2008 y en 2010 aparece una pareja reproductora.

La  Zona de Especial Conservación (ZEC) también es zona de reproducción y nidificación del búho real (*Bubo bubo*).

En 2010 se dan en el espacio avistamientos esporádicos de aguilucho cenizo (*Circus pygargus*).

En referencia a las aves acuáticas, el embalse de Piedras alberga una importante colonia de cría de ardeidas en las islas centrales, que incluye especies como la garza real (*Ardea cinerea*), garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*) y garceta común (*Egretta garzetta*). En el aliviadero del embalse, junto a la presa se forma una colonia de garza imperial (*Ardea purpurea*).

Entre las aves carroñeras presentes se encuentran el buitre negro (*Aegypius monachus*) y el leonado (*Gyps fulvus*).

### 6.9.2. Mamíferos

En lo relativo a mamíferos, el espacio se configura como un área potencial para el lince ibérico (*Lynx pardinus*) a pesar de que no se encuentre presente en la actualidad. Es reseñable la gran abundancia de ejemplares de especies ubiquistas como el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), cuya densidad es aproximadamente de 18,20 ind./ha en el Área Cinegética del Andévalo según el Plan de gestión integral del conejo. Asimismo los numerosos cursos fluviales de la  Zona de Especial Conservación (ZEC) propician la presencia de la nutria (*Lutra lutra*). También se encuentran representados otros mamíferos entre los que destaca el gato montés (*Felis sylvestris*) y varias especies de interés cinegético: ciervo (*Cervus elaphus*) y jabalí (*Sus scrofa*).



**Ilustración 60. Fauna cinegética en las inmediaciones de la boca de entrada al túnel. Obsérvese silueta de ciervo hembra entre las encinas centrales, así como madre y cría agachadas bajo la segunda encina desde la izquierda.**

El grupo de los murciélagos es relativamente importante en la Zona de Especial Conservación (ZEC). Dentro de los trabajos relativos a quirópteros enmarcados en el Programa de emergencias, control epidemiológico y seguimiento de fauna silvestre de Andalucía se han identificado los refugios Minas de Santa Catalina I y II y Las Zahurditas que acogen poblaciones reproductoras de murciélago mediano de herradura (*Rhinolophus mehelyi*), murciélago pequeño de herradura (*Rhinolophus hipposideros*), murciélago ratonero gris (*Myotis natarei (=M. scalerai)*), murciélago de cueva (*Miniopterus schreibersii*), murciélago grande de herradura (*Rhinolophus ferrumequinum)* y murciélago ratonero grande y mediano (*Myotis myotis* y *M. blythii*, respectivamente). Otras fuentes consultadas citan también al murciélago pequeño de herradura (*Rhinolophus euryale*).

### 6.9.3. Anfibios y reptiles

Las posibilidades que ofrecen la red hídrica y las numerosas aguas embalsadas dentro de la Zona de Especial Conservación (ZEC) se manifiestan en la relativa importancia de la zona para estas clases. En los municipios de Puebla de Guzmán, Paymogo, Villanueva de los Castillejos, se localizan parajes importancia para la conservación de anfibios y reptiles.

El área de distribución de sapillo pintojo (*Discoglossus galganoi*) se extiende por prácticamente todo el territorio de la Zona de Especial Conservación (ZEC) excepto una pequeña área localizada en Sanlúcar de Guadiana y San Silvestre de Guzmán. Otras especies relevantes de anfibios presentes en la Zona de Especial Conservación (ZEC) son el sapo partero ibérico (*Alytes cisternasii*), el sapo corredor (Bufo calamita), la ranita meridional (*Hyla meridionalis*) o el sapo de espuela (*Pelobates cultripes*) además de otros sapos, ranas y tritones de presencia más generalizada.

En cuanto a los reptiles, destaca la presencia del galápago leproso (*Mauremys leprosa*), el galápago europeo (*Emys orbicularis*), eslizón ibérico (*Chalcides bedriagai)*, y la lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*) además de otras especies de reptiles incluidas en el Listado Andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial como la víbora hocicuda *(Vípera latestei*), lagartija colirroja (*Acanthodactylus erythrurus*), culebra de agua (*Natrix maura*), lagartija colilarga (*Psammodromus algirus*) o salamanquesa común (*Tarentela mauritanica*).

### 6.9.4. Peces

La red de cauces fluviales de las Demarcaciones Hidrográficas del Guadiana y del Tinto-Odiel-Piedras incluye ictiofauna diversa entre la que es destacable el pez fraile (*Salaria fluvialitis*), el sábalo (*Alosa alosa*), boga de río (*Pseudochondrostoma wilkommii*), pardilla (*Iberochondrostoma lemmingii*), barbo, (*Barbus comiza*), jarabugo (*Anaecypris hispanica*) y colmilleja (*Cobitis paludica*). En el río Guadiana, que bordea al espacio se localizan tramos con presencia de lamprea marina (*Petromyzon marinus*) por lo que en cursos de mayor caudal de la porción Sur de la Zona de Especial Conservación (ZEC) es más que probable su presencia. También constituyen un hábitat potencial para el esturión (*Acipenser sturio*), especie prioritaria y considerada extinta en el espacio.

### 6.9.5. Inventario de especies relevantes de fauna

Dentro de la Zona de Especial Conservación Andévalo Occidental se han identificado diversas especies amenazas según el Catálogo Español de Especies Amenazadas y el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas. Este último incluye a 8 especies en peligro de extinción y 15 vulnerables.

Al igual que con la vegetación, con el fin de concretar las especies de fauna se aporta listado de las especies relevantes de fauna de dicha Zona de Especial Conservación (ZEC). Fuente: Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación Andévalo Occidental (ES6150010).

| Tipo | Especie | Endemismo | Categoría de amenaza | | Estado de conservación para la región biogeográfica mediterránea | | | | | | | | | | Conservación Planes de gestión o | Fuente |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | A escala europea | | | | | A escala estatal | | | | | | |
| | | | CAEA | CEEA | Rango | Población | Hábitat de la especie | Perspectivas futuras | Evaluación global | Rango | Población | Hábitat de la especie | Perspectivas futuras | Evaluación global | | |
| AII | *Acipenser sturio ** | - | EPE | EPE | U1 | U2 | U1 | U2 | **U2+** | N/A | N/A | N/A | N/A | **N/A** | PPI | 1, 3 |
| | *Alosa alosa* | - | - | - | U2 | U2 | U2 | U2 | **U2-** | U2 | U2 | U2 | U2 | **U2-** | - | 1, 3, 5 |
| | *Anaecypris hispanica* | Cuenca Guadiana | EPE | EPE | U2 | U2 | U2 | U2 | **U2-** | U2 | U2 | U2 | U2 | **U2-** | PPI | 3, 5, 6, 7 |
| | *Barbus comiza* | P. Ibérica | - | - | U1 | U1 | U1 | U2 | **U2-** | U1 | U1 | U1 | U2 | **U2-** | - | 1, 5 |
| | *Chondrostoma polylepis {=C. willkommii; =Pseudochondrostoma willkommii}* | Cuenca Guadiana | - | - | U1 | U2 | U2 | U1 | **U2-** | U1 | U2 | U1 | U1 | **U2-** | - | 1, 3, 5 |
| | *Cobitis paludica* | P. Ibérica | - | - | U1 | U2 | U1 | U1 | **U2-** | U1 | U2 | U1 | U1 | **U2-** | - | 1 |
| | *Discoglossus galganoi* | O P. Ibérica | - | - | FV | XX | XX | XX | **XXN/A** | FV | FV | FV | FV | FV | - | 1, 4, 5 |
| | *Emys orbicularis* | - | - | - | XX | XX | U1 | U1 | **U1x** | XX | XX | U1 | U1 | **U1x** | - | 1, 4, 5 |
| | *Iberochondrostoma lemmingii* | P. Ibérica | - | - | U1 | U2 | U2 | U1 | **U2-** | U1 | U2 | U2 | U1 | **U2-** | - | 1, 2 |
| | *Lutra lutra* | - | - | - | FV | XX | FV | XX | **XXN/A** | FV | FV | FV | XX | **FV** | - | 1, 5 |
| | *Lynx pardinus ** | S P. Ibérica | EPE | EPE | U2 | U2 | U1 | U1 | **U2+** | U2 | U2 | U1 | U1 | **U2+** | PL | 1, 5 |
| | *Mauremys leprosa* | Iberico magrebí | - | - | FV | FV | FV | XX | **FVN/A** | FV | FV | FV | XX | **FV** | - | 1, 5 |
| | *Miniopterus schreibersii* | - | VU | VU | U1 | U1 | U1 | U2 | **U2=** | U1 | U1 | FV | U1 | **U1x** | - | 2, 5 |
| | *Myotis myotis* | - | VU | VU | U1 | U1 | U1 | U1 | **U1-** | U1 | U1 | FV | U1 | **U1=** | - | 2, 5 |
| | *Petromyzon marinus* | - | EPE | EPE | U2 | U2 | U1 | U2 | **U2-** | U2 | U2 | U1 | U2 | **U2-** | PPI | 1, 3, 5 |
| | *Rhinolophus euryale* | - | VU | VU | U1 | U1 | U1 | U1 | **U1+** | U1 | U1 | U1 | U1 | **U1=** | - | 5 |
| | *Rhinolophus ferrumequinum* | - | VU | VU | U1 | U1 | U1 | U2 | **U2=** | U1 | U1 | U1 | U1 | **U1-** | - | 2, 5 |
| | *Rhinolophus hipposideros* | - | - | - | U1 | U1 | U1 | U1 | **U1-** | U1 | U1 | U1 | U1 | **U1=** | - | 2, 5 |
| | *Rhinolophus mehelyi* | - | VU | VU | U1 | U2 | U2 | U1 | **U2=** | U1 | U2 | U2 | U1 | **U2+** | - | 2, 5 |
| AIV | *Aegypius monachus* | - | VU | VU | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PN | 1, 2 |
| | *Alcedo atthis* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Anthus campestris* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | *Aquila adalberti* | - | EPE | EPE | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PAI | 1, 2, 5 |
| | *Aquila chrysaetos* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2, 5 |
| | *Ardea purpurea* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2, 5 |
| | *Bubo bubo* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Burhinus oedicnemus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Calandrella brachydactyla* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Ciconia ciconia* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Ciconia nigra* | - | EPE | VU | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PAH | 1, 2, 5 |
| | *Circaetus gallicus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Circus aeruginosus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | *Circus cyaneus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | *Circus pygargus* | - | VU | VU | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PE | 1, 5 |
| | *Coracias garrulus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | *Egretta garzetta* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 |
| | *Elanus caeruleus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 2 |
| | *Emberiza hortulana* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | *Falco columbarius* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | *Falco peregrinus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | *Galerida theklae* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | *Gyps fulvus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PN | 1, 2 |
| | *Hieraaetus fasciatus* | - | VU | VU | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 2 |
| | *Hieraaetus pennatus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Himantopus himantopus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 |
| | *Ixobrychus minutus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 |
| | *Lullula arborea* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | *Melanocorypha calandra* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Milvus migrans* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Milvus milvus* | - | EPE | EPE | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PN | 1 |
| | *Otis tarda* | - | EPE | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PE | 1, 2, 5 |
| | *Pandion haliaetus* | - | VU | VU | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | *Platalea leucocordia* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 |
| | *Pluvialis apricaria* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 2 |
| | *Pterocles orientalis* | - | VU | VU | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PE | 2, 5 |
| | *Pyrrhocorax pyrrhocorax* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | *Sylvia undata* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | *Tetrax tetrax* | - | VU | VU | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PE | 1, 2, 5 |
| | *Tringa glareola* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| AM | *Accipiter gentilis* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Actitis hypoleucos* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Aegithalos caudatus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Alauda arvensis* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Alectoris rufa* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Anas platyrhynchos* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 2, 5 |
| | *Anas strepera* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 2,5 |
| | *Apus apus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Apus pallidus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Ardea cinerea* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 2,5 |
| | *Asio otus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Athene noctua* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Bubulcus ibis* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 2,5 |
| | *Buteo buteo* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Caprimulgus ruficollis* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Carduelis cannabina* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Carduelis carduelis* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Carduelis chloris* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Cercotrichas galactotes* | - | VU | VU | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | *Certhia brachydactyla* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Cettia cetti* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Charadrius dubius* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Clamator glandarius* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Coccothraustes coccothraustes* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Columba palumbus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Corvus corax* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Corvus monedula* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Cuculus canorus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Delichon urbica* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Dendrocopos major* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Falco subbuteo* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Falco tinnunculus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Fringilla coelebs* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Fulica atra* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 2, 5 |
| | *Galerida cristata* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Gallinula chloropus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 2, 5 |
| | *Hippolais polyglotta* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Hirundo rustica* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Lanius excubitor* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Lanius senator* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Luscinia megarhynchos* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Merops apiaster* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Monticola solitarius* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Motacilla cinerea* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Motacilla flava* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Oenanthe hispanica* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Oriolus oriolus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Otus scops* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Parus caeruleus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Parus cristatus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Parus major* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Passer domesticus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Passer montanus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Petronia petronia* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Phylloscopus collybita* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Pica pica* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Picus viridis* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Podiceps cristatus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 2 |
| | *Ptyonoprogne rupestris* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Riparia riparia* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Saxicola torquata* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Serinus serinus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Sitta europaea* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Streptopelia turtur* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Strix aluco* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Sturnus unicolor* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Sylvia atricapilla* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Sylvia hortensis* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Turdus merula* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Turdus viscivorus* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Tyto alba* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| | *Upupa epops* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1, 5 |
| O | *Chalcides bedriagai* | P. Ibérica | - | - | XX | U1 | U1 | U1 | **U1x** | XX | U1 | U1 | U1 | **U1x** | - | 4, 5 |
| | *Felis silvestris* | - | - | - | FV | XX | FV | FV | **FV=** | FV | FV | FV | FV | **FV** | - | 5 |
| O | *Myotis nattereri (=Myotis escalerai)* | - | - | | U1 | XX | XX | XX | **U1=** | U1 | XX | U1 | FV | **U1=** | - | 2, 5 |
| | *Salaria fluviatilis (=Blennius fluvialitis)* | - | VU | VU | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6 |

**Tabla 6-5. Listado de las especies relevantes de fauna de la Zona Especial de Conservación Andévalo Occidental (ES6150010).**

**Leyenda:**

* Especie prioritaria

- **Tipo:** A-II: Anexo II de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, **A-IV**: Anexo IV de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, **A-M**: Aves migratorias, no contempladas en el Anexo IV de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, **O**: otras especies relevantes.
- **Categoría de amenaza CAEA**. Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas (establecido por la Ley 8/2003 de 18 de octubre y modificado por el Decreto 23/2012, de 14 de febrero.). CEEA: Catálogo Español de Especies Amenazadas (R.D.139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas): **VU**: vulnerable, **EPE**: en peligro de extinción.
- **Estado de Conservación**. La información del estado de conservación se corresponde con la información procedente del informe sexenal del periodo 2007-2012 elaborado en cumplimiento de los artículos 10 y 17 de la Directiva Hábitats. Esta información está disponible únicamente para las especies de la Directiva Hábitats. Fuente: Online report on Article 17 of the Habitats Directive: conservation status of habitats & species of Community interest ((2007-2012).

http://bd.eionet.europa.eu/activities/Reporting/Article_17/Reports_2013

**FV**: favorable, **U1**: inadecuado, **U2**: malo, **XX:** desconocido, Tendencia de la Evaluación global: **+**: positiva, **-**: negativa, **=**: estable, **x**: desconocida, **N/A**: sin reportar.

- **Planes de gestión o conservación**
  - **PN**: Plan de Recuperación y Conservación de Aves Necrófagas (Acuerdo de 18 de enero de 2011, del Consejo de Gobierno)
  - **PL**: Plan de Recuperación del lince ibérico (Acuerdo de 18 de enero de 2011, del Consejo de Gobierno)
  - **PAI**: Plan de Recuperación del Águila Imperial Ibérica (Acuerdo de 18 de enero de 2011, del Consejo de Gobierno)
  - **PE**: Plan de Recuperación y Conservación de Aves esteparias (Acuerdo de 18 de enero de 2011, del Consejo de Gobierno)
  - **PAH**: Plan de Recuperación y Conservación de aves de humedales (Acuerdo de 13 de marzo de 2012, del Consejo de Gobierno)
  - **PPI**: Plan de Recuperación y Conservación de peces e invertebrados epicontinentales (Acuerdo de 13 de marzo de 2012, del Consejo de Gobierno)
- **Fuente de referencia** de información que corrobora la presencia de la especie en el espacio.

**1.** Formulario Oficial Red Ecológica Europea Natura 2000.
**2.** Programa de emergencias, control epidemiológico y seguimiento de fauna silvestre de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2012.
**3.** Carlos Fernández-delgado. Elaboración del diagnóstico sobre el estado de conservación de los peces continentales autóctonos e inventariados de los tramos fluviales importantes de Andalucía. Aphanius. 2009.
**4.** Ricardo Reques Rodríguez. Parajes importantes para la conservación de anfibios y reptiles en Andalucía. Ornitur 2006.
**5.** Inventario Nacional de biodiversidad. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2008.
**6**. Ámbito de aplicación del Plan de Recuperación y Conservación de Peces e invertebrados Acuáticos Epicontinentales (Acuerdo de 13 de marzo de 2012, del Consejo de Gobierno).
**7.** Ecología, distribución y conservación de peces continentales en el cuadrante Suroccidental ibérico. F. Blanco, 2006.

## 6.10. PAISAJE

La publicación “Bases para la realización del Sistema de Información de los Paisajes de Andalucía (SCIPA) Sierra Morena” editada en 2014 por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, refiere los aspectos paisajísticos más relevantes del territorio donde se encuentra ubicado el túnel de San Silvestre, para lo que distinguen los siguientes tipos y áreas paisajísticas.

### 6.10.1. Tipo paisajístico a escala subregional

La actuación se enclava en la zona denominada Colinas pizarrosas del piedemonte térmico occidental con dominante natural e intervisibilidad heterogénea.

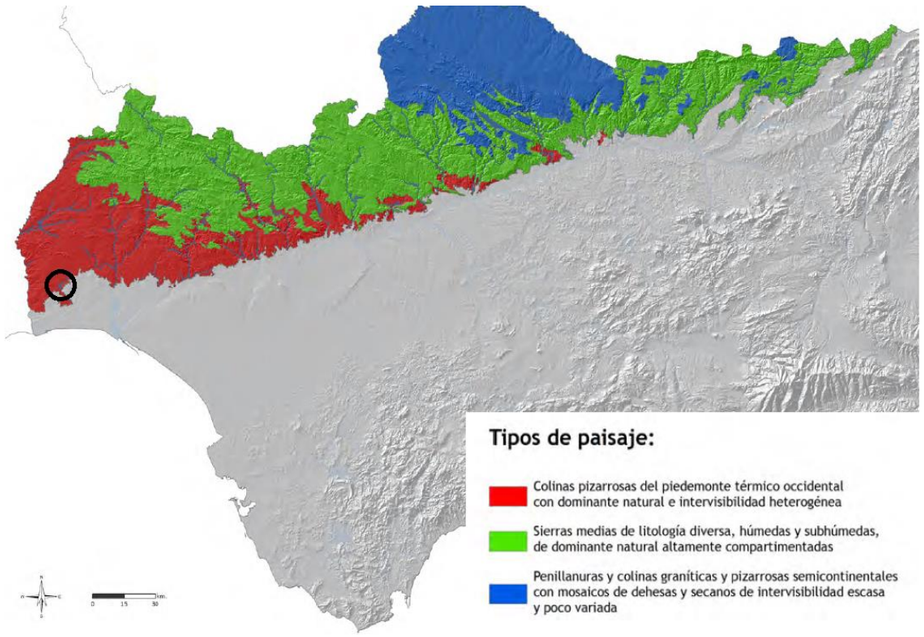



**Ilustración 61. Mapa SCIPA de tipos subregionales. El círculo negro muestra la zona del proyecto.**

Este tipo de paisaje se sitúa en el extremo sudoccidental del macizo hespérico, entre los ríos Guadiana y Guadalquivir, por lo que abarca, con anchura decreciente, todo el piedemonte meridional de la Sierra Morena onubense, sevillana y parte de la cordobesa. La combinatoria de los elementos y factores que determina su carácter paisajístico queda reflejada en la tabla adjunta de clases por variable.

| VARIABLE | CLASE | PORCENTAJE |
|---|---|---|
| Sectores climáticos | 15 | 43,9% |
| | 14 | 35% |
| | 7 | 11,1% |
| | 4 | 7,1% |
| | 10 | 2,6% |
| Roquedo | 8 Pizarras | 67,3% |
| | 12 Rocas volcánicas | 14,4% |
| | 13 Rocas plutónicas | 7% |
| | 5 Margas | 4,2% |
| | 4 Conglomerados | 4,1% |
| Formas del relieve | 4 Colinas | 79% |
| | 1 Alineaciones y macizos serranos | 12,9% |
| | 3 Relieves tabulares | 4,1% |
| Altitud | 1 0-300 m | 95,8% |
| | 2 300-600 m | 4,1% |
| Usos y coberturas del suelo | 6 Espacios de dominante natural | 62,9% |
| | 3 Cultivos forestales | 11,5% |
| | 5 Espacios adehesados | 10,9% |
| | 4 Espacios agrícolas de secano, mosaico de secano, huertas y otros usos tradicionales. Aprovechamientos hidrológicos tradicionales | 10,6% |
| | 2 Espacios agrointensivos e infraestructuras asociadas | 2,9% |
| Intervisibilidad | 4 Parajes alomados de baja visibilidad | 44,8% |
| | 6 Parajes serranos muy cerrados e interiores de muy baja visibilidad | 18,5% |
| | 7 Parajes serranos de visibilidad intermedia | 12,7% |
| | 5 Parajes serranos abiertos de baja visibilidad | 10% |
| | 3 Parajes monótonos suavemente ondulados y de visibilidad baja | 9% |
| | 2 Parajes serranos contrastados de alta y heterogénea intervisibilidad | 4,6% |

**Tabla 6-6. Clases por variable para el tipo de paisaje Colinas pizarrosas del piedemonte térmico occidental con dominante natural e intervisibilidad heterogénea. Fuente: SCIPA Sierra Morena. Junta de Andalucía.**

### 6.10.2. Área paisajística a escala subregional

En esta caracterización la zona donde se ubican los trabajos pertenece a la Unidad Territorial del Andévalo.

El paisaje del Andévalo ha estado fuertemente caracterizado por su condición marginal, una posición desventajosa que le ha desprovisto de una red de comunicaciones adecuadas para su correcta articulación interna y su integración en la región. A esta situación hay que sumar la pobreza de sus suelos pizarrosos, que no permiten otro aprovechamiento más allá de la producción de pastos. Todo esto ha provocado una baja densidad de población en todo el área, situación que se hace más marcada en la banda próxima a Portugal por las tensiones bélicas acaecidas a lo largo de la historia.

La actividad minera fue el motor de cambio de gran parte de la mitad oriental en el siglo XIX. La explotación de la franja pirítica hizo que durante muchos siglos se desarrollara aquí una importante actividad económica que concentró a un gran número de población local en su entorno, dejando además una huella en el paisaje muy importante por las cortas y cerros, instalaciones industriales e infraestructuras de transportes y marcando su impronta en determinados aspectos socioculturales del Andévalo. Pero la crisis del sector minero produjo una reorientación de la economía, que intenta en la actualidad centrarse en la explotación turística del pasado de la cuenca.

La explotación forestal del eucalipto para la fabricación de pasta de papel ha sido quizá la actividad de mayor importancia en el Andévalo. La existencia de tierras poco fértiles, con muy bajos rendimientos agrícolas, hizo hasta tiempos muy recientes, que esta actividad se convirtiera en una buena opción como fuente de ingresos, lo que está repercutiendo de manera muy notable en la desaparición de determinados espacios naturales y en la degradación de los terrenos en los que se asientan dichas explotaciones.

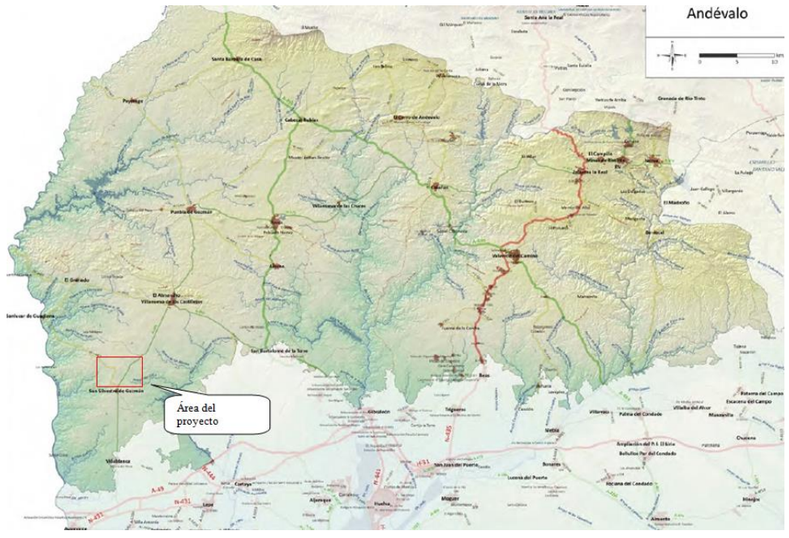



**Ilustración 62. Unidad Territorial Andévalo. Fuente SCIPA Sierra Morena. Junta de Andalucía.**

En la parte más despoblada y aislada (la parte occidental) la naturalidad sigue caracterizando a grandes espacios del Andévalo. Los bosques de encinas y las dehesas constituyen un importante atractivo para la sociedad por el mantenimiento de los paisajes tradicionales, en los que se pueden observar hoy en día muchas de las actividades culturales relacionadas con la cría del ganado, las edificaciones típicas los muros de piedra seca, la recogida de productos forestales, la gastronomía y una variada diversidad de alicientes de alto valor etnológico.

### 6.10.3. Tipo paisajístico a escala comarcal

Atendiendo al Sistema Compartido de Información del Paisaje de Andalucía (SCIPA) Sierra Morena la actuación se encuentra ubicada el tipo paisajístico “Colinas pizarrosas en entornos con influencia de fenómenos endógenos, afectados por fuertes procesos erosivos y que presentan bajos índices de rugosidad y una escasa cubierta vegetal arbolada”

La tipología paisajística que ofrece un entorno predominantemente natural, donde las dehesas de encinas y los pastos cubren unos terrenos topográficamente suaves y de baja productividad agrícola. La ganadería extensiva ha sido, por tanto, la principal actividad socioeconómica dentro de estos sectores. Gracias a la profundidad y amplitud de las vistas que permite la topografía, el paisaje puede ser apreciado, desde determinados puntos, en toda su extensión e integridad. La proximidad de los entornos se pone de manifiesto a través de una serie de elementos característicos como la red caminera de los ruedos, los muros de piedra seca, las casas de labranza y las instalaciones agropecuarias.

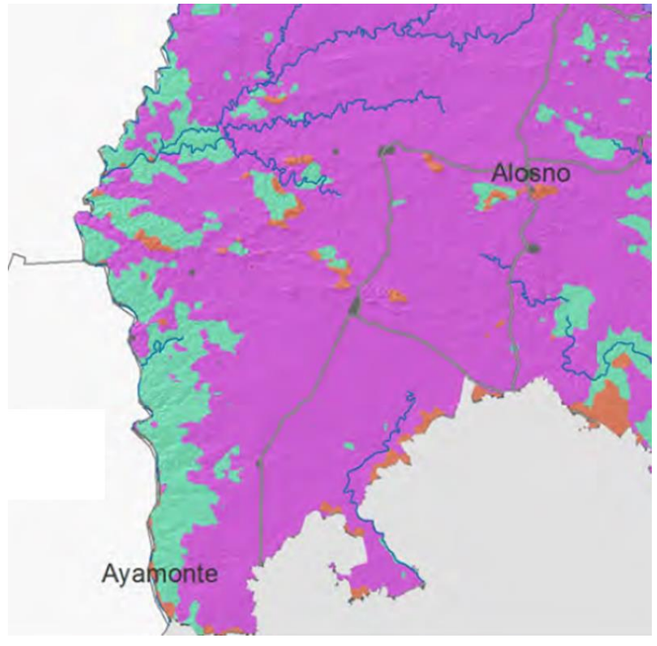



**Ilustración 63. Mapa SCIPA de tipos paisajísticos a escala comarcal. En color rosa se representan las colinas pizarrosas en entornos con influencia de fenómenos endógenos, afectados por fuertes procesos erosivos y que presentan bajos índices de rugosidad y una escasa.**

### 6.10.4. Evaluación del paisaje

El paisaje predominante en la zona es la dehesa. La dehesa es un sistema silvopastoral que procede de la acción del hombre sobre el bosque mediterráneo de quercíneas, aclarándolo y

aprovechándolo mediante una explotación en extensividad. Proceden de encinares y alcornocales que han sido despojados de matorral con fines agrícolas, ganaderos y forestales y que en su mayoría tienen un interés cinegético. La ganadería tradicional extensiva ha permitido la conservación de razas ganaderas emblemáticas del paisaje rural andaluz como el toro de lidia, el cerdo ibérico, la oveja merina, la vaca retinta o el caballo cartujano.

Otro tipo de paisaje que encontramos es el paisaje de cultivos representado fundamentalmente por las zonas dedicadas al olivar.

El relieve es suave y ondulado. La vegetación es abundante en la zona y característica de las áreas adehesadas. Los elementos humanos más destacables son la carretera A-499, las construcciones y viviendas agrícolas y los caminos rurales.

### 6.11. PATRIMONIO HISTÓRICO

#### 6.11.1. Patrimonio histórico

Para el estudio de las afecciones se ha acudido al localizador cartográfico del Patrimonio Cultural Andaluz consultado a través de la web del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico de la Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico de la Junta de Andalucía (IAPH).

Se incluye imagen de la misma donde se recoge la información de la zona de actuación del proyecto.

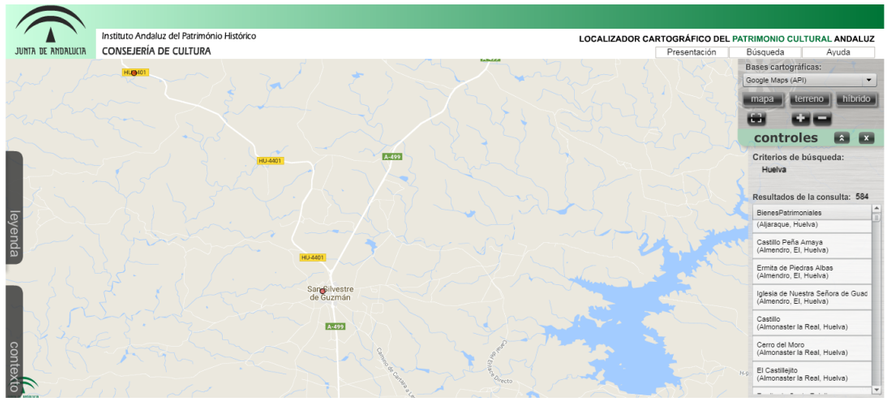



**Ilustración 64. Imagen web IAPH indicando los dos Bienes de Interés Patrimonial más próximos a la obra**

Los únicos Bienes de Interés patrimonial (BIP) son:

- La Iglesia San Silvestre Papa I, en el Término Municipal (TM) de San Silvestre de Guzmán.

Data de la primera mitad del siglo XVI. El edificio es rectangular, constituido por una sola nave a la que se adosa un presbiterio también rectangular, el cual está cubierto por una bóveda de ocho paños sobre tropas con arcos conopiales. El arco triunfal es de medio punto, teniendo sus jambas forma de pilastras toscanas y situándose a ambos lados de éste sendas hornacinas.



**Ilustración 65. La Iglesia del San Silvestre Papa I**

- La Peñuela, en el TM de Sanlúcar de Guadiana

Se trata de un conjunto de edificaciones relacionadas con el uso y almacenamiento del aporte fluvial del Barranco de Santiago. Consta de una noria construida con mampostería de pizarra y fábrica de ladrillo (7,5 ms de diámetro), junto con un pozo conectado con un aljibe mediante una canalización de 13 m. Junto a ellas se constatan los restos constructivos de dos estructuras cuadrangulares, probablemente dos casas, en cuyo frontal de una de ellas parece leerse la fecha de 1922. Su estado de conservación es bueno, se conservan perfectamente todas las estructuras, salvo las casas que han perdido la techumbre y alguna pared.

Ambos Bienes de Interés Patrimonial (BIP) se encuentran a distancia suficiente (1,9 y 3,5 km respectivamente) de la actuación por lo que no son previsibles interacciones en estos.

### 6.11.2. Vías pecuarias

El proyecto cruza transversalmente la Colada de Espada, de anchura legal 5 m. Dicha vía pecuaria está deslindada en el tramo que afecta al Proyecto según la *Resolución de 19 de enero de 2006, de la Secretaría General Técnica, por la que se aprueba el deslinde de la vía pecuarias denominada "Colada de la Espada", en los términos municipales de Villanueva de los Castillejos y El Granado, provincia de Huelva (VP 420/03).*

Como la solución constructiva que resultante del Proyecto consiste en la ejecución de un túnel, el cruce de la obra con la vía pecuaria se produce a distinto nivel y sin afección directa sobre la vía pecuaria.

Así lo estimó la, ya caducada, Autorización Ambiental Unificada de 6 de marzo de 2012 referente a esta misma obra, al no considerar necesario iniciar expediente de ocupación.

A pesar de lo anterior y en previsión de que fuera necesaria la solicitud de ocupación de vía pecuaria el presente Documento Ambiental (DA) contiene apéndice específico para la tramitación, si fuera el caso, de ocupación de vía pecuaria. (Apéndice 3).

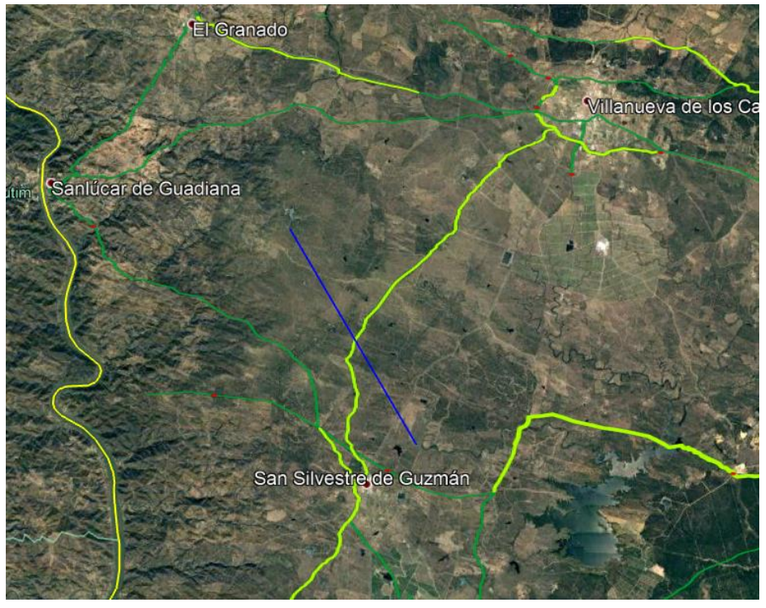



**Ilustración 66. Cruce de vía pecuaria "Colada de la Espada" con el túnel de San Silvestre**

## 6.12. POBLACIÓN Y MEDIO SOCIECONÓMICO

### 6.12.1. Población

Las obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre se ubican en tres términos municipales: El Granado, Sanlúcar de Guadiana y Villanueva de los Castillejos.

Se ha procedido a analizar la evolución de la población de los tres municipios afectados en el período 2000-2020, concluyéndose que tienen una tendencia paulatina al crecimiento negativo, y un estancamiento en la tendencia provincial.

Y se han elaborado gráficos de evolución de la población, los datos consultados para la elaboración de los gráficos pertenecen al censo (años 2000 - 2020) y al padrón y sus rectificaciones anuales y han sido obtenidos a través del Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA) de la página web del Instituto de Estadística de Andalucía.

En los gráficos se puede ver que de los tres municipios estudiados dos de ellos (El Granado y Villanueva de los Castillejos) presentan un acusado descenso poblacional que da como resultado la pérdida de población global en el periodo considerado. Mientras que en Sanlúcar de Guadiana presenta un ligero crecimiento positivo tras el estancamiento poblacional de los últimos años.

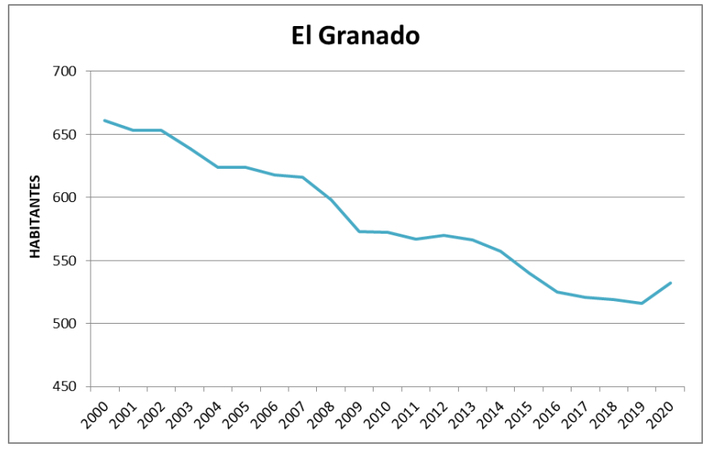



**Ilustración 67. Evolución demográfica de El Granado (2000-2020). Elaboración propia.**

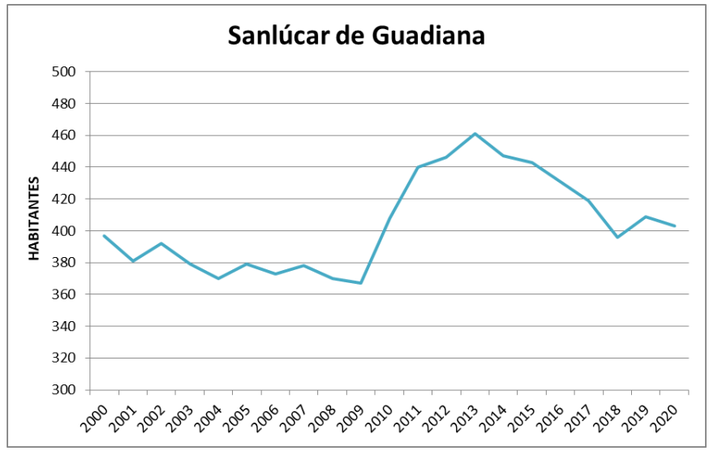



**Ilustración 68. Evolución demográfica de Sanlúcar de Guadiana (2000-2020). Elaboración propia.**

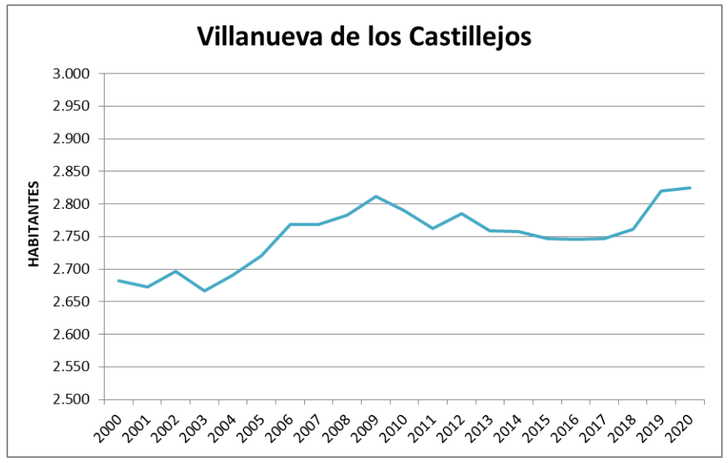



**Ilustración 69. Evolución demográfica de Villanueva de los Castillejos (2000-2020). Elaboración propia.**

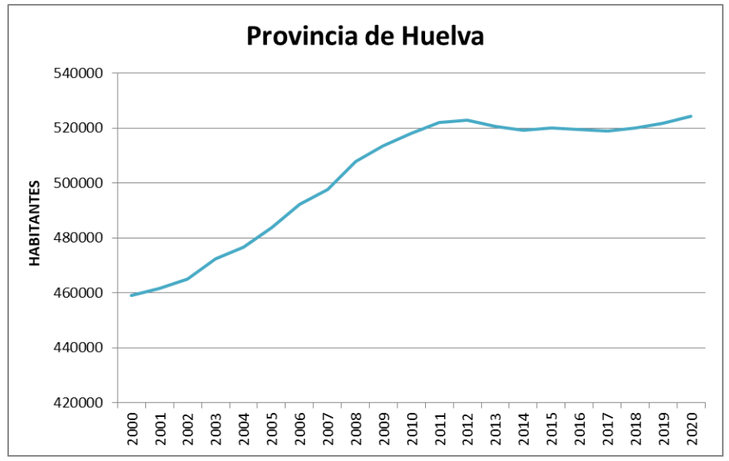



**Ilustración 70. Evolución demográfica de la provincia de Huelva (2000-2020). Elaboración propia.**

### 6.12.2. Medio socioeconómico

En la tabla que se muestra a continuación se indican los porcentajes de población ocupada según sectores económicos desagregados por poblaciones para el año 2001 y provinciales para los años 2001 y 2019 (Datos: Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía de la página web del Instituto de Estadística de Andalucía).

Población ocupada por sector económico (%). Datos año 2001

| Municipios (datos años 2001) | Sector primario | Sector secundario | Construcción | Sector terciario |
|---|---|---|---|---|
| El Granado | 23,70% | 4,74% | 31,28% | 40,28% |
| Sanlúcar de Guadiana | 19,05% | 3,81% | 16,19% | 60,95% |
| Villanueva de los Castillejos | 32,52% | 9,46% | 17,53% | 40,49% |
| Huelva (datos años 2001) | 18,72% | 11,63% | 14,52% | 55,13% |
| Huelva (datos años 2019) | 14,81% | 7,65% | 6,86% | 70,47% |

Con estos datos se deduce que, los municipios estudiados están fuertemente ruralizados teniendo un peso importante el sector primario en la zona, en concreto, la agricultura. El

sector secundario y el terciario no presentan la misma relevancia, excepto en el municipio de Sanlúcar de Guadiana donde el sector servicios genera empleo a un ámbito mayor que el local.

**6.13. ESPACIOS PROTEGIDOS**

Las obras se desarrollan sobre la Zona de Especial Conservación "Andévalo Occidental" el cual se caracteriza por la presencia los siguientes valores ambientales.

Vegetación y flora relevante

Destaca la encina (*Quercus ilex subsp. ballota*), que suele estar acompañada de lentisco (*Pistacia lentiscus*), palmito (*Chamaerops humilis*), mirto (*Myrtus communis*), etc. En las zonas más húmedas del espacio, la encina puede mezclarse con el alcornoque (*Quercus suber*), acompañado por madroño (*Arbustus unedo*), brezo blanco (*Erica arborea*), y madreselva (*Lonicera implexa*).

En los cauces permanentes se encuentran formaciones de fresnos y sauces, en ocasiones sustituidos por choperas, mientras que en los cauces estacionales predominan las formaciones arbustivas como adelfa (*Nerium oleander*) y tamujo (*Flueggea tinctoria*), acompañados por la zarzamora (*Rubus ulmifolius*).

En relación a la flora estacar los endemismos ibéricos como *Armeria linkiana, Salix salviifolia, Euphorbia transtagana* e iberico-magrebí, como *Ceratocapnos heterocarpa* y *Halimium calcynum*. También destaca la presencia de trébol de cuatro hojas (*Marsilea batardae*).

Fauna relevante

Las aves son el grupo mejor representado, con la presencia de 163 especies, entre las que cabe citar elanio azul (*Elanus caeruleus*), águila real (*Aquila chrysaetos*), águila imperial ibérica (*Aquila adalberti)*, y cigüeña negra (*Ciconia nigra*). En relación con las aves esteparias destacar avutarda (*Otis tarda*), sisón común (*Tetrax tetrax*) y ganga ortega (*Pterocles orientalis*), y entre las aves carroñeras presentes se encuentran el buitre negro (*Aegypius monachus*) y el leonado (*Gyps fulvus*).

Entre los mamíferos, se han identificado poblaciones de quirópteros como murciélago mediano de herradura (*Rhinolophus mehelyi*), murciélago pequeño de herradura (*Rhinolophus hipposideros*), murciélago ratonero gris (*Myotis natarei* (=*M. scalerai*)), murciélago de cueva (*Miniopterus schreibersii*) y murciélago grande de herradura (*Rhinolophus ferrumequinum*).

También es posible encontrar anfibios y reptiles, como sapillo pintojo (*Discoglossus galganoi*), galápago leproso (*Mauremys leprosa*), galápago europeo (*Emys orbicularis*) o víbora hocicuda (*Vípera latestei*).

Hábitat de interés comunitario

Se han identificado 12 Hábitat de Interés Comunitario (HIC), de los que 1 tiene carácter prioritario: «Estanques temporales mediterráneos (3170*)».

Además, están calificados como hábitat muy raro los siguientes: «Lagos eutróficos naturales con vegetación *Magnopotamion* o *Hydrocharition* (3150)», «Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion-Holoschoenion* (6420)», «Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica (8220)» y «Fresnedas termófilas de *Fraxinus angustifolia* (91B0)».

Ninguno de estos hábitats está en el ámbito de ejecución de las obras.

Prioridad de conservación

Las Prioridades de Conservación sobre las que se orienta la gestión y conservación del espacio son:

- Aves territoriales.
- Aves esteparias.
- Conectividad ecológica.

En el punto 12 de este Documento Ambiental (DA) se desarrollan en profundidad las afecciones que la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre a la Zona de Especial Conservación (ZEC) Andévalo Occidental.

# 7. DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE TODOS LOS POSIBLES EFECTOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO EN EL MEDIO AMBIENTE

A continuación se realiza una comparación de la incidencia ambiental de las distintas alternativas. Para ello se utilizarán una serie de indicadores sencillos, que ofrecen una valoración aproximada del impacto causado sobre los factores físicos, bióticos y de paisaje. Estos indicadores se basan en los parámetros que describen las acciones que mayor impacto producen la construcción de infraestructuras (como los movimientos de tierra) y los que derivan del efecto de la ocupación del suelo, valorando en este caso la calidad del factor según el medio.

Para la evaluación previa de las alternativas que se han definido en esta fase, se han seleccionado seis indicadores, que siguen los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado.
- Ser relevantes, es decir, capaces de proporcionar información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, para evitar contabilizar un mismo impacto dos o varias veces.
- Ser de fácil identificación.
- Ser de fácil cuantificación.

Se enumeran a continuación los aspectos ambientales potencialmente afectables por las alternativas. Estos aspectos son:

- Población (usos del suelo, Plan General de Ordenación Urbana, expropiaciones, servicios afectados, cortes de tráfico)
- Salud humana
- Flora: cubierta vegetal -distribución y estructura- (en Dominio Público Hidráulico, en terrenos forestales, etc.); especies, especies protegidas
- Fauna: especies, especies protegidas
- Biodiversidad (especies de interés, hábitats de interés, espacios protegidos)
- la conectividad ecológica
- Suelo
- Atmósfera (aire -calidad-, ruidos, vibraciones, emisiones de gases y partículas y olores)
- Agua: sistema hidrológico (régimen de caudales; calidad y cantidad; masas de agua)
- Clima
- Cambio climático
- Paisaje
- Patrimonio cultural
- Vías pecuarias

La puntuación definitiva del posible efecto causado para cada elemento ambiental es el resultado de la suma de las puntuaciones de cada uno de los criterios, los cuales se multiplican por el peso específico de cada factor, número que se le otorga en relación a la importancia del factor y a la calidad ambiental del entorno.

Los pesos específicos se otorgan a cada factor teniendo en cuenta la calidad ambiental del factor en el ámbito del proyecto y su capacidad de absorber el impacto por si solo o con medidas preventivas y correctoras.

Los pesos específicos se valoran con puntuaciones de 1 al 10, repartidos de la siguiente forma:

| **Elemento ambiental significativo, recurso o factor** | **Peso o importancia del recurso** |
|---|---|
| la población (expropiaciones, servicios afectados, cortes de acceso, de tráfico; caza y pesca) | 6 |
| la salud humana (contaminación acústica) | 2 |
| la flora: cubierta vegetal -distribución y estructura- | 6 |
| la fauna: desplazamiento especies | 6 |
| la biodiversidad: hábitats naturales de interés comunitario | 6 |
| la biodiversidad: especies de interés o amenazadas | 4 |
| la biodiversidad a través de ocupación de EPRN2000 | 4 |
| la geodiversidad (alteración topografía, generación residuos inertes) | 6 |
| la atmósfera (ruidos, vibraciones, gases y partículas y olores) | 6 |
| la masa de agua superficial (calidad y cantidad) | 3 |
| la masa de agua subterránea (permeabilidad, flujos, acuíferos, calidad, cantidad) | 3 |
| clima | 2 |
| el cambio climático: emisiones CO2, temperatura, precipitación, fenómenos meteorológicos | 2 |
| el paisaje | 4 |
| los bienes materiales: vías pecuarias | 2 |
| los bienes materiales: yacimientos arqueológicos y/o paleontológicos | 2 |
| el riesgo de: incendio, vertido, accidentes | 6 |

Se indican seguidamente los aspectos ambientales y las principales actividades en una matriz para identificar qué efectos pueden generar las principales actividades sobre cada uno de los aspectos ambientales.

| Identificación de efectos | el replanteo | el desbroce | el movimiento de tierras para la adecuación/construcción de los accesos | el movimiento de tierras en los portales de salida de las galerías de evacuación y zonas auxiliares (acopios, parque de maquinaria, balsas de decantación) | el movimiento de tierras para la excavación de pozos de evacuación | el movimiento de maquinaria (transporte de materiales de excavación y materiales de construcción) | la construcción del túnel (excavación, revestimiento e impermeabilización) | la ejecución de falso túnel y restitución del terreno sobre el mismo (bocas de entrada y salida) | la instalación de los sistemas de protección civil (dentro y fuera) | la señalización y acabado de accesos | el mantenimiento de los accesos | el mantenimiento de los sistemas de protección civil | el uso de los caminos y galerías durante una emergencia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| la población (expropiaciones, servicios | X | – | X | – | X | X | – | – | – | X | X | – | X |
| la salud humana (contaminación acústica) | – | – | – | – | – | X | – | – | – | – | – | – | – |
| la flora: cubierta vegetal - distribución y estructura- | – | X | X | X | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| la fauna: desplazamiento especies | – | – | X | X | – | – | X | – | – | – | – | X | X |
| la biodiversidad: hábitats naturales de interés | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| la biodiversidad: especies de interés o amenazadas | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | X | X | X |
| la biodiversidad a través de ocupación de | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| la geodiversidad (alteración topografía, | – | X | X | X | – | X | – | – | – | – | – | – | – |
| la atmósfera (ruidos, vibraciones, gases y | – | X | X | X | – | – | – | X | – | – | – | – | – |
| la masa de agua superficial (calidad y | – | – | – | X | X | – | X | X | – | – | – | – | – |
| la masa de agua subterránea | – | – | – | – | X | X | – | – | – | – | – | – | – |
| clima | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| el cambio climático: emisiones CO2, | – | X | X | X | X | X | – | – | – | – | X | X | X |
| el paisaje | – | X | X | X | X | – | – | – | – | – | – | – | – |
| los bienes materiales: vías pecuarias | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| los bienes materiales: yacimientos | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| el riesgo de: incendio, vertido, accidentes | X | X | X | X | X | X | X | X | – | X | X | X | – |

EN FASE DE OBRA
EN FASE DE FUNCIONAMIENTO

**Tabla 7-1. Aspectos ambientales y factores identificados en las fases del proyecto.**

A continuación se describen los efectos identificados anteriormente, y se procede a su caracterización según los siguientes parámetros para cada una de las fases del proyecto. Esta caracterización servirá para asignarle un valor numérico al efecto correspondiente. Para ello hay que asignar valores a cada elemento caracterizador y aplicar una fórmula:

- signo (SIG): positivo (+)/negativo (-)
- efecto (EFE): directo (4)/indirecto (1)
- acumulación (ACU): acumulativo(4)/simple(1)
- sinergia (SIN): sinérgico(2)/no sinérgico(0)
- permanencia (PER): permanente(2)/temporal(1)
- intensidad (INT): alta(4)/media(2)/baja(1)
- extensión (EXT): extenso(4)/parcial(2)/puntual(1)
- momento (MOM): corto plazo(4)/medio(2)/largo(1)

**VALORACIÓN DEL EFECTO** = SIG+EFE+ACU+SIN+PER+INT+EXT+MOM

Se entiende por:

- EFECTO POSITIVO, admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis de costes y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada
- EFECTO NEGATIVO, ya que se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales
- EFECTO DIRECTO, porque tiene una incidencia inmediata en el aspecto ambiental
- EFECTO INDIRECTO, al suponer una incidencia inmediata respecto a la interdependencia, o, en general, respecto a la relación de un sector ambiental con otro
- EFECTO SIMPLE, al manifestarse sobre un solo componente ambiental, o su modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia
- EFECTO ACUMULATIVO ya que al prolongarse en el tiempo la acción, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño
- EFECTO SINÉRGICO porque se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente
- EFECTO NO SINÉRGICO porque el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes no supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente
- EFECTO PERMANENTE ya que el efecto supone una alteración indefinida en el tiempo de factores de acción predominante en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar
- EFECTO NO PERMANENTE porque supone una alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse (normalmente el plazo de duración de la obra)
- INTENSIDAD ALTA ya que el grado de incidencia de la acción sobre el aspecto ambiental supone una afección alta
- INTENSIDAD MEDIA ya que el grado de incidencia de la acción sobre el aspecto ambiental supone una afección media
- INTENSIDAD BAJA ya que el grado de incidencia de la acción sobre el aspecto ambiental supone una afección baja o mínima
- EFECTO EXTENSO, ya que el efecto no admite una ubicación precisa dentro del ámbito de actuación o tiene una influencia generalizada en todo él
- EFECTO PARCIAL, al ser una situación intermedia entre extenso y puntual
- EFECTO PUNTUAL, al producirse de forma muy localizada
- EFECTO A CORTO PLAZO porque su incidencia puede manifestarse dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual
- EFECTO A MEDIO PLAZO porque su incidencia puede manifestarse antes de cinco años
- EFECTO A LARGO PLAZO porque su incidencia puede manifestarse después de cinco años

| FASE EJECUCIÓN DEL TÚNEL | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ELEMENTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO, RECURSO O FACTOR** | **POSITIVO / NEGATIVO** | **DIRECTO / INDIRECTO** | **SIMPLE / ACUMULATIVO** | **SINÉRGICO** | **PERMANENTE/ TEMPORAL** | **INTENSIDAD (ALTA, MEDIA,BAJA)** | **EXTENSO/ PARCIAL/ PUNTUAL** | **CORTO/ MEDIO/ LARGO** |
| **la población** (expropiaciones, servicios afectados, cortes de acceso, de tráfico) | NEGATIVO | DIRECTO | ACUMULATIVO | SINÉRGICO | TEMPORAL | MEDIA | PARCIAL | CORTO |
| **la salud humana** (contaminación acústica) | NEGATIVO | DIRECTO | ACUMULATIVO | SINÉRGICO | TEMPORAL | MEDIA | PARCIAL | CORTO |
| **la flora**: cubierta vegetal -distribución y estructura- | NEGATIVO | DIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | PERMANENTE | BAJA | PUNTUAL | CORTO |
| **la fauna**: desplazamiento especies | NEGATIVO | DIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | TEMPORAL | BAJA | PARCIAL | MEDIO |
| **la biodiversidad:** hábitats naturales de interés comunitario | NEGATIVO | DIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | TEMPORAL | BAJA | PUNTUAL | LARGO |
| **la biodiversidad**: especies de interés o amenazadas | NEGATIVO | DIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | TEMPORAL | BAJA | PUNTUAL | LARGO |
| **la biodiversidad:** ocupación de EPRN2000 | NEGATIVO | DIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | TEMPORAL | BAJA | PARCIAL | LARGO |
| **la geodiversidad** (alteración topografía, generación residuos inertes) | NEGATIVO | DIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | TEMPORAL | MEDIA | PARCIAL | MEDIO |
| **la atmósfera** (ruidos, vibraciones, gases y partículas y olores) | NEGATIVO | INDIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | TEMPORAL | MEDIA | PARCIAL | MEDIO |
| **la masa de agua superficial** (calidad y cantidad) | NEGATIVO | DIRECTO | ACUMULATIVO | NO SINÉRGICO | TEMPORAL | BAJA | PUNTUAL | CORTO |
| **la masa de agua subterránea** (permeabilidad, flujos, acuíferos, calidad, cantidad) | NEGATIVO | DIRECTO | ACUMULATIVO | NO SINÉRGICO | TEMPORAL | BAJA | PUNTUAL | CORTO |
| **clima** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **el cambio climático**: emisiones CO2, temperatura, precipitación, fenómenos meteorológicos | NEGATIVO | INDIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | TEMPORAL | MEDIA | PARCIAL | LARGO |
| **el paisaje** | NEGATIVO | DIRECTO | ACUMULATIVO | NO SINÉRGICO | PERMANENTE | MEDIA | PARCIAL | CORTO |
| los bienes materiales: **vías pecuarias** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| los bienes materiales: **yacimientos arqueológicos y/o paleontológicos** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **el riesgo de: incendio, vertido, accidentes** | NEGATIVO | DIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | PERMANENTE | BAJA | PUNTUAL | CORTO |

Tabla 7-2. Tabla de valoración de efectos ambientales para la fase de ejecución

| Identificación de efectos EN LA FASE DE EJECUCIÓN | DESDOBLAMIENTO DEL TÚNEL |
|---|---|
| **Población** (usos del suelo, empleo, vías de transporte, abastecimiento de agua) | No se modifica el uso del suelo.<br>El aumento del número de camiones de transporte de materiales o residuos de construcción aumenta el tráfico durante el periodo de obra. Este movimiento de camiones atravesando núcleos urbanos generará molestias así como riesgo de accidentes mientras duren las obras.<br>Se generará una oferta de empleo temporal que redundará positivamente, aunque no de forma importante, en la economía local.<br>La ejecución del nuevo túnel beneficiará a la actividad agrícola, que es el motor económico de esta zona. |
| **Salud humana** | La excavación, el movimiento de camiones para retirar las tierras extraídas y para traer materiales de construcción aumenta las emisiones de CO2, HC, NOx, SOx y otras partículas -polvo-. Todas estas emisiones reducen las condiciones de bienestar de las personas que viven cerca<br>Hay que destacar como efecto negativo el movimiento de maquinaria como responsable del incremento de la contaminación acústica, que produce un impacto temporal de baja intensidad sobre la calidad de vida. Esta afección no será alta al tratarse de una zona con escasas edificaciones y distribución muy dispersa. |
| **Flora** | Los impactos sobre la vegetación se producen de forma directa (destrucción) o indirecta a través de otros componentes del medio como atmósfera (deposición de contaminantes) aguas o suelo.<br>La apertura de las zanjas e instalaciones auxiliares afecta no solo a la vegetación presente en la superficie directamente excavada, pues toda el área colindante experimenta una degradación por movimiento de maquinaria.<br>El tramo de túnel no afecta a la vegetación de superficie más que en la entrada y salida del mismo.<br>Sí existirá impacto sobre la zona agrícola de olivar en regadío donde se asentará el área de instalaciones auxiliares, la cual desaparece como explotación y será restaurada con especies de flora autóctona. Si bien este impacto sobre el aprovechamiento agrícola sobre el total de la comarca se puede considerar muy bajo al eliminarse tan solo 35.000 m2 de cultivo. |
| **Fauna** | La fauna presente en el ámbito del PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) es la siguiente:<br>• Boca de entrada: zona de dehesa dedicada a la explotación cinegética y colindante con la Finca los Millares, dedicada principalmente a caza mayor de ciervo (*Cervus elaphus*), gamos (*Dama dama*) y jabalí (*Sus scrofa*).<br>• Boca de salida está más antropizada con instalaciones de riego, explotación olivo en regadío y una pequeña afección a dehesa.<br>• El resto de la traza se encuentra con dehesa con aprovechamiento cien gético y ganadero, si bien el túnel está bajo tierra por lo que no afecta a la superficie que atraviesa. |
| | En el caso de la infraestructura proyectada, el efecto barrera no se producirá al tratarse principalmente de un túnel subterráneo, lo cual no provocará la separación de poblaciones y que, además, su cruce no entraña ningún riesgo para la fauna terrestre.<br>Existen en este caso, otros efectos de mayor importancia, como la generación de ruidos, durante la fase de construcción de la infraestructura por el movimiento de maquinaria, ahuyentando la fauna de las zonas afectadas. Este efecto, aunque es temporal y no continúa durante la fase de explotación, habrá de ser tenido en cuenta a la hora de planificar determinadas acciones de la obra de construcción, sobre todo teniendo en cuenta que gran parte del Proyecto se desarrolla sobre terrenos dedicados a la caza. Esta medida es de especial importancia en la boca Norte del túnel.<br>Otro efecto indirecto que pueden ocasionarse son los daños producidos a las comunidades acuáticas debido a la contaminación de las aguas. El establecimiento de medidas correctoras y preventivas para evitar la contaminación de las aguas protegerá a la fauna acuática de estos efectos. |
| **Biodiversidad** | El trazado del túnel se localiza sobre el Zona de Especial Conservación “Andévalo Occidental”. El presente DA contiene apartado expreso (punto 12), donde se profundiza acerca de los impactos que la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre provocan en la ZEC.<br>Conforme a lo descrito en el punto 12, se localizan dos Hábitats de Interés Comunitario no prioritario afectados por la obra:<br>• 6310 Dehesas perennifolias de *Quercus spp*. Hábitat de Interés Comunitario no prioritario.<br>• 92D0-0 Adelfares y tarajales (*Nerio-Tamaricetea*). Hábitat de Interés Comunitario no prioritario.<br>Analizando las afecciones al HIC 6310 se aprecia que éste se ubica en la mayor parte de la traza de la obra (con la excepción de la boca de salida).<br>Sin embargo debido a la solución constructiva mediante túnel, las obras en su mayor parte se construyen bajo tierra evitando así afectar a la superficie donde vegetan las encinas que hacen que estas dehesas sean declaradas HIC, por lo tanto la afección tan solo será en la boca de entrada (o norte) y la boca de salida (o sur), que ocupa un superficie de 0,69 ha (0,0032%) y 1,56 ha (0,0072%) respectivamente, que es muy pequeña en relación con las 21.635 ha que ocupa este HIC en la ZEC Andévalo Occidental y casi ínfimo si lo comparamos con la superficie que éste ocupa en la Comunidad Autónoma de Andalucía.<br>Analizando la afección superficial al HIC 92D0-0 y atendiendo a las características de la obras, túnel bajo tierra, la ejecución de las obras no afectará a la superficie donde vegetan las plantas que hacen que este hábitat sea declarado de interés comunitario, y por lo tanto no se prevé que las obras produzcan impactos negativos al HIC.<br>La afección de las obras a especies de flora amenazada no parece que exista, pues en la Resolución de 6 de marzo de 2012 en relación a la Autorización Ambiental Unificada (AAU) del *PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA)* se indicó en su página 12: “No se tiene constancia de la presencia de especies de flora catalogada en la zona de trabajo”. |

| | |
|---|---|
| | Tampoco se tiene constancia de la presencia de especies de fauna amenazadas catalogadas en la zona de trabajo. |
| **Suelo** | Las superficies que soportarán temporalmente depósitos de materiales, tránsito y descanso de maquinaria, y otras actuaciones, sufrirán una compactación del suelo, alterando la estructura del mismo y modificando la permeabilidad y aireación, así como la destrucción de los horizontes superficiales.<br>Este suelo compactado puede sufrir, asimismo, alteraciones en su composición geológica, textura y características físico-químicas. Las emisiones de humos por la maquinaria, derrames o vertidos ocasionales de material de construcción, y restos de los depósitos de materiales, son las actuaciones que inciden sobre este aspecto.<br>Los principales agentes contaminantes de suelos, son los metales pesados (principalmente el plomo) y los vertidos accidentales, entre los que se incluyen aceites y grasas. |
| **Geodiversidad** (utilización de materiales) | Una de las principales acciones del proyecto generadoras de impacto son aquellas relacionadas con el movimiento de tierras: excavación del túnel, creación de terraplenes y desmontes, que junto a la creación de zonas auxiliares suponen una alteración topográfica en el área estudiada.<br>La excavación del túnel mediante tuneladora requerirá de una amplia superficie en la boca Sur del túnel (alrededor de 35.000 $m^2$) que albergue la tuneladora y la maquinaria auxiliar de mantenimiento de la misma y el acopio de dovelas.<br>También se requieren materiales: hormigón, tierras, arenas, etc. Todos ellos de naturaleza externa lo que supone uso de un recurso natural.<br>Otro dato importante sobre la magnitud de la afección es el volumen de tierras a vertedero ya que la construcción del túnel y los canales de entrada y salida generará una cantidad de material excedente que tendrá que ser trasladado a vertedero (250.000 $m^3$).<br>Por todo ello se espera que este factor ambiental sea uno de los más afectados en este proyecto. |
| **Atmósfera** (aire -calidad-, ruidos, emisiones de gases y partículas) | El ruido y el polvo producido por la maquinaria y los movimientos de tierras afectarán a la calidad del aire de forma transitoria y mientras dure la construcción de la infraestructura.<br>La circulación de vehículos conlleva la emisión de contaminantes atmosféricos, principalmente monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx), plomo (Pb) y óxidos de azufre (SOx). |
| **Agua: sistema hidrológico** (régimen de caudales; calidad y cantidad; masas de agua) | La calidad de las aguas superficiales puede ser afectada durante la fase de construcción, siendo los principales parámetros que pueden modificarse los sólidos disueltos y en suspensión (por movimientos de tierras), las grasas e hidrocarburos (por vertidos accidentales en zonas de almacenamiento o por la maquinaria de excavación del túnel) y, en el caso de utilización de voladuras en la excavación del túnel, contaminación por aditivos. Indirectamente, también la deposición sobre las aguas de los contaminantes emitidos por el movimiento de maquinaria puede afectar a la calidad de las aguas. |
| | En cuanto a la hidrología subterránea y, aunque no existe un acuífero delimitado en la zona de estudio, durante la excavación del túnel se puede afectar el nivel freático pudiéndose reflejar en el secado total o parcial de los pozos de la zona. |
| **Clima** | - |
| **Cambio climático** | La circulación de maquinaria de obra produce la emisión de gases de efecto invernadero (CO2, HC, NOx) |
| **Paisaje** | Las acciones del proyecto que causan impactos sobre el paisaje son la construcción de la propia estructura, los movimientos de tierra y aquellas otras acciones que producen un cambio en la vegetación y morfología del lugar, como pueden ser la destrucción de la vegetación por movimiento de maquinaria, cúmulo de materiales etc.<br>En cuanto a la forma, el paisaje sufre la alteración de mayor importancia, ya que la topografía se ve afectada por una serie de cambios drásticos ligados a los movimientos de tierra. Se crean desmontes y terraplenes que dan lugar a variaciones de las pendientes del terreno, generando en algunos casos cortes abruptos, y modificando radicalmente el relieve. |
| **Patrimonio cultural** | Una vez ubicados geográficamente según coordenadas UTM los yacimientos incluidos en la base de datos del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, se concluye que todos los yacimientos relacionados se encuentran alejados del ámbito del proyecto y no serán afectados por el desarrollo del mismo.<br>Esto no impedirá el diseño de las medidas preventivas oportunas en el caso de encontrarse algún hallazgo arqueológico no catalogado durante el desarrollo de las obras. |
| **Vías pecuarias** | Al tratarse de un túnel, el cruce con la única vía pecuaria de la zona (Colada de Espada) se realiza a distinta cota, no produciéndose una ocupación real directa de la misma ni con la infraestructura ni con la construcción de la misma. No obstante, la servidumbre de acueducto asociada al túnel cruza transversalmente el dominio público de la vía pecuaria, solapando en una superficie de 32 $m^2$ aproximadamente. |
| **Riesgo de: incendio, vertido, accidentes** | La acción de desbroce mediante cuchillas o cadenas o martillos en zonas con roca o temperaturas altas supone probabilidad de incendio forestal.<br>La rotura de partes de las máquinas vierten aceites o combustibles en el terreno. La excavación supone una probabilidad de incendio por producción de chispas por el choque de la roca con elementos de la maquinaria.<br>Puede existir riesgo de accidente de tráfico por el cruce de fauna. El abandono de tierras excedentes de excavación genera depósitos incontrolados. Los cambios de aceite o la rotura de elementos de la maquinaria o los residuos de demolición pueden acabar como vertidos o depósitos incontrolados. |

**Tabla 7-3. Identificación de efectos en la fase de ejecución.**

La puntuación de cada efecto viene dada por la siguiente fórmula:

Valoración del Efecto (VA) = SIG+EFE+ACU+SIN+PER+INT+EXT+MOM

**PUNTUACIÓN DEL EFECTO = VA * Valoración del ámbito de estudio**

Se multiplican las puntuaciones por la importancia de cada aspecto ambiental. Con esta valoración se trata de dar más relevancia a aquellos efectos que tienen lugar sobre aspectos ambientales considerados más importantes. Se sombrean con una gama de colores de fríos (verdes) a cálidos (anaranjados-rojos) para que visualmente se pueda apreciar aquellas actividades o aspectos ambientales menos (verdes) o más afectados (rojos). Sólo se caracterizan los efectos negativos. Los positivos cuentan como cero.

En función de la valoración, según la caracterización, obtenida para cada efecto, a través del establecimiento de rangos se definen los siguientes impactos:

- Valoración de cada efecto (cada celda de la matriz) mayores o iguales a -55 se considera un impacto COMPATIBLE
- Valoración de cada efecto (cada celda de la matriz) entre [-56 y -90] se considera un impacto MODERADO
- Valoración de cada efecto (cada celda de la matriz) entre [-91 y -109] se considera un impacto SEVERO
- Valoración de cada efecto (cada celda de la matriz) menores o iguales a -110 se considera un impacto CRÍTICO

En función de la caracterización de cada efecto, se definen los siguientes impactos:

- IMPACTO AMBIENTAL COMPATIBLE ya que su recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa medidas preventivas o correctoras
- IMPACTO AMBIENTAL MODERADO ya que su recuperación no precisa medidas preventivas o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo
- IMPACTO AMBIENTAL SEVERO ya que la recuperación de las condiciones del medio exige medidas preventivas o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, la recuperación precisa un periodo de tiempo dilatado
- IMPACTO AMBIENTAL CRÍTICO, superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras

| FASE EJECUCIÓN DEL TÚNEL | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ELEMENTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO, RECURSO O FACTOR** | **VALORACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO** | **POSITIVO / NEGATIVO** | **DIRECTO / INDIRECTO** | **SIMPLE / ACUMULATIVO** | **SINÉRGICO/NO SINÉRGICO** | **PERMANENTE/ TEMPORAL** | **INTENSIDAD (ALTA, MEDIA,BAJA)** | **EXTENSO/ PARCIAL/ PUNTUAL** | **CORTO/ MEDIO/ LARGO** | **VALORACIÓN DE EFECTOS** | **PUNTUACIÓN DE EFECTOS** | **EVALUACIÓN DE EFECTOS** |
| **la población** (expropiaciones, servicios afectados, cortes de acceso, de tráfico) | 6 | -1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | -17 | -102 | SEVERO |
| **la salud humana** (contaminación acústica) | 2 | -1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | -17 | -34 | COMPATIBLE |
| **la flora**: cubierta vegetal -distribución y estructura- | 6 | -1 | 4 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 4 | -13 | -78 | MODERADO |
| **la fauna**: desplazamiento especies | 6 | -1 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | -11 | -66 | MODERADO |
| **la biodiversidad:** hábitats naturales de interés comunitario | 6 | -1 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | -10 | -60 | MODERADO |
| **la biodiversidad**: especies de interés o amenazadas | 4 | -1 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | -10 | -40 | COMPATIBLE |
| **la biodiversidad:** ocupación de EPRN2000 | 4 | -1 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | -9 | -36 | COMPATIBLE |
| **la geodiversidad** (alteración topografía, generación residuos inertes) | 6 | -1 | 4 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | -12 | -72 | MODERADO |
| **la atmósfera** (ruidos, vibraciones, gases y partículas y olores) | 6 | -1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | -9 | -54 | COMPATIBLE |
| **la masa de agua superficial** (calidad y cantidad) | 3 | -1 | 4 | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | -15 | -45 | COMPATIBLE |
| **la masa de agua subterránea** (permeabilidad, flujos, acuíferos, calidad, cantidad) | 3 | -1 | 4 | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | -15 | -45 | COMPATIBLE |
| **clima** | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **el cambio climático**: emisiones CO2, temperatura, precipitación, fenómenos meteorológicos | 2 | -1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | -8 | -16 | COMPATIBLE |
| **el paisaje** | 4 | -1 | 4 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 4 | -16 | -64 | COMPATIBLE |
| los bienes materiales: **vías pecuarias** | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| los bienes materiales: **yacimientos arqueológicos y/o paleontológicos** | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **el riesgo de: incendio, vertido, accidentes** | 6 | -1 | 4 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 4 | -13 | -78 | MODERADO |

**Tabla 7-4. Caracterización de los efectos en la fase de ejecución**

| FASE DE FUNCIONAMIENTO DEL TÚNEL | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ELEMENTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO, RECURSO O FACTOR** | **POSITIVO / NEGATIVO** | **DIRECTO / INDIRECTO** | **SIMPLE / ACUMULATIVO** | **SINÉRGICO** | **PERMANENTE/ TEMPORAL** | **INTENSIDAD (ALTA, MEDIA,BAJA)** | **EXTENSO/ PARCIAL/ PUNTUAL** | **CORTO/ MEDIO/ LARGO** |
| **la población** (expropiaciones, servicios afectados, cortes de acceso, de tráfico) | POSITIVO | INDIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | PERMANENTE | BAJA | PARCIAL | LARGO |
| **la salud humana** (contaminación acústica) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **la flora**: cubierta vegetal -distribución y estructura- | NEGATIVO | INDIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | PERMANENTE | BAJA | PUNTUAL | LARGO |
| **la fauna**: desplazamiento especies | NEGATIVO | DIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | PERMANENTE | BAJA | PUNTUAL | CORTO |
| **la biodiversidad:** hábitats naturales de interés comunitario | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **la biodiversidad**: especies de interés o amenazadas | NEGATIVO | DIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | TEMPORAL | BAJA | PUNTUAL | LARGO |
| **la biodiversidad:** ocupación de EPRN2000 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **la geodiversidad** (alteración topografía, generación residuos inertes) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **la atmósfera** (ruidos, vibraciones, gases y partículas y olores) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **la masa de agua superficial** (calidad y cantidad) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **la masa de agua subterránea** (permeabilidad, flujos, acuíferos, calidad, cantidad) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **clima** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **el cambio climático**: emisiones CO2, temperatura, precipitación, fenómenos meteorológicos | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **el paisaje** | NEGATIVO | DIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | PERMANENTE | MEDIA | PARCIAL | MEDIO |
| los bienes materiales: **vías pecuarias** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| los bienes materiales: **yacimientos arqueológicos y/o paleontológicos** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **el riesgo de: incendio, vertido, accidentes** | NEGATIVO | DIRECTO | SIMPLE | NO SINÉRGICO | TEMPORAL | BAJA | PUNTUAL | CORTO |

Tabla 7-5. Tabla de valoración de efectos ambientales para la fase de funcionamiento

| Identificación de efectos EN LA FASE DE FUNCIONAMIENTO | DESDOBLAMIENTO DEL TÚNEL |
|---|---|
| **Población** (usos del suelo, empleo, vías de transporte, suministro de agua) | Permite el aprovechamiento óptimo de la potencialidad de los recursos acumulados en los embalses de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras, y posibilita garantizar los crecimientos en las demandas de éstas cumpliendo las previsiones recogidas en el Plan Hidrológico de la DHTOP y facilitando el desarrollo socioeconómico por la certeza de suministro de agua. Adicionalmente, permitirá el trasvase de recursos al Guadalquivir para evitar sobreexplotación de los acuíferos en Doñana.<br><br>El túnel previsto es, por otra parte, componente necesario en la infraestructura de abastecimiento de la zona, e imprescindible para asegurar con garantías el suministro de agua potable, lo cual es el justificante de la actuación.<br><br>Así posibilita el asegurar el abastecimiento de agua a los distintos usuarios del Sistema de Explotación de la Demarcación Hidrográfica Tinto, Odiel y Piedras, al ser alternativa en caso de colapso del túnel actual. |
| **Salud humana** | - |
| **Flora:** cubierta vegetal | La superficie de las instalaciones auxiliares se deja tras la finalización de las obras con su topografía restituida, siendo los materiales de relleno en la capa superior parte de los materiales excavados en el túnel. Finalmente, se procederá a extender tierra vegetal con objeto de dejar los terrenos con el mismo uso que en fase preoperacional (olivar principalmente).<br><br>En cuanto a los caminos, los provisionales serán restituidos, mientras que los definitivos se asientan sobre caminos ya existentes que se prolongan lo estrictamente necesario por lo que a afección será mínima. |
| **Fauna** | La mayor parte de las obras son soterradas y solo una de las bocas ocupan una pequeña superficie de dehesas (que se puede considerar hábitats de campeo, refugio y reproducción de especies de fauna de la zona) cuya afección queda minimizada por las medidas preventivas.<br>En el caso de la infraestructura proyectada, el efecto barrera no se producirá al tratarse principalmente de un túnel subterráneo, lo cual no provocará la separación de poblaciones y que, además, su cruce no entraña ningún riesgo para la fauna terrestre. |
| **Biodiversidad** | El movimiento de máquinas que tengan que realizar arreglos en los accesos varía el comportamiento de las especies favoreciendo su alejamiento del lugar.<br>La ocupación de Hábitats de Interés Comunitario y de la Zona de Especial Conservación del Andévalo Occidental es mínima, concentrándose en la entrada y salida del nuevo túnel. |
| **Suelo** | - |
| **Geodiversidad** (utilización de materiales) | |
| **Atmósfera** (aire -calidad-, ruidos, emisiones de gases y partículas) | - |
| **Agua: sistema hidrológico** (régimen de caudales; calidad y cantidad; masas de agua) | El proyecto no supone ningún cambio en el régimen de explotación del sistema Chanza-Piedras, ni en lo referente a caudales de funcionamiento ni en cuanto a volúmenes utilizados, por lo cual:<br>- No se produce: ninguna afección nueva al régimen hidrológico original de las masas de agua naturales o muy modificadas afectadas por el sistema actual: en la toma el Embalse del Chanza y la masa de agua Puerto de la Loja, y en el retorno los arroyos del Cuco y del Membrillo, el Embalse del Piedras, y en su caso el embalse de los Machos y las demás masas de agua naturales o muy modificadas que se utilicen para el trasvase.<br>- No se produce ninguna afección sobre las poblaciones de las especies de flora protegidas de los géneros Marsilea e Isoetes de los arroyos del cuco y del Membrillo.<br>- No hay efectos transfronterizos que afecten a Portugal, toda vez que no se produce afección al régimen hidrológico de las masas de agua internacionales ES040MSPF000206500 Embalse del Chanza y ES040MSPF004000210 Puerto de la Loja, ni a las de aguas abajo (también internacionales) ES040MSPF004000200 Sanlúcar de Guadiana y ES040MSPF004000180 Desembocadura del Guadiana en Ayamonte.<br><br>Si bien la capacidad aumenta, es para ponerlo en consonancia con la capacidad de las conducciones de entrada y salida, pero cualquier cambio de funcionamiento en la explotación será objeto de los planes hidrológicos y proyectos de infraestructura correspondientes, los cuales serían objeto en su día de la tramitación ambiental correspondiente. |
| **Clima** | - |
| **Cambio climático** | Las máquinas que participan en las labores de reparación y adecuación de los accesos emiten gases CO2.<br>Los vehículos de mantenimiento que lleguen hasta las bocas para realizar labores de mantenimiento en los túneles emiten gases CO2.<br>Los vehículos de emergencia que participan en la situación de emergencia emiten gases CO2. |

| | |
|---|---|
| **Paisaje** | Las acciones del proyecto que causan impactos sobre el paisaje son la construcción de la propia estructura. En cuanto a la forma, el paisaje sufre la alteración de mayor importancia, ya que la topografía se ve afectada por una serie de cambios drásticos ligados a los movimientos de tierra. Se crean desmontes y terraplenes que dan lugar a variaciones de las pendientes del terreno, generando en algunos casos cortes abruptos, y modificando radicalmente el relieve, que es la estructura básica del paisaje.<br><br>La principal acción impactante del Proyecto con respecto al paisaje será, la creación de taludes en los emboquilles de entrada y salida del túnel, que, aunque serán sometidos, a un tratamiento de integración paisajística, serán unas superficies nuevas que tardarán cierto tiempo en integrarse en el paisaje circundante. |
| **Patrimonio cultural** | - |
| **Vías pecuarias** | - |
| **Espacios protegidos** | El trazado del túnel se localiza sobre el Zona de Especial Conservación “Andévalo Occidental”. El presente DA contiene apartado expreso (punto 12), donde se profundiza acerca de los impactos que la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre provocan en la Zona de Especial Conservación (ZEC). |
| **Riesgo de: incendio, vertido, accidentes** | El arreglo de los accesos puede dar lugar a vertidos de tierras u otros materiales.<br>En las labores de mantenimiento se producen residuos derivados de sustitución de piezas.<br>Existe riesgo de accidente por colisión con algún vertebrado que se cruce en el camino. |

**Tabla 7-6. Identificación de efectos en la fase de funcionamiento.**

| FASE FUNCIONAMIENTO DEL TÚNEL | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ELEMENTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO, RECURSO O FACTOR** | **VALORACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO** | **POSITIVO / NEGATIVO** | **DIRECTO / INDIRECTO** | **SIMPLE / ACUMULATIVO** | **SINÉRGICO/NO SINÉRGICO** | **PERMANENTE/ TEMPORAL** | **INTENSIDAD (ALTA, MEDIA,BAJA)** | **EXTENSO/ PARCIAL/ PUNTUAL** | **CORTO/ MEDIO/ LARGO** | **VALORACIÓN DE EFECTOS** | **PUNTUACIÓN DE EFECTOS** | **EVALUACIÓN DE EFECTOS** |
| **la población** (expropiaciones, servicios afectados, cortes de acceso, de tráfico) | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 7 | 42 | POSITIVO |
| **la salud humana** (contaminación acústica) | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **la flora**: cubierta vegetal -distribución y estructura- | 6 | -1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | -7 | -42 | COMPATIBLE |
| **la fauna**: desplazamiento especies | 6 | -1 | 4 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 4 | -13 | -78 | MODERADO |
| **la biodiversidad:** hábitats naturales de interés comunitario | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **la biodiversidad**: especies de interés o amenazadas | 4 | -1 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | -9 | -36 | COMPATIBLE |
| **la biodiversidad:** ocupación de EPRN2000 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | COMPATIBLE |
| **la geodiversidad** (alteración topografía, generación residuos inertes) | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **la atmósfera** (ruidos, vibraciones, gases y partículas y olores) | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **la masa de agua superficial** (calidad y cantidad) | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **la masa de agua subterránea** (permeabilidad, flujos, acuíferos, calidad, cantidad) | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **clima** | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **el cambio climático**: emisiones CO2, temperatura, precipitación, fenómenos meteorológicos | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **el paisaje** | 4 | -1 | 4 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | -13 | -52 | COMPATIBLE |
| los bienes materiales: **vías pecuarias** | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| los bienes materiales: **yacimientos arqueológicos y/o paleontológicos** | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **el riesgo de: incendio, vertido, accidentes** | 6 | -1 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | -12 | -72 | MODERADO |

**Tabla 7-7. Caracterización de los efectos en la fase de funcionamiento.**

# 8. MEDIDAS CORRECTORAS

Tras el análisis ambiental de las posibles incidencias del proyecto, se proponen medidas correctoras que permitirán minimizar los impactos detectados. Sé han distinguido dos tipos de medidas minimizadoras a ejecutar:

- Medidas preventivas. Aquellas que se aplican con carácter preventivo con objeto de evitar un posible impacto.
- Medidas correctoras. Las de carácter mitigador de un impacto previsto.

## 8.1. MEDIDAS PREVENTIVAS

### 8.1.1. Calidad del aire. Emisiones a la atmósfera

En la fase de construcción, dado que el uso de maquinaria, movimientos de tierra y carga-descarga de materiales, hacen que la calidad del aire se vea afectada por emisiones de gases y polvo, por ello, al objeto de minimizar los efectos del mismo se tomarán las medidas preventivas y correctoras necesarias ajustándose en todo momento según lo dispuesto en el Decreto 74/1996, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de la Calidad del Aire estas medidas cautelares sobre la calidad del aire se refieren a la reducción de los niveles de partículas que se emiten a la atmósfera por efecto de los movimientos de tierra, ya que la minimización de las emisiones de gases de combustión contaminantes no es posible en el Proyecto, ya que las definen los propios equipos y el combustible utilizado.

Las medidas cautelares para minimizar las partículas sólidas serán las siguientes:

**Riego** frecuente de las zonas de obras en las que se produzca movimiento de maquinaria o vehículos para evitar que se levanten partículas sólidas. Se efectuarán riegos periódicos, en su caso, mediante el empleo de camiones cisterna, con una periodicidad de un riego semanal a razón de 2-3 l/$m^2$ durante el periodo seco.

Asimismo, se prescribirá, durante la ejecución de las obras, el **cubrimiento con mallas de las cajas de los camiones destinados al transporte de tierras**, con objeto de minimizar las emisiones contaminantes en sus movimientos por el área de actuación. Además, se procurará el correcto mantenimiento de la maquinaria de obra para disminuir así, en la medida de lo posible, la emisión de gases contaminantes.

Utilización de **equipos de perforación con captadores de partículas**.

Se procurará la **humidificación de materiale**s al objeto de evitar la aparición de polvo.

En el caso de que se opte por instalar plantas de hormigonado, machaqueo, etc., y para evitar la emisión de partículas de polvo, **se aplicarán sistemas que las reduzcan, como empleo de difusores hidráulicos en forma de cortinas, uso de camiones con tubería de carga por aire a presión, etc.**

Construcción de **plataformas de limpieza de ruedas** antes de la conexión a las vías asfaltadas, para evitar formar barro y polvo en las mismas.

Se **evitarán las incineraciones** del material sobrante de las obras y cualquier otra emisión de gases que perjudique a la atmósfera.

### 8.1.2. Calidad del aire. Ruidos y vibraciones

Las **emisiones acústicas de la maquinaria serán controladas** para que no sobrepasen los niveles límites máximos de ruido permitidos en la normativa vigente.

Lo**s acopios de materiales en caballones, se ubicarán, cuando las condiciones de la obra lo permitan, en disposición perimetral** a aquellas actuaciones con mayor generación de ruido, de tal manera que mejoren la protección acústica del entorno.

**En caso de realizarse voladuras** para arranque de material, se utilizarán **aquellas técnicas que**, manteniendo las condiciones de seguridad apropiadas, **disminuyan al máximo los niveles de ruido y vibraciones debidos a estos procesos.**

### 8.1.3. Calidad del aire. Contaminación lumínica

**Se emplearán aquellas lámparas que proporcionen mayor eficiencia energética** del alumbrado y resulten compatibles con las exigencias legales.

**Se evitará** en lo posible la **emisión en la banda de longitudes de onda corta del espectro visible**, concentrando la luz mayoritariamente en longitudes de onda superiores a 525 nm. Se instalarán lámparas o filtros que aseguren que en ningún caso se emita luz en longitudes de onda inferiores a 440 nm. Cuando el uso de la zona iluminada no requiera un alto grado de reproducción cromática y cuando las características técnicas de la instalación lo permitan, se optará por lámparas monocromáticas o cuasi monocromáticas.

Se utilizarán luminarias con un diseño tal que proyecten la **luz por debajo del plano horizontal.**

Se emplearán **luminarias que no proyecten la luz fuera del objeto** o zona a iluminar evitando que ésta se introduzca directamente en fincas colindantes o se dirija hacia el cielo nocturno. A tal fin se interpondrán paramentos, lamas, paralúmenes o cualquier otro elemento adecuado.

El alumbrado exterior de las instalaciones que no sean estrictamente necesarias por motivos de seguridad se mantendrán **apagado durante el horario nocturno** (0:00 a 6:00 h en horario de invierno y 1:00 a 6:00 h en horario de verano) con objeto de perjudicar lo menos posible a la fauna de la zona.

### 8.1.4. Control de la maquinaria para protección de la calidad del aire

Es obligado el **mantener la maquinaria de obras en estado óptimo,** cumpliendo con las Normas Técnicas establecidas sobre emisiones gaseosas.

Se exige **la certificación de que la maquinaria** de obras ha obtenido informe positivo en la Inspección Técnica de la Consejería competente en la materia, cumpliendo con los requisitos exigibles. Con ello se garantizará el cumplimiento de los criterios y niveles de emisión establecidos por:

- Reglamento de Calidad del Aire (Decreto 74/1996).
- Real Decreto 212/2002 por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debido a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.
- Orden de 26 de julio de 2005, por el que se aprueba el modelo tipo de ordenanza municipal de protección contra la contaminación acústica.

### 8.1.5. Otras medidas de protección de la calidad del aire

**Limitación de la velocidad** de circulación en las pistas y caminos de acceso a la obra, colocando placas indicativas con prohibición de circular a más de 20 km/h.

### 8.1.6. Calidad hídrica

Durante la fase de construcción, debido a las operaciones de movimiento de tierras y a los procesos constructivos, se deberán tomar las medidas preventivas p**ara evitar la contaminación del medio hídrico producida por arrastres de lluvia o por vertidos accidentales** de maquinaria.

Durante la ejecución del proyecto se evitará en lo posible los derrames accidentales de sustancias contaminantes al suelo y se adoptarán medidas de prevención para **evitar la infiltración o escorrentía de dichos vertidos accidentales en el terreno,** al objeto de garantizar la ausencia de riesgo de contaminación de los suelos, de las aguas superficiales y de las subterráneas.

**El vertido final de las aguas a cauces** públicos procedentes de las balsas de decantación deberá cumplir en todo momento con los **parámetros establecidos en la normativa vigente**.

### 8.1.7. Plan de gestión de residuos

Durante la fase de construcción **se dispondrá de un sistema que garantice la adecuada gestión de los residuos y desechos generados, tanto líquidos como sólidos, como consecuencia de la ejecución de las obras**, con el fin de evitar la contaminación de los suelos y de las aguas superficiales y subterráneas (Sistema de Punto Limpio). **Por ello, el Plan de Gestión de Residuos que habrá de ser desarrollado y ejecutado por el Adjudicatario de las obras**.

La presencia de un parque de maquinaria durante varios meses en el área de las obras supone la generación de residuos considerados peligrosos lo que obliga a lo siguiente:

- Separar adecuadamente y no mezclar los residuos peligrosos, evitando particularmente aquellas mezclas que supongan un aumento de su peligrosidad o dificulten su gestión.
- Envasar y etiquetar debidamente los recipientes que contengan residuos peligrosos en la forma que reglamentariamente se determine.
- Disponer de un libro de registro de residuos tóxicos y peligrosos producidos o importados y su destino.
- Entregar los residuos a una empresa gestora autorizada suministrando la información necesaria para su adecuado tratamiento y eliminación.
- Presentar una declaración anual de productor.
- Informar a la administración en caso de desaparición, pérdida o escape de los residuos.

De acuerdo con el artículo 15 del R.D. 833/1988, el productor de estos residuos ha de disponer de una **zona de almacenamiento de los mismos**, bien en la propia zona destinada a parque de maquinaria (con la autorización necesaria), o en las instalaciones de la empresa gestora.

Será obligado el recoger **los vertidos procedentes de las labores de mantenimiento de la maquinaria** y a **enviarlos** a **centros de tratamiento autorizados**, acondicionándose una plataforma completamente impermeabilizada para los cambios de aceite y repostaje.

Los **residuos asimilables a urbanos,** que en ningún caso han de mezclarse con los Residuos Peligrosos, habrán de ser puestos **a disposición del servicio de recogida del Ayuntamiento** del municipio afectado.

Por último, se **deberá cumplir lo establecido en el Real Decreto 105/2008**, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

### 8.1.8. Sistema de Punto Limpio

**Se dispondrá durante la fase de construcción de un sistema de puntos limpios** que garanticen la adecuada gestión de los residuos y desechos generados, tanto líquidos como sólidos, como consecuencia de la ejecución de las obras.

Los puntos limpios a instalar en las zonas de instalaciones auxiliares y oficinas de obra **contarán con una señalización propia** inequívoca.

Con objeto de establecer una máxima funcionalidad con una mínima repercusión ambiental de las instalaciones, se realizará previamente, sobre cada área seleccionada, **un estudio de estructuración y ordenación del espacio para ocupar la mínima superficie posible** dentro de las necesidades de la obra. De este modo se organizarán los viales de entrada y salida y las distintas instalaciones (oficinas, vestuarios, laboratorio, etc.) y especialmente los dispositivos anticontaminación.

**Se instalará una red de drenaje perimetral** a las instalaciones que quedará conectada a una balsa de decantación de sólidos en suspensión. Asimismo, se construirá una red interior de recogida de aguas pluviales, lavado de maquinaria, etc. que estará conectada igualmente con un depósito de retención de residuos y dispondrá de dispositivos para recogida de aceites y fangos decantados, que se gestionarán adecuadamente. Todos estos dispositivos de prevención deberán definirse en detalle en la fase inicial de las obras, de acuerdo con las características finales de las zonas de obras y sus diferentes instalaciones.

En el caso de que se opte por instalar plantas de hormigonado, machaqueo, etc., y para evitar la emisión de partículas de polvo, **se aplicarán sistemas que las reduzcan, como empleo de difusores hidráulicos en forma de cortinas, uso de camiones con tubería de carga por aire a presión, etc.**

Los **residuos se segregarán en la propia obra** a través de contenedores, acopios separativos u otros medios, de manera que se identifique claramente el tipo de residuo.

**Los residuos peligrosos no podrán ser almacenados más de 6 meses.** Por este motivo, este tipo de residuos **se etiquetarán** de manera que quede claramente identificada la fecha de su almacenaje. En esta etiqueta será necesario incluir además:

- El código de identificación del residuo.
- Nombre, dirección y teléfono del titular del residuo.
- Naturaleza de los riesgos que presentan los residuos (a través de un pictograma).

**Los citados residuos serán retirados por gestores autorizados, organizándose el correspondiente servicio de recogida con una periodicidad suficiente**.

### 8.1.9. Contenedores

En el caso de **residuos sólidos, el sistema de puntos limpios consistirá en un conjunto de contenedores, distinguibles según el tipo de desecho**. Independientemente del tipo de residuos, el fondo y los laterales de los contenedores serán impermeables, pudiendo ser sin techo (abiertos) o con él (estancos).

**Los residuos tóxicos aconsejan la colocación del contenedor sobre el terreno con unas mínimas características mecánicas y de impermeabilidad**, debido primero a su peligrosidad y segundo a los lixiviados que producen o son capaces de producir. En algún caso, será necesaria la preparación del terreno para aquellos contenedores que alberguen residuos potencialmente contaminantes, a fin de evitar vertidos accidentales en las operaciones de carga y descarga de los residuos.

**Los distintos residuos tóxicos será necesario agruparlos por clases en diferentes contenedores debidamente etiquetados** para facilitar su gestión. En la tabla siguiente se refleja la gestión a realizar de los residuos generados en obra, clasificados por su código LER (Lista Europea de Residuos) de acuerdo con la Orden del Ministerio de Medio Ambiente MAM/304/2002, de 8 de febrero de 2002, en base a la cual se establece la lista europea de residuos y el Decreto 283/1985, por el que se aprueba el reglamento de residuos de la comunidad autónoma de Andalucía, en relación con los residuos peligrosos, se establece la siguiente relación códigos:

| RESIDUOS | CÓDIGO | GESTIÓN EN OBRA | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|
| **LER – NO PELIGROSO** | | | |
| Escombros y restos de obra | LER - 170107 | Segregación en un contenedor con destino a un gestor autorizado | Antes de su evacuación se verificará que no estén mezclados con otros residuos. Cuando lo estén con sustancias peligrosas se gestionarán como residuos peligrosos y su código es LER - 170106 |
| Tierras no aptas de la obra | LER - 170504 | Acopios Separativos con destino a vertedero autorizado: | Antes de su evacuación se verificará que no estén mezclados con otros residuos. Cuando lo estén con sustancias peligrosas se gestionarán como residuos peligrosos y su código es LER - 170503 |
| Chatarra, tuberías, escorias y restos de soldaduras | LER - 170407 | Segregación en un contenedor con destino a un gestor autorizado | Cuando los residuos metálicos se encuentren mezclados con sustancias peligrosas, se gestionarán como residuos peligrosos y su código es LER - 170409 |
| Madera | LER – 170201 | Acopios separativos o segregación en un contenedor con destino a un gestor autorizado | Cuando la madera lleva incorporado algún tipo de tratamiento químico se gestionará como residuo peligroso y su código será LER - 170204 |
| Papel y cartón | LER – 200101 | Segregación en un contenedor con destino a un gestor autorizado | - |
| Embalajes plásticos | LER - 170203 | Segregación en un contenedor con destino a un gestor autorizado | Cuando el plástico lleva incorporado algún tipo de sustancia peligrosa se gestionará como residuo peligroso y su código será LER - 170204 |

| RESIDUOS | CÓDIGO | GESTIÓN EN OBRA | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|
| Elementos de PVC | LER - 170203 | Segregación en contenedor con destino a gestor autorizado (no mezclar con otros plásticos) | Cuando el PVC lleva incorporado algún tipo de sustancia peligrosa se gestiona como residuo peligroso y su código es LER - 170204 |
| Restos de aglomerado asfáltico | LER - 170302 | Acopios separativos con destino a un vertedero autorizado | Si las mezclas bituminosas contienen alquitrán de hulla, se gestionan como residuo peligroso y su código es LER - 170301 |
| Fibra y lana de vidrio | LER - 170603 | Segregación en un contenedor con destino a un gestor autorizado | Cuando se encuentren mezcladas con sustancias peligrosas, se deben gestionar como residuos peligrosos y su código es LER - 170603 |
| Vidrio | LER - 170202 | Segregación en un contenedor con destino a un gestor autorizado | Cuando se encuentre mezclado con sustancias peligrosas se debe gestionar como un residuo peligroso y su código es LER - 170204 |
| Neumáticos usados | LER - 160103 | Segregación en acopios con destino a un gestor autorizado | - |
| Restos de vegetación | LER - 200201 | Segregación en acopios o contenedor con destino a un gestor autorizado | - |
| Materiales absorbentes, trapos sucios... | LER - 150203 | Segregación en un contenedor con destino a un gestor autorizado | El destino final depende de la tipología del residuo que hayan limpiado. Si se trata de aceites, hidrocarburos, etc., se gestionan como residuos peligrosos y su código es LER - 150202 |
| Toners de impresión o similar | LER - 080318 | Segregación en recipiente específico con destino a gestor autorizado | Cuando se encuentre mezclado con sustancias peligrosas, se debe gestionar como residuo peligroso y su código es LER - 080317 |
| Restos de comida | LER - 200108 | Segregación en un contenedor con destino al gestor municipal de recogida de basuras | - |
| **LER - PELIGROSO** | | | |
| Residuos de prod. químicos inorgánicos | LER – 160507 | Segregación en contenedor de r. peligroso con destino gestor autorizado | Hay que asegurar que los diferentes envases están cerrados debidamente para que no se mezclen sus contenidos. |
| Residuos de productos químicos orgánicos | LER - 160508 | Segregación en contenedor de r. peligroso con destino gestor autorizado | Hay que asegurar que los diferentes envases están cerrados debidamente para que no se mezclen sus contenidos |
| Envases y utillaje de productos químicos | LER - 150110 | Segregación en contenedor de r. peligroso con destino gestor autorizado | - |
| Aerosoles | LER - 150111 | Segregación en contenedor de aerosoles con destino gestor autorizado | - |
| Aceites usado de maquinaria o similar | LER - 130205 | Segregación en depósitos específicos con destino a un gestor autorizado | Estos recipientes permanecerán cerrados para evitar que penetre agua de lluvia y deben identificarse debidamente. |
| Envases de aceites, combustibles, etc | LER - 150110 | Segregación en contenedor de r. peligroso con destino gestor autorizado | - |
| Filtros usados de aceite | LER - 160107 | Segregación en un contenedor con destino a un gestor autorizado. | - |
| Baterías usadas | LER - 160601 | Segregación en contenedor específico con destino a un gestor autorizado. | En su manipulación se evitarán las rupturas y derrames |

**Tabla 8-1. Clasificación LER de residuos y gestión a realizar en obra**

### 8.1.10. Limpieza de las obras

Durante la ejecución de las obras se habrá de **evitar la dispersión o vertido de residuos** o sobrantes en las áreas no previstas para ello. Los materiales sobrantes no han de permanecer acopiados más de una semana antes de su traslado a vertedero.

**Se garantizará que no se produzcan vertidos al sistema hidrológico** de aceites, combustibles, alquitrán, pinturas, y otros sólidos en suspensión procedentes de la obra ni procedente de accidentes que pudieran originarse durante la ejecución del Proyecto. Para ello, se contará con una zona impermeabilizada para las labores de mantenimiento de la maquinaria, así como con todos los elementos de protección necesarios (jalonamiento perimetral, balsas de decantación, cunetas perimetrales, etc.).

**A la finalización de las obras, será obligado el efectuar una limpieza general** de las áreas afectadas, procediendo a la recogida de cualquier material sobrante.

Es obligado el **mantener el entorno de las obras libres de vertidos y acopios de sobrantes**, llevándolos con brevedad a los lugares determinados como puntos de vertido controlados.

En el caso de que se produzca algún vertido o derrame accidental de residuos peligrosos en la zona de actuación, el promotor de la actuación deberá **comunicar la incidencia a la Delegación de Huelva de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible**. De forma inmediata, se procederá a retirar la tierra que haya sido contaminada, derivándola a vertedero de residuos peligrosos legalmente establecido.

### 8.1.11. Obras de drenaje

Se diseñan las obras de drenaje transversal necesarias **que permitan reponer las líneas de escorrentía** bajo los terraplenes de los caminos de servicio, dimensionando las obras según cálculos hidráulicos. **En la tabla siguiente se muestran dichas obras:**

TABLA 3.3.a. - CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL.

| OBRA | UBICACIÓN | | TIPO | LONGITUD | COTA ENTRADA | COTA SALIDA | PENDIENTE | ESVIAJE | ELEMENTO ENTRADA | ELEMENTO SALIDA | COMENTARIOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | EJE | P.K. | | (m) | (m) | (m) | (%) | (º) | | | |
| 1 | Camino de Acceso a Canal de Entrada | 0+478 | 2 Circular D=1200 mm | 7,300 | 121,320 | 121,250 | 0,96% | | Embocadura | Embocadura | ODT nueva cosntrucción. |
| 2 | Desvio de Camino en Boca Norte (entrad al Túnel) | 0+113.8 | 2 Circular D=400 mm | 7,700 | 132,500 | 132,420 | 1,04% | | Embocadura | Embocadura | Provisional |
| 3 | Desvio de Camino en Boca Norte (entrad al Túnel) | 0+225 | 2 Circular D=400 mm | 7,600 | 126,050 | 125,950 | 1,32% | | Embocadura | Embocadura | Provisional |
| 4 | Desvío de Camino MI-MD en Boca Sur (salida Túnel) | 0+118 | 2 Circular D=600 mm | 6,500 | 116,580 | 116,500 | 1,23% | | Embocadura | Embocadura | Provisional |
| 5 | Plataforma de Instalaciones Auxiliares | 0,000 | 2 Circular D=600 mm | 250,000 | 116,300 | 111,500 | 1,92% | | Embocadura | Embocadura | Provisional |
| 6 | Canal de Enlace Directo | 0,000 | 2 Marcos 2.3 x 1 m | 19,200 | 104,146 | 103,858 | 1,50% | | Embocadura | Embocadura | ODT nueva cosntrucción. |

**Tabla 8-2. Obras de drenaje**

### 8.1.12. Suelos

Las medidas cautelares sobre los suelos que una obra de este tipo implica, irán encaminadas a **reducir en la medida de lo posible movimientos de tierras innecesarios,** y por otro lado, a la construcción de taludes, y demás infraestructuras necesarias, teniendo muy presentes las implicaciones geotécnicas de cada uno de los materiales presentes en la traza, a fin de evitar o atenuar en lo posible fenómenos como deslizamientos de ladera en taludes, o asientos diferenciales en la zona del trazado.

Las zonas ocupadas durante la obra por instalaciones auxiliares, desmontes, terraplenes, depósitos provisionales de material, estacionamiento de maquinaria, etc serán sometidas a su recuperación mediante el **acondicionamiento de perfiles, el aporte de tierras naturales no inertes excedentarias y, en su caso, la regeneración de la cubierta vegetal más adecuada.**

L**a retirada de la tierra vegetal se realizará previamente al comienzo de las obras**. Se procederá a su retirada hacia las zonas a ocupar para su posterior utilización en las tareas de restauración y revegetación. Dicho substrato se acopiará en montones no superiores a los 2 m de altura para garantizar el mantenimiento de sus características físicas, químicas y biológicas esenciales. **A la finalización de la obra la tierra vegetal deberá ser extendida de nuevo.**

Se adoptarán las medidas necesarias para **minimizar la erosión de los taludes**, utilizándose para ello hidrosiembras.

Todas las zonas cercanas a la obra que sufran compactación o algún tipo de degradación como consecuencia de las obras serán restituidas una vez concluida su misión e incorporadas en la restauración vegetal a llevar a cabo.

En cuanto al **material inerte generado** en el proceso de construcción del túnel y desmantelamiento de instalaciones auxiliares, **se aplicará el tratamiento indicado en los Apéndices 5 (Estudio de gestión de residuos) y 6 (Estudio de manejo y uso de materiales procedentes del túnel)** en los que se justifica el destino final de dicho material a para la restauración de una explotación minera.

### 8.1.13. Vegetación

En el caso de que una vez materializado el replanteo se comprobase la **necesidad de llevar a cabo actuaciones de corta, arranque o desbroce de especies arbóreas o arbustivas de carácter forestal, se procederá a solicitar las correspondientes autorizaciones** previstas en la Ley 2/1992, de 15 de junio, Forestal de Andalucía. En el caso de que fuese necesario el apeo de algún ejemplar de alcornoque o encina, el Programa de Vigilancia Ambiental evaluará la conveniencia de proceder al trasplante de dichos ejemplares.

**En caso de que iniciado el proyecto se detectase la presencia de alguna especie vegetal de valor singular, se deberá comunicar la incidencia** a la Delegación de Huelva de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, para que dicte las medidas a acometer.

Se procederá al replanteo previo de las obras, mediante el **balizamiento de la zona mínima imprescindible para acometer las mismas**, para evitar así la invasión y deterioro de las áreas colindantes por maquinaria pesada. Los vehículos y maquinaria no transitarán por la zona no afectada por las obras o fuera de las trazas previstas.

**La eliminación de los restos vegetales** originados en la fase de ejecución de la obra se efectuará preferentemente mediante su **retirada a vertedero autorizado**.

### 8.1.14. Limitación al tránsito de maquinaria

**El tránsito de maquinaria de obras ha de limitarse a las pistas y caminos de acceso** que se adecuen para el desarrollo de las obras, y a la zona que será directamente ocupada por la obra. Tras el replanteo sobre el terreno de las obras, se evitará la circulación o maniobra de maquinaria fuera de estas zonas. Para ello se realizará el jalonamiento del área de obras.

### 8.1.15. Riegos sobre la vegetación afectada por las emisiones de polvo

Se realizarán **riegos periódicos, en su caso, mediante el empleo de camiones cisterna,** con una periodicidad de un riego semanal a razón de 2-3 l/$m^2$ durante el periodo seco.

### 8.1.16. Desbroces y apeo de la vegetación

Para evitar afecciones involuntarias sobre zonas o elementos de valor ambiental o patrimonial, así como a los terrenos cultivados, etc., adyacentes a los acopios de material sobrante, **se preverá el jalonamiento del perímetro de las parcelas.**

De acuerdo con la Ley Forestal de Andalucía (Ley 2/92) y con el Reglamento Forestal (Decreto 208/1997), los desbroces y apeo con destoconado necesarios deberán contar con la **autorización pertinente.**

Los restos vegetales que se generen **no deberán permanecer apilados en la zona de obras más de tres días**.

Durante el replanteo se **señalizarán los árboles colindantes con la zona de obras para evitar que sean dañados**. Estos ejemplares se protegerán mediante tablones de madera, de altura superior a los tres metros unidos entre sí, mediante alambre alrededor del árbol afectado. Asimismo las raíces que fuesen dañadas se tratarán con fungicida con objeto de evitar la propagación de enfermedades.

**Se evitará la colocación de clavos, cables, alambres, etc., sobre los troncos**, así como se prohibirá encender fuego cerca de los árboles y arbustos. Igualmente se impedirá el apilamiento de materiales sobre los troncos y sobre las raíces, evitándose estacionar o circular con la maquinaria en las proximidades de la vegetación arbórea con el objeto de evitar daños. Por este mismo motivo se prohibirá la circulación de vehículos fuera de la franja prevista para ello y se evitará seccionar ramas o raíces importantes.

Durante la fase de construcción se harán **riegos diarios**, o con la frecuencia que el director ambiental de la obra estime necesaria, sobre los caminos de obra no pavimentados, cubriéndose, asimismo, con lonas los camiones que transporten tierras, áridos y escombros para evitar la formación de polvo que pueda afectar la actividad fotosintética de las plantas.

Se considera necesario conservar la vegetación que no sea afectada por las obras y que se halle dentro de los límites de las actuaciones proyectadas. Se intentará evitar la destrucción innecesaria de áreas que no sean ocupadas de una manera definitiva para su uso en las tareas derivadas de la construcción de las instalaciones, como pueden ser las áreas de almacenamiento de materiales, estacionamiento de maquinaria, etc.

**Se prohibirá la circulación de vehículos fuera de las zonas señalizadas y preparadas para ello**, evitándose igualmente estacionar o circular con la maquinaria en las proximidades de la vegetación con el objeto de minimizar la posibilidad de daños en la misma, para lo cual se evitará seccionar ramas o raíces importantes. Esta prohibición se extenderá durante la fase de explotación.

**La instalación del jalonamiento tendrá carácter temporal** y se prolongará durante el período en el que se lleve a cabo la realización de las obras. Será repuesto cuando se vea dañado y, de modo sistemático, cada 3 meses. Una vez concluida la explotación y restauración se desmantelará.

### 8.1.17. Trasplante de árboles

El tratamiento de trasplante de árboles persigue el objetivo de **preservar los ejemplares adultos del arbolado autóctono afectado por las obras.**

**Se prevé el trasplante de las encinas afectadas por el Proyecto y que sean aptas para ello, estimadas en 60**.

La metodología utilizada ha partido, en primer término, de un análisis de la fotografía aérea de la zona afectada por el Proyecto, tanto del propio trazado como de las áreas donde se ubicarán las instalaciones auxiliares y vertederos de las obras.

A continuación se ha llevado a cabo un análisis del catálogo de la flora de la zona del que puede concluirse que la especie arbórea de mayor singularidad, para la que ha de diseñarse el trasplante, es la encina (*Quercus ilex subsp. rotundifolia*).

Ambos análisis han dado como resultado, que se afectan alrededor de 250 encinas aproximadamente, de las cuales se estima que 60 pueden ser aptas para trasplante.

Se considerará el traslado a una ubicación temporal donde los árboles serán acopiados hasta que sea factible su traslado a la ubicación definitiva. La ubicación definitiva será la misma parcela utilizada como vertedero para su posterior integración paisajística de modo que se restablezcan en la medida de lo posible las condiciones preoperacionales.

De forma previa a la extracción de los ejemplares se llevará a cabo su selección definitiva, siempre bajo la supervisión de la Dirección Ambiental de Obra. Los criterios de la elección de ejemplares serán: en primer lugar, su tamaño; y en segundo lugar, su estado fitosanitario. Respecto al tamaño cabe decir que, como norma general, los tamaños más adecuados para realizar el trasplante serán los pies con circunferencia a la altura del pecho (CAP) o circunferencia normal (a 1,30 m del suelo) comprendidas entre 30 y 60 cm, que se corresponden con diámetros normales de 5 a 20 cm para el caso de la encina.

La operación de trasplante consistirá básicamente en tres fases: extracción, transporte e implantación en el lugar de ubicación.

Con anterioridad a la extracción se realizará un análisis del ejemplar para determinar sus características particulares (tamaño, volumen radicular, etc.), así como el medio particular en el que se ubica (edafología, hidrología, climatología, etc.), para simular después estas mismas condiciones en la nueva ubicación.

La primera labor a desarrollar consistirá en una poda intensa, que tendrá por objeto facilitar el transporte y mantener el equilibrio entre el sistema radicular existente tras el trasplante y la parte aérea. Esta operación se deberá realizar durante la fase de reposo de la vegetación (savia parada y yemas en estado de reposo), que en este caso coincide con el periodo comprendido entre finales de octubre y finales de febrero. Una vez efectuada la poda, y para

proteger al árbol contra enfermedades, los cortes realizados se tratarán con cicatrizantes y fungicidas.

La extracción se realizará con una grúa telescópica, tomando las precauciones oportunas para no dañar el árbol, el cual se colocará, debidamente asegurado y fijo, en el camión de transporte. La caja del camión se rellenará de tierra vegetal, de modo que las raíces queden cubiertas. La descarga se realizará con la propia grúa del camión.

Finalmente, se colocará el ejemplar en el hoyo de plantación, de manera que las raíces queden rectas y lo más alejadas posible de la superficie. El relleno del hoyo se realizará con el material originario de donde se extrajo el ejemplar, de forma que quede enterrado el cepellón.

Es posible para estas operaciones el empleo de máquinas trasplantadoras, en cuyo caso la máquina abrirá primero el hoyo, procediendo a continuación a extraer y transportar el árbol, colocándolo en el hoyo abierto. En este caso, el tamaño del hoyo es idéntico al del cepellón con que se extrae el árbol.

### 8.1.18. Fauna

**El programa de ejecución de los trabajos adecuará a los períodos de menor incidencia** sobre las especies de la fauna silvestre (meses de marzo, abril, mayo y junio).

En consideración de los especiales valores faunísticos del área de la boca de entrada del túnel, se establece que **las acciones de retirada de tierra vegetal, así como el desbroce de vegetación y los movimientos de tierras se evitarán entre mediados de febrero y principios de julio**, minimizándose así los impactos sobre la fauna durante la época de reproducción, en que ésta es más sensible.

Con objeto de evitar accidentes con la fauna del entorno, se construirá una **cerca perimetral** tanto en los canales de entrada y salida del túnel.

Se **construirán escalas** que permitan la salida de animales en caso de intrusión en el canal.

En el túnel que queda obsoleto se **instalarán rejas en la entrada y salida** como medidas para seguridad de las personas, **al tiempo que se permitirá que el túnel pueda seguir siendo usado por especies de la zona** (murciélagos entre otros). Estas rejas verticales dejarán libres los 25 cm superiores de la sección del túnel para facilitar la entrada y salida de los murciélagos.

**Se evitará** en lo posible la **afección a nidos y madrigueras** que sirven para refugio y nidificación de la fauna y la contaminación acústica durante la fase de construcción con el objeto de no perturbar más de lo imprescindible la tranquilidad de la fauna.

En el caso de ser necesarias **voladuras, éstas no se realizarán en ningún caso durante el período de enero a junio**, estudiándose la posibilidad de realizar voladuras controladas de bajo impacto acústico (microvoladuras).

### 8.1.19. Paisaje

Las labores de restauración paisajística se realizarán en:

- Zona de acopio definitivo de inertes.
- Zona de ubicación de instalaciones auxiliares.
- Zona de ocupación temporal en bocas Norte y Sur (incluye falsos túneles y su zona de afección durante las obras y zona de acopio de inertes en la boca Sur).
- Arroyo del Cuco.
- Canal de conexión con el azud de Matavacas hasta las compuertas de regulación.
- Área entre los canales y el canal del arroyo del Cuco.

**Las pendientes de los taludes serán las adecuadas** para que mediante el aporte y extendido de tierra vegetal se facilite la revegetación y se evite la aparición de fenómenos erosivos.

Se procederá en toda la obra a la adecuada **remodelación topográfica, aporte de tierra vegetal, hidrosiembra** de especies herbáceas y de matorral y **plantación** de especies arbustivas y arbóreas, especialmente en los taludes y márgenes, así como en otras superficies afectadas.

### 8.1.20. Acopio de materiales

**Los acopios y depósitos temporales de materiales se realizarán en zonas cuya cuenca visual sea mínima,** especialmente desde núcleos habitados próximos, vías de comunicación y lugares frecuentados.

En general, se trata de conseguir un diseño óptimo de formas y volúmenes y la mejora de las condiciones visuales del paisaje extrínseco para ello se propone como zona de acopio las zonas de instalaciones auxiliares del Proyecto.

### 8.1.21. Vertidos

**Es obligado mantener el entorno de las obras libres de vertidos y acopios de sobrantes**, llevándolos con brevedad a los lugares determinados como puntos de vertido controlados.

**8.1.22. Riesgo de incendio**

Durante la ejecución de las obras, se realizarán acciones que pueden suponer un riesgo de incendio forestal, sobre todo en el período en el que la vegetación circundante está más seca (desde primeros de mayo a finales de septiembre). Alguna de estas acciones pueden ser la realización de soldaduras, quema de restos vegetales, fumar en las inmediaciones de la obra y arrojar cerillas o colillas mal apagadas, etc. **Para evitar el peligro de incendios se tomarán las siguientes medidas**, así como cualquier otra que se estime necesaria:

- **No podrán depositarse residuos vegetales procedentes del desbroce a menos de 100 m de otras formaciones forestales colindantes.** Los residuos vegetales que pudieran ser generados como consecuencia de trabajos realizados, serán eliminados de la superficie de la parcela.

- **No se podrá utilizar el fuego como sistema de eliminación de residuos vegetales**.

- **Las soldaduras se realizarán** en la medida de lo posible **sin vegetación alrededor** y se dispondrá de una cuba de agua y/o un extintor cercano.

- Se realizarán **riegos periódicos** de la zona de obras, así como de la vegetación que la rodea, cuando las condiciones de sequedad ambiental así lo recomienden.

- **Los restos vegetales procedentes del desbroce no se acumularán más de tres días** consecutivos. Posteriormente, serán llevados a vertedero o astillados tomando las medidas preventivas oportunas.

- **Se prohibirá fumar** mientras se realizan soldaduras o se descarga gasoil mediante camión cisterna.

- Previamente a las labores de desbroce o a la realización de voladuras (si las hubiera) se desbrozará la zona y se regará la vegetación circundante. **Se dispondrá de cubas de agua preparadas y/o extintores** cercanos durante estas labores, así como de una máquina motoniveladora o similar para hacer cortafuegos.

- Se deberá mantener la **superficie de la obra libre de residuos** orgánicos como combustibles o aceites y evitar que se depositen vidrios o cristales que pudieran funcionar como una lupa y ser origen de un incendio.

- Durante la realización de las obras **se deberá contar con extintores** en el número y situación que se especifique en el Estudio de Seguridad y Salud.

- Las **instalaciones eléctricas de obra tendrán un mantenimiento correcto** tal y como se indique en el Estudio de Seguridad y Salud.

- **En caso de producirse fuego incontrolado se dará aviso inmediato** a los servicios de emergencias más próximos, como Protección Civil, Bomberos, Policía y Guardia Civil.

**8.1.23. Medio socioeconómico**

Se procederá a la **señalización adecuada de las obras, así como los plazos de ejecución, fechas de inicio y final de las obras**, vallado, así como indicación de las zonas de paso de vehículos pesados y posibles desvíos temporales.

**Se deberá evitar el paso de los vehículos pesados por áreas urbanas**, a fin de evitar posibles accidentes, grandes molestias y perturbaciones del tráfico en éstas áreas.

**8.1.24. Patrimonio histórico y cultural**

Los movimientos de tierras llevan implícita la modificación de la topografía actual, lo que puede suponer un impacto directo, inmediato, negativo e irreversible sobre eventuales recursos culturales ya que el movimiento de tierras supone la destrucción o alteración de bienes integrantes del Patrimonio Histórico (estructuras o depósitos arqueológicos en sus múltiples formas).

**Si durante la ejecución de las obras se encontraran hallazgos arqueológicos, se protegerán los objetos hallados y se dará aviso inmediato** a la Delegación de Huelva de la Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico, con objeto de que ésta adopte las medidas oportunas.

**8.1.25. Vías pecuarias**

Determinadas actuaciones del proyecto pueden afectar al entorno de la vía pecuaria “Colada de la Espada” ubicada en el Termino Municipal del El Granado que en la actualidad se encuentra deslindada por Resolución de la Secretaria General Técnica de la Consejería de Medio Ambiente de 19 de enero de 2006.

Al plantearse como solución constructiva la ejecución mediante túnel, el cruce es a distinto nivel y no se produce afección directa sobre la vía pecuaria por lo que parece que, en principio, no se considera necesario iniciar expediente de ocupación (como se recoge en la Autorización Ambiental Unificada de 6 de marzo de 2012 referente a esta misma obra). No obstante, el Apéndice 3, **incluye la correspondiente Solicitud de Ocupación de Vías Pecuarias, en previsión que se considerara necesario iniciar expediente de ocupación o que se considerara necesario que la maquinaria use como acceso una vía pecuaria**.

### 8.1.26. Ubicación de los parques de maquinaria

La ubicación del parque de maquinaria y de instalaciones auxiliares cumplirá las siguientes condiciones:

- **No se ubicarán en una vía pecuaria o dentro de la zona de Dominio Público Hidráulico**.
- **No se instalaran en las inmediaciones de yacimientos arqueológicos o en su zona de protección**.

En el proyecto de construcción se propone como ubicación del parque de maquinaria e instalaciones auxiliares de obra una zona que cumple con los requisitos anteriores y que es además de fácil acceso. Estas instalaciones deberán tener una superficie mínima de 35.000 $m^2$ para albergar toda la maquinaria auxiliar necesaria así como una fábrica de dovelas y un espacio de acopio. Se prevé la ubicación de dicha área en el entorno de la boca Sur del túnel.

De acuerdo con el Programa de Vigilancia que se establece, se deberá elaborar un informe que será remitido a la Delegación Territorial de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible en Huelva, con la ubicación definitiva del parque de maquinaria, justificando el cumplimiento de los criterios arriba indicados.

## 8.2. MEDIDAS CORRECTORAS

### 8.2.1. Geomorfología

8.2.1.1. Acopio de inertes

El proyecto considera que **parte de los excedentes procedentes de la excavación del túnel servirán en la restauración de las instalaciones auxiliares. Para el resto de materiales excedentes, se propone su traslado a vertedero de inertes autorizado**.

**El acopio de materiales inertes será una de las acciones del Proyecto a la que habrá que prestar especial atención debido al elevado volumen de residuos que generará la excavación del túnel**. Se tendrá en cuenta para ello que el lugar elegido no afecte a los ecosistemas de dehesas de la zona, ni a ningún yacimiento inventariado o vía pecuaria, así como a ningún curso fluvial.

A medida que se vayan finalizando las obras, se procederá a la limpieza inmediata de residuos y a la eliminación total de escombros de la zona.

Los acopios de inertes constituyen impactos negativos sobre el paisaje, por su volumen, altura, dureza de sus líneas y color.

Las condiciones de vertido en el emplazamiento definitivo serán las siguientes:

- Los materiales a almacenar deben ser aptos para su depósito (inertes según la vigente legislación). No podrán verterse productos contaminantes o materiales tales como plásticos, aceros, restos de maquinaria, residuos de lubricantes, etc.

- Con el fin de que las condiciones del vertedero sean lo más homogéneas posibles, se agruparán los materiales procedentes de los mismos tipos de rocas.

- Los materiales vertidos deberán ser compactados de forma ligera regularmente, para evitar problemas debidos a posteriores asientos del terreno. Se procurará que las fracciones más gruesas del escombro queden en el núcleo del vertedero. Se incorporarán mezclas de diferentes texturas con la finalidad de evitar huecos y cavidades perjudiciales para la estabilidad del mismo.

- La superficie del vertedero se cubrirá con las fracciones de texturas más finas, con el objetivo de no dificultar los trabajos posteriores de revegetación y facilitar la supervivencia de las plantas.

- En los materiales más externos de los taludes del vertedero, que se compactarán ligeramente, se evitarán las formas acanaladas en sentido longitudinal que producen las retroexcavadoras al refinar los taludes. Es necesario que en las capas superiores se retenga lo más posible el agua de lluvia.

- El diseño de vertedero definitivo deberá tener taludes alomados, de baja pendiente, y nunca como “pirámides escalonadas” poco estéticas, para ello se realizará una remodelación fisiográfica, evitando aristas y vértices en los taludes, que se remodelarán hacia formas suaves y redondeadas, más acordes con el paisaje circundante, respetándose siempre el comportamiento inicial geomorfológico de la zona afectada y del entorno.

- Para cumplimiento de la legislación vigente en materia de emisión de gases y contaminantes a la atmósfera, se reglarán todos los motores de la maquinaria y vehículos de carga. Igualmente se dotarán de silenciadores homologados, cumpliendo toda la maquinaria la Directiva 2000/14/CE, y el Real Decreto 212/2002.

- Se cumplirá estrictamente la legislación en materia de seguridad y salud del trabajo.

- Durante las obras, especialmente en épocas secas, se efectuarán riegos periódicos, tanto en los caminos de obra como en las áreas de vertido, evitando la generación de grandes cantidades de polvo. Con la misma finalidad, se cubrirá, con mallas de luz adecuada, las cajas de camiones de transporte de tierras.

- La limpieza de la maquinaria, repostaje de combustible y cambio de aceite, se llevarán a cabo únicamente en lugares habilitados a tal efecto. Los aceites, lubricantes, combustibles, etc. Deberán ser recogidos por un gestor autorizado y enviarse a depósito de seguridad o planta de tratamiento autorizada.

8.2.1.2. Acopio de tierra vegetal

**Se retirará de manera selectiva** el horizonte superficial de tierra vegetal, que será depositado en cordones con unas características de diseño, tendentes a preservar las cualidades del material orgánico.

La extracción de las capas superficiales del suelo en caso de producirse tendrá como **objetivo inmediato su utilización para trabajos de revegetación** (tierra vegetal).

Siempre que fuera posible, **se retirará el suelo vegetal junto con la propia broza** de la zona que va a ser excavada.

Esta tierra vegetal, aparte de ser suelo fértil originado in situ y por consiguiente similar al existente en los alrededores y colonizable por la vegetación autóctona, posee una gran cantidad de semillas y microfauna simbiótica con un elevado poder de autocolonización. **El manejo de los suelos vegetales requiere un gran cuidado para no perder sus características**.

Las normas más elementales son las siguientes:

- Evitar al máximo el paso de maquinaria pesada para evitar que se compacte.
- Procurar manejar el suelo con condiciones de humedad (tempero) apropiada evitando hacerlo cuando esté muy seco o muy húmedo.
- Mantenerlo en acopios hasta que, finalizadas las obras se puedan extender sobre las superficies desnudas. Estos acopios o caballones no deberán superar 1,5 m de altura, ya que por encima de este tamaño, las capas inferiores se compactan y se pierde la difusión del oxígeno.
- Una vez hechos los acopios, evitar en todo momento el paso de maquinaria por encima, e incluso el pisoteo.

### 8.2.2. Protección paisajística

8.2.2.1. Extendido de tierra vegetal

**La reutilización de la tierra vegetal** es de especial importancia gracias al ahorro que supone en aportes posteriores de tierra vegetal y debido a su condición de sustrato de semillas de especies adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas de la zona, por lo que el empleo de esta tierra vegetal extraída contribuye al restablecimiento de la vegetación natural del entorno.

Esta operación conlleva la retirada selectiva de todas las tierras vegetales, antes de que se produzca el movimiento de tierras al inicio de las obras, con el fin de conservar y mantener rico el suelo para su posterior reextensión sobre los terrenos afectados.

El espesor útil retirado en cada caso coincidirá con el espesor de la tierra vegetal que corresponde a los horizontes más superficiales, generalmente al horizonte A, rico en materia orgánica y en elementos nutritivos, y con el espesor de la tierra vegetal más los horizontes subyacentes.

La primera operación de retirada selectiva se realizará hasta una profundidad variable en función de cada tipo de suelo, que será determinada por la Dirección Ambiental de la Obra, sin poder determinarse un patrón fijo, ya que la capa de tierra vegetal, en función del tipo de terreno y la vegetación asentada sobre él, varía entre unos pocos centímetros y hasta medio metro. Para ello, será necesario realizar las oportunas catas que sirvan de guía a la maquinaria. Esta retirada de tierras vegetales se realizará en todos los niveles edáficos que se vean afectados por las obras, y será simultánea a las labores de desbroce, de manera que la tierra vegetal incorpore los restos de la vegetación existente en el terreno en el momento de su separación.

La extracción de tierras vegetales se efectuará en las zonas afectadas por la explanación, vertederos, áreas por la que discurran caminos y pistas de acceso, parques de maquinaria y zonas de acopio temporal de materiales e instalaciones provisionales de obra.

**El volumen de tierra vegetal disponible es de 25.208 $m^3$, los cuales se extenderán con un espesor de 30 cm aproximadamente en los taludes de la boca Norte y Sur** y en la zona de ocupación temporal de entrada y salida del túnel (incluyendo las instalaciones auxiliares y posterior zona de acopio.

8.2.2.2. Mantenimiento

En el programa de vigilancia ambiental se establecen las actividades de conservación que se realizarán durante **dos años**. Se incluyen trabajos de riegos, escardas, abonados y reposición de marras.

### 8.2.3. Instalaciones provisionales de obra

La localización de la zona de instalaciones provisionales de obra será en las proximidades de la salida del túnel, en la boca Sur. Una vez finalizadas, se procederá a su **desmantelamiento y a la recuperación de la zona afectada mediante obras de restauración paisajística** con siembra de especies de pocos requerimientos hídricos y crecimiento rápido algarrobos, acebuches, pinos y en las zonas próximas al borde del canal, fresnos.

Parte de los excedentes procedentes de la excavación del túnel serán utilizados en la restauración de las instalaciones auxiliares. Además de la **restitución de la propia zona de instalaciones auxiliares se acondicionarán las superficies colindantes que también serán alteradas** durante la ejecución del túnel, tales como la zona de excavación del falso túnel y los desvíos provisionales de caminos en la boca Sur.

Todas las instalaciones deberán limpiarse de restos de obra, recubriendo con tierra vegetal y broza retirada de lugares ocupados.

**Deben extremarse las precauciones para evitar el derramamiento** de grasas e hidrocarburos por vertidos accidentales de maquinaria pesada implicada en las obras. Con estas medidas se consigue el mantenimiento de la calidad de las aguas, al realizar un control de los vertidos sólidos y de los aceites de la maquinaria. Será necesario por tanto, instalar balsas de decantación en las superficies destinadas a las instalaciones provisionales de obra.

### 8.2.4. Protección del sistema hidrológico

**Las instalaciones auxiliares de obra tendrán una balsa de decantación**, a través de la que deberán pasar los efluentes de las mismas, con el fin de que el vertido final mantenga, al menos la misma calidad en cuanto a vertidos sólidos, grasas y turbidez.

Se ubicará una **balsa a la salida de la boca Sur del túnel** para la recogida del agua contaminada del mismo. En dichos contenedores se realizará la separación de aceites y grasas en superficie y la sedimentación de sólidos en suspensión. Cada residuo será convenientemente tratado según lo establecido en el apartado 7.1.7.

En el caso de los **caminos proyectados, cada cauce interceptado,** por pequeño que sea, **tendrá su propio drenaje transversa**l, desechándose la reunión en un único punto de drenaje de las escorrentías correspondientes a distintas cuencas parciales. En el apartado 8.1.11 se muestra la tabla con dichas obras de drenaje transversal.

Con objeto de mantener inalteradas las características hidrológicas de la zona, se **evitará la instalación de cualquier tipo de instalación auxiliar, así como la acumulación de materiales** de obra o procedentes de los movimientos de tierra y vertido de sustancias contaminantes, en aquellas áreas desde las que se pueda afectar a los diferentes flujos de agua existentes a lo largo del trazado.

En cuanto a la **hidrología subterránea,** se tratará, en la medida de lo posible, de preservar los puntos de infiltración de las aguas superficiales, así como los flujos y gradiente de las aguas subterráneas. La **instalación casi simultánea de las dovelas impermeabilizará** el túnel y evitará infiltraciones de agua durante la construcción.

En el caso de producirse vertidos accidentales, estos **derrames serán recogidos restituyendo el medio afectado a su estado original**, con ausencia de elementos contaminantes que puedan afectar al medio hídrico y al suelo y gestionando los residuos adecuadamente, incluyendo la fracción de suelo contaminado.

#### 8.2.4.1. Balsa de decantación en instalaciones auxiliares

Las balsas de decantación provisionales **están destinadas principalmente al desbaste y decantación** durante las obras, que recogerán las aguas de drenaje de los parques de maquinaria y zona de instalaciones.

Estas balsas provisionales **se acompañan de una red de drenaje perimetral** que permita la recogida de escorrentías o vertidos contaminantes (combustible, aceite, etc.) y desemboque en la propia balsa.

En la zona de instalaciones se ha previsto una cuneta trapecial tipo TR-2, alineada con los bordes de la zona, que conduce hasta la balsa correspondiente. La conexión entre la balsa provisional y la cuneta perimetral se realiza a través de un tubo de hormigón armado de 800 mm de diámetro. La impermeabilización de las balsas, al igual que la explanación en la zona prevista de instalaciones, se materializa con una lámina de polietileno PEAD de 1,5mm.

Los sólidos depositados en el fondo de la balsa serán extraídos mediante camión cisterna y se trasladarán a vertedero autorizado. El objetivo de esta balsa es la sedimentación de partículas procedentes de los arrastres efectuados por la escorrentía en las instalaciones de obra o para la contención de contaminantes por vertido accidental en dicha zona. Para su mantenimiento se realizará un seguimiento estricto sobre ella, de manera que no se colmaten con el depósito de fangos. Periódicamente se extraerán los lodos de la balsa mediante camión cisterna, se secarán y se transportarán a su destino definitivo. Con el fin de que la operación de vaciado no sea demasiado frecuente se han dimensionado con una capacidad de 150 $m^3$, manteniendo la longitud mínima de 5 metros en una dirección transversal.

La explotación, conservación y mantenimiento de las balsas correrá a cargo del adjudicatario de la obra. Si las aguas que salen de las balsas sobrepasan los valores límite establecidos por la legislación vigente serán necesarios sistemas adicionales como separadores de hidrocarburos, arquetas desengrasantes, sistemas de corrección del pH, tratamientos físico-químicos (coagulación-floculación), etc. Para ello habrá de hacerse el correspondiente seguimiento analítico. En el caso de que no sea posible o conveniente realizar los tratamientos de floculación, se estudiará instalar filtros que recojan la mayor parte del efluente que salga del túnel. En cualquier caso, esta agua sólo podrá ser vertida a los cursos de agua con la correspondiente autorización administrativa.

**Al término de las obras, cuando se desmantelen todas las instalaciones** de obra previstas en las áreas de parque de maquinaria e instalaciones auxiliares, también se

procederá a la demolición y retirada de estas balsas y su red de cunetas de drenaje perimetral, procediéndose a restaurar los terrenos.

8.2.4.2. Balsa de decantación y recogida de vertidos del túnel

**Durante la fase de construcción se dispondrán balsas de decantación en la boquilla aguas abajo del túnel de forma que salgan aguas residuales o de drenaje del propio túne**l, bien por gravedad o bien por bombeo.

De esta forma, **se evitará que dichas aguas de drenaje se viertan directamente a los cauces** o al terreno sin ningún tipo de control previo de su calidad.

La capacidad de las balsas de decantación será tal que permita retener un determinado porcentaje de los sólidos en suspensión y, simultáneamente, un volumen suficiente para su almacenamiento durante cierto periodo de tiempo. Para ello se considerará un caudal de cálculo (Q) igual al generado por el túnel.

El otro dato de entrada en el método es el tamaño medio de las partículas que se pretende decantar en la balsa hasta alcanzar la concentración de sólidos permitida para el vertido del efluente a un cauce exterior. En la práctica, se suele adoptar como valor de partida D = 0,05 mm, es decir, conseguir decantar la fracción granulométrica de las arenas.

La velocidad de sedimentación de estas partículas será, de acuerdo con la Ley de Stokes, la siguiente:

$$V_s = \frac{g}{18 \cdot \mu}(S-1)D^2$$

Donde:

$V_s$ = Velocidad de caída de la partícula, en cm/s.

g = Aceleración de la gravedad, g = 981 cm/s$^2$.

$\mu$ = Viscosidad cinemática del fluido: $\mu$ = 0,01308 cm$^2$/s para una temperatura del agua de 10º C de media anual.

S = Peso específico de la partícula. S = 2,0 (para el tipo de materiales a decantar).

D = Diámetro de la partícula, supuestamente esférica. D = 0,005 cm.

Resultando una Vs = 0,1042 cm/s.

Se producirán caudales de agua en el interior, procedentes de tres fuentes:

Las empleadas en la ejecución del túnel, ya que dichos medios mecánicos precisan de grandes cantidades de agua para disminuir la fricción de los elementos de perforación contra la roca, a la vez que sirve como fluido refrigerador y facilita la evacuación de los materiales extraídos.

- Las aguas de lluvia y escorrentía infiltradas en el macizo que configura el relieve montañoso atravesado.

- En casos puntuales, por posibles vertidos producidos en el interior del túnel y que mediante el drenaje del túnel, conecta con la balsa de seguridad para evitar la contaminación de las aguas.

En este caso, el sistema es prácticamente independiente de las condiciones pluviométricas, ya que la balsa se ubicará muy próxima a la embocadura del túnel y, por tanto, exclusivamente recibirá aguas procedentes de su interior y, por tanto, con un flujo bastante constante, tan solo influido en las condiciones de ejecución del túnel, que en determinados momentos pueda precisar mayores o menores caudales de agua, y de la respuesta hidrogeológica del macizo que, evidentemente, “lamina” totalmente los flujos de agua de lluvia infiltrados en superficie.

La estimación precisa de los caudales de cálculo es, como se puede apreciar, muy compleja, si bien se puede establecer que son predominantes los procedentes del agua empleada en la excavación. En este sentido, para el tipo de materiales y sección de túnel a excavar, se ha establecido un caudal medio de 1.922 l/min que será el empleado en el dimensionamiento de las balsas. Luego:

Q = 1.922 l/min = 32 l/s

Para definir el volumen de las balsas, de nuevo independiente de los llenados debidos a aguaceros extraordinarios, se establece un tiempo de residencia de 2 h con lo que,

R = 2 · 3.600 · 32 = 230.000 l

**R = 230 m$^3$**

**Al término de las obras, se procederá al relleno de la balsa para integrarla en el terreno y proceder a las labores de revegetación**.

**8.2.5. Vegetación**

Se realizará la regeneración de la cubierta vegetal en las zonas donde sea necesario, por medio de especies que se adapten a los criterios de selección.

Como criterio de diseño principal, se tratará de **minimizar la afección a las masas y bosquetes de encina.**

Las actuaciones que se proponen son las siguientes:

- Evitar la alteración de la vegetación de mayor valor ecológico.
- Revegetación de los taludes de las bocas de entrada y salida del túnel mediante la realización de una hidrosiembra.
- Revegetación de los falsos túneles de las bocas de entrada y salida del túnel.
- Revegetación de otras superficies afectadas por las obras, tales como zonas de acopio de inertes y área de instalaciones provisionales mediante plantación y siembra de árboles y arbustos de especies autóctonas.
- Reducción del número de pies de planta afectados al estrictamente necesario, conservando los ejemplares de mayor valor.
- Protección activa de ejemplares que puedan ser dañados por el tránsito de la maquinaria o cualquier otra circunstancia.
- Prohibición de circulación de maquinaria fuera de la zona directamente afectada por las obras, evitándose de esta manera afectar a la vegetación localizada fuera del área de influencia.
- En la zona de instalaciones auxiliares se extenderá una capa de tierra vegetal con objeto de que la finca, dedicada actualmente al cultivo del olivar, pueda continuar con dicho uso.

## 8.3. REVEGETACIÓN

La restauración paisajística se realizará mediante siembra y plantación de especies autóctonas, siendo todas ellas resistentes a las condiciones climáticas y edáficas del lugar.

Se pretende disminuir el impacto visual generado por los movimientos de tierras, a la vez que fijar los taludes evitando su erosión y mejorar la calidad paisajística del entorno de la obra.

### 8.3.1. Áreas objeto de revegetación

Con este objeto, se proyecta la revegetación de las siguientes áreas:

- Zona de ocupación temporal en bocas Norte y Sur (incluye falsos túneles y su zona de afección durante las obras y zona de acopio de inertes en la boca Sur).
- Taludes de los emboquilles del túnel y de los caminos de la boca Norte y Sur.

### 8.3.2. Objetivos y criterios de la restauración

Las actuaciones de restauración tienen como objetivos:

- Favorecer la estabilidad de los taludes, disminuyendo el riesgo de erosión, desprendimiento o deslizamiento.
- Disminuir la erosión hídrica superficial, que se produciría favorecida por la ausencia de cubierta vegetal y por las pendientes de los taludes.
- Integrar los taludes y otras superficies alteradas en el entorno circundante, mejorando la calidad estética y paisajística de la obra.
- Dotar a la obra de un valor añadido de carácter ornamental.

Para la consecución de estos objetivos, se siguen los siguientes criterios en el diseño de las actuaciones:

- Se recrea el paisaje y las formas existentes en el entorno, eliminando en la medida de lo posible, el contraste visual que genera la obra.
- La distribución y densidad de las plantaciones responde a criterios funcionales y estéticos. La elevada densidad de plantación en los taludes permite una correcta protección del suelo frente a la erosión, pero se diseña evitando una distribución monótona y artificial.
- Se crea una cubierta vegetal estable, que no necesita complejas tareas de conservación, minimizando así los costes de mantenimiento.
- Se prioriza la utilización de especies autóctonas lo que asegura el éxito de las plantaciones con un mínimo mantenimiento.
- Para garantizar el éxito de la restauración, se realiza una rigurosa planificación temporal de las obras, exigiendo el control de los materiales y de la ejecución.

### 8.3.3. Especies seleccionadas

Las especies seleccionadas cumplen los siguientes requisitos:

- Integración en el paisaje circundante.
- Adaptación a las condiciones geológicas y climáticas de la zona.
- Vigor vegetativo y poder enraizante.
- Disponibilidad de obtención en viveros de la zona.
- Adaptación a los objetivos funcionales y estéticos.

Son las siguientes:

Especies arbóreas:

*Quercus ilex subsp ballota* (encina carrasca)

*Fraxinus angustifolia* (fresno)

*Olea europea var. sylvestris* (Acebuche)

*Cercis siliquastrum* (Algarrobo)

Especies arbustivas y subarbustivas:

*Chamaerops humilis* (palmito)

*Myrtus communis* (mirto)

*Lavandula stoechas* (cantueso)

*Rubus ulmifolius* (zarzamora)

*Rosmarinus officinalis* (romero)

*Tamarix gallica* (taraje)

*Nerium oleande*r (adelfa)

Especies herbáceas:

*Festuca arundinacea*

*Festuca ovina*

*Paspalum dilatatum*

*Lolium multiflorum*

*Medicago rugosa*

*Medicago sativa*

**8.3.4. Plantaciones**

Se proyectan plantaciones en las siguientes áreas:

- Zona de acopio definitivo de inertes.
- Zona de ocupación temporal en bocas Norte y Sur (incluye falsos túneles y su zona de afección durante las obras y zona de acopio de inertes en la boca Sur).
- Arroyo del Cuco.
- Canal de conexión con el azud de Matavacas hasta las compuertas de regulación.
- Área entre los canales y el canal del arroyo del Cuco.

Todas las plantas se suministrarán en cepellón y en envase impermeable (contenedor o bolsa), siendo los lugares de procedencia de las mismas análogos a los de plantación definitiva, en lo que se refiere a clima y altitud sobre el nivel del mar. Las plantas procederán de viveros que, reuniendo estas características, tengan capacidad para ser productores de la cantidad requerida y estén inscritos en el Registro Oficial correspondiente.

Las plantas en general serán bien conformadas, de desarrollo normal, sin que presenten síntomas de raquitismo o retraso. No presentarán heridas en tronco o ramas y el sistema radical será completo y proporcionado al porte. Su porte será normal y bien ramificado. Las plantas de hoja perenne presentarán el sistema foliar completo, sin decoloración ni síntomas de clorosis. La edad de las plantas será la mínima para obtener el porte exigido, no admitiéndose aquellos ejemplares que, aun cumpliendo la condición de porte, sobrepasen en años la edad necesaria para alcanzarlo.

Serán rechazadas aquellas plantas que:

- Que en cualquiera de sus órganos y partes sufran, o puedan ser portadoras de plagas o enfermedades o que sufran o presenten síntomas de haber sufrido alguna enfermedad o plaga.
- Que hayan sido cultivadas sin espaciamiento suficiente.
- Que hayan tenido crecimientos desproporcionados.
- Que lleven en el cepellón plántulas de otras especies.
- Que hayan sufrido daños que afecten a estas especificaciones.
- Que no vengan protegidas por el oportuno embalaje.
- Que su parte aérea se halle dañada, sin que el daño pueda ser remediado por recorte o poda sin caer en pérdidas de simetría ni en porte inaceptables.

En las zonas de ocupación temporal de las bocas Norte y Sur, las plantaciones se realizarán en marco irregular agrupando las especies arbustivas de forma heterogénea. La densidad de plantación será de 40 ud/100 $m^2$ a plantar en un 30% de la superficie.

Las especies a utilizar serán las siguientes y en las siguientes proporciones para 100 $m^2$:

*Chamaerops humilis* (palmito) 8 ud/100 $m^2$

| | |
|---|---|
| *Lavandula stoechas* (cantueso) | 10 ud/100 $m^2$ |
| *Rosmarinum officinalis* (romero) | 10 ud/100 $m^2$ |
| *Rubus ulmifolius (*zarzamora) | 4 ud/100 $m^2$ |
| *Myrtus communis* (mirto) | 8 ud/100 m |

Las plantaciones se complementarán con el trasplante de las encinas que se ven afectadas por el Proyecto y que Las plantaciones se complementarán con el trasplante de las encinas que se ven afectadas por el Proyecto y que según el punto 8.1.17 ascienden a 250 pies aproximadamente. De ellas, se estima el trasplante del 30% de ellas, lo cual significa reubicar 60 encinas Para completar, se proyecta la plantación de 110 encinas procedentes de vivero.

Para efectuar las plantaciones se abrirán hoyos de dimensiones 0,4 x 0,4 x 0,4 metros en las especies arbustivas y 1x1x1 m en las arbóreas. El relleno del hoyo, previa colocación de la planta y su cepellón, se realizará con tierra vegetal estercolada. La superficie final quedará formando una pequeña hondonada en torno a la planta sin formar alcorque. Finalmente se procederá a realizar el riego de plantación a razón de 25 l/planta en las especies arbustivas y 40 l/planta en los árboles.

Las plantaciones se realizarán preferentemente en los meses de octubre o noviembre o, en su defecto, en marzo o abril, si es posible con tiempo húmedo.

En el arroyo del Cuco también se realizarán plantaciones. Éstas consistirán en plantaciones lineales de *Fraxinus angustifolia* cada 4 m. En la margen derecha del canal de salida se realizarán plantaciones lineales de *Nerium oleander* y *Tamarix gallica*. Todas estas plantaciones se realizarán dentro de los terrenos objeto de expropiaciones debidas al Proyecto.

Para efectuar las plantaciones se abrirán hoyos de dimensiones 0,4 x 0,4 x 0,4 metros en las especies arbustivas y 1x1x1 m en las arbóreas. El relleno del hoyo, previa colocación de la planta y su cepellón, se realizará con tierra vegetal estercolada. La superficie final quedará formando una pequeña hondonada en torno a la planta sin formar alcorque. Finalmente se procederá a realizar el riego de plantación a razón de 25 l/planta en las especies arbustivas y 40 l/planta en los árboles.

Las plantaciones se realizarán preferentemente en los meses de octubre o noviembre o, en su defecto, en marzo o abril, si es posible con tiempo húmedo.

A lo largo del canal de conexión con el azud de Matavacas hasta las compuertas de regulación. Habrá de procederse a la plantación de fresnos a ambos lados del canal siguiendo el mismo marco de plantación y condiciones establecidas en el arroyo del Cuco.

En la zona que queda entre los canales y el canal del arroyo del Cuco se procederá a la plantación de tarajes y adelfas, con el mismo marco de plantación anterior.

En la zona de ubicación de las instalaciones auxiliares (36.000 $m^2$), una vez extendida la tierra vegetal, se procederá a la plantación formado en bosquetes de especies con pocos requerimientos hídricos y de crecimiento rápido algarrobos y, acebuches conforme las prescripciones de ahoyado y plantación anteriores, con una densidad de 100 pies por hectárea, lo que supone 360 pies (180 de cada especie).

En las zonas anexas al borde del canal se plantarán fresnos en línea y separados 4 metros.

### 8.3.5. Hidrosiembra

Consiste en la introducción de especies herbáceas (mezcla de leguminosas y gramíneas) y arbustivas sobre la superficie de los taludes mediante hidrosiembra.

Las semillas procederán de empresas comerciales acreditadas y serán del tamaño, aspecto y color de la especie botánica elegida. Cada especie deberá ser suministrada en envases individuales sellados o en sacos cosidos, correctamente identificados y rotulados, para certificar las características de la semilla. Las especies seleccionadas son las siguientes:

Especies herbáceas:

*Festuca arundinacea.*

*Festuca ovina.*

*Paspalum dilatatum.*

*Lolium multiflorum.*

*Medicago sativa.*

Especies arbustivas:

*Retama sphaerocarpa (*retama*).*

Se propone la realización de una hidrosiembra en los taludes de los emboquilles del túnel así como en los taludes de los caminos de la boca Norte y Sur, para lo cual se indica a continuación la forma de ejecución de la misma.

Debido a que los trabajos de hidrosiembra forman parte de la estrategia destinada a minimizar los efectos negativos de la erosión, el éxito de los mencionados trabajos requiere necesariamente de lo siguiente:

- El suelo en el talud debe permitir el crecimiento de la vegetación
- Las semillas son seleccionadas en función de las características del suelo, así como de las condiciones climatológicas
- La utilización de abonos o materiales favorecerá el crecimiento de la vegetación.

El proceso a seguir para la correcta ejecución de la técnica se describe a continuación:

En primer lugar se propone la extensión de una capa de tierra vegetal, de mínimo 30 cm de espesor, que será inmediatamente fijada al terreno natural mediante una malla tridimensional de protección. Posteriormente se realiza la hidrosiembra en dos pasadas, según se explica a continuación.

La hidrosiembra se realizará en dos fases, una de siembra y otra de tapado, utilizando mulch, estabilizador, alginatos, abono y agua en las siguientes cantidades:

Fase de siembra:

- Semillas: 25 g/m$^2$
- Mulch de ecofibra 75 g/m$^2$
- Estabilizador 10 g/m$^2$
- Abono soluble de liberación lenta 50 g/m$^2$
- Alginatos 10 g/m$^2$
- Agua 2,5 l/m$^2$

Fase de tapado:

- Mulch de ecofibra 75 g/m$^2$
- Estabilizador 10 g/m$^2$
- Agua 2,5 l/m$^2$

A continuación se indican las proporciones de la mezcla de semilla para un kilogramo:

- *Festuca arundinacea* 180 gr
- *Festuca ovina* 160 gr
- *Paspalum dilatatum* 160 gr
- *Lolium multiflorum* 180 gr
- *Medicago sativa* 150 gr
- *Retama sphaerocarpa* 170 gr

La hidrosiembra se realizará en el período adecuado, es decir, entre las primeras lluvias del otoño y el mes de febrero.

### 8.3.6. Conservación y mantenimiento

Con objeto de garantizar el correcto arraigo y desarrollo de las siembras y plantaciones, se establece un programa de conservación y mantenimiento, válido durante el periodo de garantía, establecido en 24 meses.

8.3.6.1. Conservación de taludes

Incluye:

- Riegos.
- Abonado de siembras.
- Resembrado.
- Limpieza general.

Riegos

En los taludes, el riego se realizará sobre las superficies sembradas a razón de 5 l/m$^2$. En las superficies hidrosembradas se realizará con las precauciones necesarias para evitar arrastres de tierra o de semillas. Se continuará regando con la frecuencia e intensidad prevista y necesaria para mantener el suelo en un buen estado de tempero.

Se han previsto tres riegos en el primer año, y dos en el segundo, a efectuar en verano.

El momento más indicado para regar, se consideran las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde.

Dadas las características de las especies que constituyen la mezcla de siembras, no se considera necesario efectuar riegos con mayor frecuencia.

Abonado de superficies hidrosembradas

Al inicio de la primavera se efectuará un abonado mineral compuesto de los tres macroelementos (nitrógeno, fósforo y potasio) en cantidad no inferior a los cincuenta (50) gramos por metro cuadrado.

En cualquier caso la formulación y dosis de fertilizante químico a utilizar, será establecida por la Dirección Facultativa, dependiendo de las condiciones físico-químicas del suelo y estado vegetativo de las superficies sembradas.

Resembrado

En las zonas que, por mala siembra o por desgaste posterior se produzcan claros o calvas, deberá realizarse el resembrado, con las mismas mezclas de semilla que la siembra primera, realizando previamente una labor de aireación y posteriormente un recebado. Esta labor se considera incluida en el precio de la unidad de obra.

8.3.6.2. Conservación de plantaciones

Incluye las labores a realizar en las plantaciones realizadas. Son:

- Riegos.
- Abonado.
- Escardas.
- Reposición de marras.
- Limpieza general.

Riegos

Las especies vegetales se regarán periódicamente en las épocas que fuese necesario, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas y de las necesidades hídricas, de forma que todas las especies vegetales encuentren en el suelo la cantidad de agua útil necesaria para su normal crecimiento y desarrollo.

Se han previsto cinco riegos, a efectuar tres en el primer año y dos en el segundo, a realizar en época estival. El riego se efectuará mediante riego con manguera, con camión cuba, durante las primeras horas del día o al atardecer. Se prevén tres riegos de 10 l/ud para las especies arbustivas y tres riegos de 25 l/ud en árboles de más de 60 cm.

Escardas

Tendrán como finalidad, mantener el terreno limpio de malas hierbas.

Podrán utilizarse solo escarda manual consistente en el entrecavado de las zonas ocupadas por árboles y arbustos.

Abonado

Se realizará inmediatamente después de la escarda o simultáneamente, en los meses de otoño. Se efectuará con fertilizante forestal de liberación lenta, en pastillas. En las plantas pequeñas, arbustivas o arbóreas de pequeño porte de plantación se enterrarán cinco pastillas de 5 gr, mientras en las arbóreas y arbustos de gran tamaño se colocarán dos de 48 gr.

Limpieza

El personal dedicará una atención constante y meticulosa a la limpieza de todas las superficies comprendidas dentro del perímetro de las zonas a conservar. Cualquier resto generado por las operaciones de mantenimiento será retirado inmediatamente de la obra.

Reposición de marras

Estas labores consistirán en la sustitución de las plantas que hubieran perdido o mermado considerablemente su vigor vegetativo, incluyéndose su valoración en el precio de la unidad de obra de plantación.

En todas las reposiciones que se efectúen, se utilizarán especies idénticas con características que serán fijadas por la Dirección Facultativa.

8.3.6.3. Cerramiento

Desde el punto de vista de la fauna, el cerramiento potencia el efecto barrera pero también es un elemento que ayuda a impedir el acceso a los animales a las zonas no deseadas El sistema de vallado empleado en el proyecto debe servir para impedir el acceso a los animales a los canales de entrada y salida al túnel.

El cerramiento se ha diseñado para impedir el paso a vertebrados de tamaño superior a un erizo.

Se trata de una valla metálica, con una malla progresiva descendente (cinegética), con una separación final de alambres de 2x2 cm para impedir el paso a la práctica totalidad de los vertebrados mayores que un ratón. Esta luz de malla se mantendrá en los primeros 40 cm sobre el terreno. Esta malla será enterrada unos 40 cm y tendrá una altura de 2,00 m.

El cerramiento elegido se considera con un **alto grado de efectividad** para la mayoría de los vertebrados de tamaño pequeño, mediano y grande. En la **boca Norte** se sitúa la zona de mayor sensibilidad faunística si bien el tramo con cerramiento es de **escasa longitud**, 200 m. En el caso de la **boca Sur** la longitud es algo mayor (400 m) pero la zona **es de menor sensibilidad** al tratarse de zonas de cultivos. Por todo ello, entendemos que los **tramos que han sido vallados con este cerramiento son impermeables para la fauna.**

# 9. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

## 9.1. INTRODUCCIÓN

El programa de vigilancia ambiental (PVA) tiene como fin establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de impacto ambiental. Sus objetivos principales son:

1. Ofrecer un método sistemático para realizar la vigilancia de forma eficaz.
2. Comprobar que las medidas correctoras propuestas se han realizado y son eficaces.
3. Ajustar la aplicación de las medidas correctoras al Plan de Obras de forma adecuada.
4. Determinar e informar a los órganos sustantivo y ambiental cuales son los aspectos del medio y proyecto que deben ser objeto de vigilancia.
5. Detectar impactos no previstos en el Documento Ambiental, proponer las medidas correctoras adecuadas y velar por su ejecución y eficacia.
6. Añadir información útil para mejorar el conocimiento de las repercusiones ambientales de proyectos similares.

Por ello, se define el PVA como un documento técnico de control ambiental, en el que se concretan los parámetros de seguimiento de la calidad de los diferentes factores ambientales afectados, así como los sistemas de control y medida de estos parámetros.

## 9.2. RESPONSABILIDAD DE LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

La ejecución del PVA se garantizará a través de la obligatoriedad de que en la Dirección de Obras se incluya personal especializado. Así, del Programa de Vigilancia ambiental será responsable un técnico cualificado con titulación universitaria, incluido en el equipo de dirección de obras, con amplia experiencia de medidas correctoras.

Su función será supervisar el cumplimiento correcto de las medidas ambientales, y deberá expedir certificaciones relativas a las mismas de forma simultánea a las certificaciones de obras que vayan siendo expedidas por el técnico Director de Obras.

El periodo de aplicación del Programa de Vigilancia se extiende durante dos años.

Para la implantación y puesta en funcionamiento del P.V.A., el equipo de vigilancia ambiental deberá llevar a cabo las siguientes funciones:

- Asesoramiento y supervisión de la ejecución de las medidas correctoras y sistemas de control propuestos por el P.V.A, con la frecuencia y los métodos asignados a cada variable.
- Recogida y tratamiento de datos, resultado de los controles efectuados, determinando los criterios de aceptación de dichos controles.
- Análisis de los resultados y verificación del cumplimiento de los objetivos de calidad ambiental exigidos.
- Valoración de la eficacia de las medidas preventivas y correctoras realizadas.
- Propuesta de cambios en el P.V.A o de nuevas medidas correctoras, en el caso de ser necesarias.
- Asesoramiento, a lo largo de la obra, al Contratista adjudicatario, estableciendo con ellos una vía de comunicación directa con el jefe de obra, que permita adaptar el proceso de vigilancia ambiental a las necesidades y limitaciones de la obra y así poder resolver, de forma rápida, cualquier imprevisto o modificación del programa de obras, siempre bajo la aceptación de la Dirección de Obra.
- Coordinación con la Dirección de Obra. Este constituye uno de los aspectos más importantes de todo el proceso, ya que una buena colaboración entre la Dirección de Obra y la vigilancia ambiental garantizará la correcta ejecución de toda la obra.
- Elaboración de los informes exigidos por el P.V.A, y remisión a la Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible en Huelva.

## 9.3. METODOLOGÍA DEL SEGUIMIENTO

El programa incluye objetivos, parámetros de control, controles a realizar, y emisión de informes.

El programa de seguimiento y vigilancia ambiental incluye la elaboración de una serie de informes periódicos, sobre el grado de cumplimiento en la aplicación de las medidas correctoras, su eficacia y los impactos residuales o imprevistos que se produzcan. Estos informes deberán remitirse por parte del asesor o equipo de Vigilancia Ambiental, a la Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible.

Se redactarán informes especiales u ocasionales cuando se presenten circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen deterioros ambientales o situaciones de riesgo.

La realización del seguimiento ambiental se basa en la formulación de indicadores, los cuales proporcionan la forma de estimar, de manera cuantificada y simple en la medida de lo posible, la realización de las medidas previstas y sus resultados. Pueden existir, por tanto, dos tipos de indicadores, si bien no siempre los dos tienen sentido para todas las medidas:

- Indicadores de realizaciones, que miden la aplicación y ejecución efectiva de las medidas correctoras.
- Indicadores de eficacia, que miden los resultados obtenidos con la aplicación de la medida correctora correspondiente.

Para la aplicación de los indicadores se definen las necesidades de información que el Contratista debe poner a disposición de la Dirección de Obra. De los valores tomados por estos indicadores se deducirá la necesidad o no de aplicar medidas correctoras de carácter complementario. Para esto, los indicadores van acompañados de umbrales de alerta, que señalan el valor a partir del cual deben entrar en funcionamiento los sistemas de prevención y/o seguridad que se establecen en el P.V.A.

Seguidamente, se realiza un control de la aplicación de las medidas correctoras propuestas en el presente documento, tanto en fase de construcción como durante el período de garantía, definiendo en cada caso:

- El objetivo del control.
- El indicador o aspecto a vigilar.
- La frecuencia de los controles.
- El valor límite o umbral a verificar.
- Las medidas complementarias a adoptar en caso de superar estos valores umbrales.

Actuará en dos niveles:

- Control de las obras.
- Verificación de la exactitud y eficacia de las medidas correctoras aplicadas.

Para alcanzar estos objetivos será necesario:

- Definir unos parámetros ambientales de seguimiento, sensibles a la evaluación de eficacia de las medidas.
- Definir unas directrices para la aplicación de las medidas correctoras.
- Definir un plan de obra ambiental, en relación con el Plan de Obra constructivo, que localizará en el espacio y en el tiempo las medidas a aplicar.

## 9.4. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El Programa de Vigilancia Ambiental se desarrollará en tres fases diferenciadas:

- Fase I: Previa a la ejecución de las obras.
- Fase II: Durante la ejecución de las obras.
- Fase III: Durante la explotación de la infraestructura.

### 9.4.1. Programa de Vigilancia Ambiental. Fase I

El establecimiento de una vigilancia en esta etapa se plantea con carácter preventivo, con el fin de evitar la aparición de afecciones en las etapas posteriores de ejecución de las obras y de explotación de las mismas.

El equipo de vigilancia ambiental supervisará e informará de la correcta realización de las actuaciones ambientales cuya ejecución corra a cargo del Contratista.

En esta fase se llevarán a cabo las siguientes actuaciones:

- Verificación de la adecuada ubicación de todas las zonas de obras, según lo especificado en el proyecto y los requerimientos ambientales de la zona.
- Comprobación de la correcta instalación del jalonamiento perimetral de todas las zonas de obras.
- Verificación de la realización de todos los desvíos provisionales en carreteras, caminos y vías pecuarias que se vayan a afectar durante las obras, de modo que en todo momento se mantenga la permeabilidad territorial.

**Control del replanteo y jalonamiento**

- Objetivos.

  Evitar la afección a superficies mayores o distintas de las recogidas en el proyecto. Minimizar la ocupación del suelo por las obras y sus elementos auxiliares.

- Actuaciones.

  Se verificará la adecuación de la localización a los planos de planta incluidos en el proyecto, comprobando que la ocupación de la misma no conlleva afecciones mayores de las previstas en el Estudio de Impacto Ambiental.

- Lugar de inspección.

  Toda la zona de obras, en especial en las zonas de mayor fragilidad. Asimismo se verificará que todos los caminos de acceso a las obras son replanteados en esta fase, evitando afecciones a elementos singulares.

- Parámetros de control y umbrales.

- Indicador: % superficie ocupada que no aparece en los planos de planta incluidos en el proyecto. Longitud correctamente señalizada en relación con la longitud total del perímetro a señalizar, expresado en porcentaje.
- Valor Umbral: No se admitirán afecciones a mayores superficies de las necesarias. Menos del 80% de la longitud total correctamente señalizada a juicio de la Dirección de Obra (D.O.).

- Periodicidad de la inspección.

  Los controles se realizarán durante la fase de replanteo de las obras, o a la finalización de ésta, antes del inicio de las obras.

- Medidas de prevención y corrección.

  Para prevenir posibles afecciones, se informará al personal de obra, de las limitaciones existentes en el replanteo por cuestiones ambientales, si fuese el caso. En caso de detectarse afecciones no previstas en zonas singulares, se procederá al vallado de dichas áreas. Reparación o reposición del jalonamiento.

- Documentación.

  Los resultados se recogerán en el primer informe emitido, paralelo al Acta de Replanteo de la Obra.

### 9.4.2. Programa de Vigilancia Ambiental. Fase II

La fase de obras es, en este proyecto, la etapa principal en la que se debe realizar el seguimiento ambiental con mayor rigor. Por este motivo, deben detallarse al máximo los procesos y acciones a realizar. El seguimiento de este período se llevará a cabo en coordinación con el organismo ambiental competente de la Administración.

Las labores contenidas en esta fase estarán encaminadas a los siguientes controles:

- Protección de la vegetación y hábitats singulares.
- Protección de la fauna.
- Protección del sistema hidrológico e hidrogeológico.
- Mantenimiento de la permeabilidad territorial.
- Preservación del patrimonio cultural.
- Defensa contra la erosión, recuperación ambiental e integración paisajística.

Entre las actuaciones concretas cabe destacar:

- Verificación del mantenimiento del jalonamiento de acotación de las zonas de obras, y que éstas no exceden dichos límites.
- Control de las tareas de limpieza y desbroce de la vegetación, para que estas afecten solamente a las superficies previstas de las zonas de obras.
- Control de la correcta ubicación de áreas auxiliares.
- Control de la gestión de tierras vegetales, operaciones de plantación e hidrosiembra y su evolución.
- Control de la ejecución de dispositivos anticontaminantes y su seguimiento, así como de la gestión de todos los residuos generados por las obras.

Para la realización del seguimiento de los impactos generados por las obras se llevarán a cabo, por parte del equipo de Vigilancia y Seguimiento Ambiental, estudios, muestreos y análisis sobre los distintos factores del medio, con el fin de obtener una serie de indicadores que permitan cuantificar las alteraciones detectadas. Asimismo, estos indicadores permitirán detectar posibles impactos no contemplados y determinar su cuantía.

Se establecerá, por tanto, un sistema de indicadores basado en la utilización de comparativas al origen que permita conocer la situación y evolución de cada factor del medio susceptible de ser afectado en cada momento de la fase de obras.

**Control de la emisión de polvo y partículas**

- Objetivos.
  - Mantener el aire libre de polvo.
  - Minimizar la presencia de polvo en la vegetación.

- Actuaciones.

Se realizará un seguimiento con el fin de controlar la cantidad de polvo que llega a la atmósfera (expresado en masa por unidad de tiempo) y la fuente de emisión del mismo. Posteriormente, debe realizarse un seguimiento de la dirección de los contaminantes, valorando su concentración y permanencia en la atmósfera. Se realizarán visitas periódicas a todas las zonas de obra donde se localicen fuentes emisoras, comprobando:

- Mantenimiento mediante riego periódico de las zonas potencialmente productoras de polvo.
- Revisiones periódicas de la maquinaria.

- Velocidad reducida de los camiones por las pistas.
- Operaciones de carga y descarga y transporte de material.
- Cubrimiento de los materiales que se transporten.

Se llevará a cabo un análisis de los resultados obtenidos en los diferentes puntos de observación, en estos se tendrán en cuenta las posibles variaciones climáticas o las posibles interferencias recibidas desde otros focos no relacionados con la obra.

- Lugar de inspección.

  Toda la zona de la obra.

- Parámetros de control y umbrales.

- Fuentes:
  - Puntuales. Emisiones procedentes de pistas, viales y maquinaria.
  - Difusas. Superficies susceptibles de emitir polvo.
- Indicador: Presencia de polvo.
- El valor umbral será la presencia ostensible de polvo por simple observación visual según el criterio del Director Ambiental. El valor umbral se analizará en periodos de sequía prolongada y para la vegetación de 7 a 15 días después del comienzo del periodo seco.

- Periodicidad de la inspección.

  Frecuencia diaria durante los periodos secos y en todo el periodo estival.

- Medidas de prevención y corrección.

  En caso de detectarse concentración elevada de polvo en el ambiente se incrementará la humectación en superficies polvorientas, limitación de la velocidad de maquinaria y camiones por las pistas, control de carga-descarga y transporte. El D.O. puede requerir el lavado de elementos o vegetación afectados.

- Documentación.

  El diario ambiental de la obra informará sobre la situación en las zonas en las que se producen movimientos de tierra, así como las fechas y momentos en que se ha humectado la superficie.

**Control de los niveles acústicos de la maquinaria y de las obras.**

- Objetivos.

  Verificar el correcto estado de la maquinaria en lo referente al ruido emitido por la misma.

- Actuaciones.
- Se llevará a cabo realizando visitas periódicas a todas las zonas de obra donde se localicen las fuentes emisoras, observando el cumplimiento de las siguientes medidas:
- Adecuada señalización de la zona de obras, revisiones de la maquinaria y reglaje de los motores.
- Utilización de maquinaria que cumpla la normativa sobre la limitación de niveles sonoros.
- Limitación de actividades especialmente ruidosas en horarios diurnos que se desarrollen en el entorno de las edificaciones habitadas de la zona.

- Lugar de inspección.

  Parque de maquinaria y zona de obras.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Fuentes:
    - Estáticas. Parques de maquinaria y extracción y depósito de materiales.
    - Móviles. Operaciones como tránsito de vehículos, carga-descarga, apertura de viales y movimientos de tierra.
  - Indicador: Leq expresado en dB(A) en zonas habitadas.
- Valor Umbral: 65 dB(A) día y 55 dB(A) noche en zonas residenciales. Se analizará el valor umbral durante todo el periodo de obras.

- Periodicidad de la inspección.

  La frecuencia será al menos semanal.

- Medidas de prevención y corrección.

  Revisión de maquinaria, limitación de actividades ruidosas, interposición de obstáculos e incluso parar la actividad, si las circunstancias lo requieren.

- Documentación.

  El diario ambiental de la obra informará sobre la situación en las zonas en las que se han obtenido niveles sonoros por encima de los recomendados, así como las fechas y momentos en que se han realizado las medidas de ajuste necesarias para reducirlos.

**Seguimiento de la calidad de las aguas superficiales.**

- Objetivos.

  Seguimiento de la calidad de las aguas en los cauces próximos.

- Actuaciones.

- Toma de datos: Para el control de la calidad se considera necesario la medición de los siguientes parámetros:
    - Físicos: Materiales en suspensión, pH, conductividad, turbidez, temperatura.
    - Químicos: DBO5, oxígeno disuelto, carbonato orgánico, iones principales (cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio).
- Se procederá a realizar inspecciones visuales de los cauces del entorno de las obras. Si se detectasen posibles afecciones a la calidad de las aguas (manchas de aceite, restos de hormigones o aglomerados asfálticos, cambios de color en el agua,...).

- Lugar de inspección.

  Aguas abajo de la obra y aguas arriba de ésta para comparar resultados posteriormente, en los barrancos principales.

- Parámetros de control y umbrales.
    - Indicador: Alteración de la calidad actual de las aguas en los cauces afectados.
- Valor Umbral: Valores de calidad previos a las obras en los cauces afectados. Se analizará el valor umbral durante las obras.

- Periodicidad de la inspección.

  Dos análisis por cauce cruzado, divididos a lo largo del plazo de construcción de las obras. En el caso de detectarse variaciones importantes en la calidad de las aguas imputables a las obras, puede aumentarse la frecuencia.

- Medidas de prevención y corrección.

  Revisión de las medidas tomadas. Emisión de informe y en su caso adopción de las medidas complementarias correspondientes, en función del tipo de contaminación.

- Documentación.

  Los análisis se incluirán en un documento dentro de los informes. Para un mismo punto de muestreo se incluirán todos los análisis en la misma ficha, de forma que pueda comprobarse su evolución.

**Seguimiento y vigilancia de los cauces. Continuidad.**

- Objetivos.

  Evitar vertidos a cauces procedentes de las obras (maquinaria y zonas auxiliares) a realizar en sus proximidades. Mantener la continuidad de los cauces interceptados en todo momento, evitando taponamientos.

- Actuaciones.

  El control se realizará de visu por un técnico competente. Se deberán extremar las precauciones en todas las operaciones que afecten directamente a los cauces.

- Lugar de inspección.

  Cauces de agua afectados.

- Parámetros de control y umbrales.

- Indicador: Presencia de materiales en las proximidades de los cauces con riesgo de ser arrastrados. Número de cauces interrumpidos frente a los totales.
- Valor Umbral: Presencia de materiales susceptibles de ser arrastrados por el cauce. El valor umbral se analizará al comienzo y final de las obras que requieran movimientos de tierras, así como durante las obras de cimentación. Ningún cauce interrumpido.

- Periodicidad de la inspección.

  Control al menos semanal en las obras próximas a los cauces.

- Medidas de prevención y corrección

  Revisión de las medidas tomadas. Se conectarán los cauces interrumpidos con la red de drenaje proyectada en su caso.

- Documentación.

  El Responsable Técnico de Medio Ambiente por parte de la contrata informará con carácter de urgencia al Director Ambiental de la Obra de cualquier vertido accidental a cauce público.

**Seguimiento de residuos**

- Objetivos.

  Tratamiento y gestión de residuos.

- Actuaciones.

  Se analizará especialmente las áreas de almacenamiento de materiales y maquinaria, próximas a la zona de obras.

- Lugar de inspección.

  Zona del almacenamiento de materiales y maquinaria y en general en toda la obra.

- Parámetros de control y umbrales.

  - Indicador: Presencia de aceites, combustibles, cementos y otros sólidos en suspensión no gestionados.
  - Valor Umbral: Incumplimiento de la normativa legal en el tratamiento y gestión de residuos.

- Periodicidad de la inspección.

  Control mensual en fase de construcción.

- Medidas de prevención y corrección.

  Adopción urgente del adecuado tratamiento y gestión de residuos, que incluya la limpieza y restauración de las zonas afectadas.

- Documentación.

  Para cada residuo generado en las obras, el Director de Obra cumplimentará un informe en el que figuren, como mínimo, la fecha de recogida, el tipo y procedencia de los residuos, volumen, gestor autorizado, aceptación del gestor autorizado, transportista, medidas de seguridad adoptadas durante el transporte, lugar de destino, tratamiento posible y cuantas observaciones resulten oportunas.

**Control de la alteración y compactación de suelos**

- Objetivos.

  Asegurar el mantenimiento de las características edafológicas de los terrenos no ocupados directamente por las obras. Verificación de la ejecución de medidas correctoras

- Actuaciones.

  Antes del inicio de las obras se realizará un estudio de fragilidad de los recursos edafológicos del área, señalándose donde no podrá realizarse ningún tipo de actividad auxiliar. En su caso, se comprobará la ejecución de labores al suelo en los lugares y con las profundidades previstas. Para ello, se realizarán inspecciones visuales, midiendo con cinta métrica la profundidad de la labor, verificándose además el correcto acabado.

- Lugar de inspección.

  Para el estudio de la fragilidad se tomarán 200 m a cada lado medidos desde el eje de replanteo. El control de la descompactación de suelos se realizará en lugares donde esté prevista esta actuación.

- Parámetros de control y umbrales.

  Se comprobará la compactación del suelo, así como la presencia de roderas que indiquen tránsito de maquinaria. Será umbral inadmisible la presencia de excesivas compactaciones por causas imputables a la obra.

  En su caso se comprobará: tipo de labor, profundidad; y acabado de las superficies descompactadas.

- Periodicidad de la inspección.

  De forma paralela a la implantación de zonas auxiliares, verificándose semestralmente. Las labores practicadas al suelo, en su caso, se verificarán mensualmente.

- Medidas de prevención y corrección.

  En caso de sobrepasarse los umbrales admisibles se informará a la Dirección de las obras, procediéndose a practicar una labor al suelo, si esta fuera factible.

- Documentación.

  El estudio de fragilidad se realizará cuando existan zonas vulnerables incluyéndose, con la correspondiente cartografía, como un documento al primero de los informes.

**Vigilancia de la erosión de suelos**

- Objetivos.

  - Realizar un seguimiento de los fenómenos erosivos.
  - Verificar la correcta ejecución de las medidas de protección contra la erosión.

- Actuaciones

Inspecciones visuales en toda la zona de obras, detectando la existencia de fenómenos erosivos y su intensidad según la siguiente escala (DEBELLE, 1971):

Clase 1. Erosión laminar; diminutos regueritos ocasionalmente presentes.

Clase 2. Erosión en reguerillos de hasta 15 cm de profundidad.

Clase 3. Erosión inicial en regueros. Numerosos regueros de 15 cm a 30 cm de profundidad.

Clase 4. Marcada erosión en regueros; numerosos regueros de 30 cm a 60 cm de profundidad.

Clase 5. Erosión avanzada; regueros o surcos de más de 60 cm de profundidad.

Control de materiales empleados y actuaciones ejecutadas para la defensa contra la erosión en los lugares y con las especificaciones que exija el proyecto.

- Lugar de inspección.

  Zona de obras.

- Parámetros de control y umbrales.

  - Fuentes: Todas aquellas que puedan ocasionar una erosión o pérdida de suelo.
  - Indicador: Presencia de regueros o cualquier tipo de erosión hídrica.
  - Valor Umbral: Pérdidas de suelo y desmoronamiento de taludes. El umbral máximo será el establecido en la clase 3: erosión inicial en regueros. Numerosos regueros 15 cm a 30 cm de profundidad, según la escala DEBELLE (1971).

- Periodicidad de la inspección.

  Al menos cuatro inspecciones anuales, preferentemente tras precipitaciones fuertes. La ejecución de las medidas correctoras se controlará mensualmente.

- Medidas de prevención y corrección.

  En caso de sobrepasarse el umbral máximo permitido, se propondrán las medidas correctoras que sean necesarias, desarrollándolas al nivel de proyecto de construcción.

- Documentación.

  Los resultados de las inspecciones se incluirán en los informes ordinarios.

**Seguimiento de la estabilidad de laderas y taludes**

- Objetivos.

  Minimizar el efecto de la erosión y evitar posibles inestabilidades de nuevos taludes.

- Actuaciones.

  Se verificará la ejecución de actuaciones tendentes a mejorar la morfología de los taludes (redondeo de aristas, etc.) mediante inspecciones visuales. Asimismo se verificará que las pendientes de los taludes son las indicadas en los estudios geotécnicos como estables, mediante clisímetros o aparatos similares. En relación con la posterior implantación de una cubierta vegetal, se comprobará que no se lleven a cabo refinos de taludes excesivos que pudieran imposibilitar la implantación y normal desarrollo de dicha cubierta, comprobando la compactación de las superficies de taludes. Se realizará un seguimiento del estado de las excavaciones.

- Lugar de inspección.

  A lo largo de toda la zona de obras.

- Parámetros de control y umbrales
  - Fuentes: Todas aquellas que puedan ocasionar una erosión o pérdida de suelo.
  - Indicador: Pendiente de taludes, acabado de los mismos y nivel de compacidad de superficies.
  - Valor Umbral: Presencia de cualquier arista o pendiente excesiva, así como la existencia de acanaladuras verticales provocadas por los dientes de palas excavadoras.

- Periodicidad de la inspección.

  La inspección se realizará en cada punto al término de las excavaciones.

- Medidas de prevención y corrección.

  Una vez concluido un determinado tajo, y si éste sobrepasase los umbrales admisibles, se informará a la Dirección de Obra, para que se lleven a cabo los retoques oportunos.

- Documentación.

  Las conclusiones de las inspecciones se incluirán en los informes ordinarios.

**Vigilancia y protección de especies de flora singulares**

- Objetivos.

  Protección de la vegetación actual en zonas sensibles.

- Actuaciones.

  De forma previa al inicio de las obras se señalarán las zonas singulares por aspectos botánicos. En caso de situarse muy próximas a las obras, siendo previsible su afección, se propondrá un jalonamiento provisional. Durante la ejecución de las obras se verificará la integridad de dichas zonas, y en su caso, el estado de los jalonamientos.

- Se considera vegetación afectada aquella que:
  - Ha sido eliminada total o parcialmente.
  - Ha sido dañada de forma traumática por efecto de la maquinaria.
  - Con presencia ostensible de polvo en su superficie foliar.

- Lugar de inspección.

  En los 10 metros exteriores y colindantes a la señalización.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Indicador: % de vegetación leñosa afectada por las obras en una banda de 10 m exteriores y colindantes a señalización.
  - Valor Umbral: 10 % de superficie con algún tipo de afección negativa por efecto de las obras.

- Periodicidad de la inspección.

  Periodicidad mínima mensual en las zonas colindantes sensibles.

- Medidas de prevención y corrección.

  Si se detectasen daños a comunidades vegetales o especies singulares, se elaborará un proyecto de restauración, que habrá de ejecutarse a la mayor brevedad posible. Si se detectasen daños a los jalonamientos provisionales, se procederá a su reparación.

- Documentación.

  Cualquier incidencia se hará constar en los informes ordinarios. Si se produjese una afección a una comunidad o especie amenazada, se emitirá un informe extraordinario, donde se incluirá como documento el proyecto de restauración necesario.

**Seguimiento de medidas de restauración de la cubierta vegetal. Control de retirada, acopio y extensión de tierra vegetal**

- Objetivos.

  1.- Retirada de suelos vegetales para su conservación.

  2.- Conservación de la tierra vegetal acopiada para su posterior extendido.

  3.- Verificar la correcta ejecución de estas unidades de obra.

- Actuaciones.

  Es necesaria una vigilancia detallada de todas las labores de movimiento de tierras, por lo que será necesario la realización de visitas periódicas a la zona de las obras para poder observar directamente el cumplimiento de las medidas establecidas para minimizar el impacto. Las visitas deberán ser más frecuentes al comienzo de las obras y/o en la apertura de tajos nuevos, así como a la finalización de éstos y de la obra. Las características fundamentales que se deben observar son las siguientes:
  - Acopio de la tierra vegetal, así como su posterior utilización en la regeneración de zonas de acopio, viales o cualquier superficie que sea necesario acondicionar. Los acopios se deberán realizar en las zonas menos sensibles del territorio.
  - Realizar observaciones en las zonas limítrofes de las diferentes obras, con el fin de detectar cambios o alteraciones no consideradas en el presente estudio.
  - En el momento del control se comprobará el cumplimiento de lo previsto en el proyecto de construcción sobre balance de tierras. Deberá controlarse el paso de maquinaria para evitar el trasiego de la misma sobre las zonas de acopio.

- Lugar de inspección.

  Lugares de retirada, acopio y extensión de tierra vegetal.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Fuentes: Todas aquellas que puedan ocasionar una erosión o pérdida de suelo.
  - Indicadores:
    - Para objetivo1: Espesor de tierra vegetal retirada con relación a la profundidad con características de tierra vegetal a juicio de la Dirección Ambiental y según los criterios fijados en el Pliego de Prescripciones Técnicas.
    - Para objetivo 2: Mantenimiento de las características de tierra vegetal acopiada. Verificación de las características del acopio según proyecto.
  - Valor Umbral:
    - Para objetivo 1: No se admitirá un espesor inferior en un 10 % al previsto en el proyecto, que es de 20 cm como mínimo.
    - Para objetivo 2: Alteración de las características en un 20 % de los acopios.

- Periodicidad de la inspección.

  Control diario y semanal de la retirada de suelos vegetales desde la formación de acopios hasta el extendido de la tierra vegetal.

- Medidas de prevención y corrección.

  Aprovisionamiento externo de tierra vegetal en caso de déficit. Definición de prioridades de utilización del material extraído. Restauración de caballones, y drenajes alterados o inexistentes. Eliminación de materiales contaminantes. Aireación y siembra de la tierra vegetal

- Documentación.

  El responsable técnico de medio ambiente indicará en el diario ambiental de la obra la fecha de comienzo y terminación de la retirada de tierras vegetales, el espesor y volumen retirado, así como el lugar y las condiciones de almacenamiento. Además, se informará en el diario ambiental de la obra de todas las acciones realizadas para el mantenimiento de las condiciones de la tierra vegetal acopiada, así como la fecha en la que se ha realizado. Los resultados de las mediciones del espesor de tierra vegetal se recogerán en los informes ordinarios.

**Seguimiento de medidas de restauración de la cubierta vegetal. Control de rechazos en la tierra vegetal**

- Objetivos.

  Evitar presencia de rechazos en la tierra vegetal.

- Actuaciones.

  En el caso de que no se disponga de un volumen de tierra vegetal suficiente para cubrir las necesidades reales se decidirá por parte de la D.O. el reparto de los recursos disponibles, considerando prioritarios los taludes más visibles, etc.

  En el momento del control se comprobará el cumplimiento de lo previsto en el proyecto de construcción sobre balance de tierras. Deberá controlarse el paso de maquinaria para evitar el trasiego de la misma sobre las zonas de acopio.

- Lugar de inspección.

  Lugares de retirada y acopio de tierra vegetal.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Fuentes: Todas aquellas que puedan ocasionar una erosión o pérdida de suelo.
  - Indicador: Presencia de materiales rechazables en el almacenamiento de tierra vegetal.
  - Valor Umbral: Presencia de un 10 % en volumen de materiales susceptibles de ser rechazados de acuerdo con los criterios del Director de Obra. El análisis del valor umbral se realiza en cada control.

- Periodicidad de la inspección.

  Control diario de la retirada de la tierra vegetal y siendo simultáneo con el control de la medida anterior.

- Medidas de prevención y corrección.

  Revisión de materiales. Retirada de volúmenes rechazables y recubicación

- Documentación.

  Se informará en el diario ambiental de la obra de todos los vertidos de materiales que no cumplan los requisitos, indicando, aparte del contenido anterior, la procedencia y las causas del vertido.

**Seguimiento de medidas de restauración de la cubierta vegetal. Control de plantaciones**

- Objetivos.

  1.- Plantaciones.

  2.- Seguimiento de plantaciones.

- Actuaciones.

  La vigilancia ambiental se refiere a las plantaciones a realizar en las zonas afectadas por elementos auxiliares temporales y permanentes.

- Lugar de inspección.

  Zonas de acopios de sobrantes y zona de obras.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Indicador:

- Objetivo 1: Nº de pies plantados en relación con los previstos en términos de especie, tamaño, forma de presentación (raíz desnuda, cepellón o contenedor) y forma de plantación.
- Objetivo 2: % de marras.

- Valor Umbral:
  - Objetivo 1: 10% de desviación respecto a lo previsto sin justificación y aceptación por el Director Ambiental.
  - Objetivo 2: 5% marras, a partir de este umbral es preciso revegetar.

- Periodicidad de la inspección
  - Objetivo 1: Controles semanales de la plantación.
  - Objetivo 2: Control estacional y en todo caso inmediatamente antes de finalizar el periodo de garantía.

- Medidas de prevención y corrección.
  - Objetivo 1: Control de las plantas a su llegada a obra y control de las actividades para conseguir propágulos de las plantas autóctonas, en su caso.
  - Objetivo 2: Reposición de marras a partir del umbral establecido.

- Documentación
  - Objetivo 1: Se realizará una ficha en el diario ambiental de la obra en el que se anotarán como mínimo las fechas, las especies utilizadas, el marco de plantación, y las condiciones ambientales existentes durante la plantación.
  - Objetivo 2: Se anotarán en el diario ambiental de la obra las fechas de reposición de marras, y las especies empleadas.

**Control de la afección a la fauna: fauna terrestre y avifauna.**

- Objetivos.

  Protección de la fauna ante desbroces, movimientos de maquinaria y actuaciones de obra en áreas sensibles en presencia de fauna en época de cría así como, con carácter general, los trabajos nocturnos en toda la zona de la obra.

- Lugar de inspección.

  Zonas sensibles.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Indicador: Trabajos nocturnos durante todo el ciclo anual.
  - Valor Umbral: Ninguna voladura o movimientos de tierras en áreas sensibles realizadas en dicho periodo, principalmente en la boca Norte del túnel, así como trabajos nocturnos durante todo el ciclo anual.
  - Momentos de análisis del valor umbral: Época crítica: del 1 de febrero al 1 de julio.

- Periodicidad de la inspección.

  Control continúo por parte de la Dirección Ambiental de la Obra.

- Medidas de prevención y corrección.

  Antes del comienzo de las obras la asistencia técnica ambiental a la Dirección de Obra presentará un informe sobre posibles condicionantes como lugares de reproducción de especies de fauna amenazada localizados en las inmediaciones del Proyecto de Construcción. Este informe se basará en un reconocimiento de la zona efectuado durante el periodo primaveral y por expertos cualificados. En caso de localizarse algún nuevo enclave sensible se aplicará la restricción relativa a la ejecución de las obras entre los meses de febrero y julio.

  En caso de producirse incidencias de este tipo en enclaves faunísticos sensibles, se eliminarán inmediatamente las actividades que las causen y, en caso contrario, la Dirección de Obra aplicará la correspondiente sanción.

- Documentación.

  Los resultados de las inspecciones y las notificaciones de voladuras se recogerán en los informes ordinarios. Se realizarán informes de las tareas de la obra que contendrán la indicación, al menos, de la fecha y lugar de las voladuras si las hubiere, así como de los movimientos de tierras y maquinaria a realizar en las proximidades a las áreas sensibles para la fauna en época de cría.

**Control de la afección a la fauna fluvial**

- Objetivos.

  Garantizar una incidencia mínima de las obras sobre los hábitats acuáticos que pudieran presentarse en la zona de obras.

- Actuaciones.

  Para la fauna piscícola, el seguimiento se centrará en los efectos físicos y procesos contaminantes derivados de la obra. Si existiesen zonas de freza se verificará que se evita su aterramiento y se comprobará, en su caso, que las obras a realizar en el cauce se ejecuten fuera del período de freza. Se controlará la existencia de niveles anormales de mortalidad a consecuencia de vertidos contaminantes. Si existiesen poblaciones de animales terrestres singulares asociadas al medio acuático se realizarán muestreos para determinar su posible cría, evitando su afección en este período, y se localizarán las zonas de paso que precisen dispositivos específicos.

- Lugar de inspección

  Cauces con caudal permanente o semipermanente. Especial atención al arroyo del Cuco.

- Parámetros de control y umbrales.

  Contaminación en las aguas, existencia de zonas de freza, mortandad de ictiofauna, detección de especies singulares de fauna terrestre o de rastros derivados de su actividad (huellas, deyecciones, comederos, madrigueras, etc). Serán umbrales inadmisibles la presencia de ictiofauna muerta, el aterramiento de zonas de freza y la desaparición de especies de fauna singulares debida a las acciones de la obra.

- Periodicidad de la inspección.

  Se realizará una inspección previa al inicio de la obra para determinar las condiciones del medio en la fase preoperacional. El resto de inspecciones se realizarán con una periodicidad semestral.

- Medidas de prevención y corrección.

  Si se alcanzan los umbrales expuestos se elaborará, con carácter de urgencia, un plan de corrección que incluirá medias a nivel de proyecto constructivo.

- Documentación.

  Los resultados de las inspecciones se recogerán en los informes ordinarios. Si se superan los umbrales, se emitirá un informe extraordinario que incluya el plan de corrección.

**Control de la eliminación directa de individuos**

- Objetivos.

  Evitar la destrucción de nidadas, camadas o puestas durante la fase de construcción de las obras, en especial durante el desbroce.

- Actuaciones.

  De forma previa al inicio de las labores de desbroce, se procederá a realizar un reconocimiento del terreno para detectar posibles nidadas (puestas o pollos) de aves, camadas de mamíferos o puestas de anfibios y reptiles, para evitar su destrucción.

- Lugar de inspección.

  Zonas donde se vayan a efectuar desbroces o desarbolados.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Indicador: Destrucción de nidadas camadas o puestas.
  - Valor Umbral: No se considera aceptable la destrucción de nidadas camadas o puestas.

- Periodicidad de la inspección.

  Se realizará una prospección intensiva de los terrenos de forma al inicio de los desbroces u obras en los cauces.

- Medidas de prevención y corrección.

  En caso de existir en la zona a desbrozar nidadas o camadas de especies amenazadas, deberá diseñarse un plan de actuación en coordinación con el Organismo responsable en la zona de gestión y protección de los recursos naturales. Las puestas de anfibios y reptiles, en caso de detectarse, pueden trasladarse a zonas con similares condiciones. En nidadas, camadas o puestas de especies no amenazadas se estudiará la posibilidad de su traslado o cría asistida.

- Documentación.

  Los resultados de la prospección se reflejarán en el informe ordinario correspondiente, y en el informe final. En caso de existir nidadas, camadas o puestas

de especies amenazadas, se emitirá un informe extraordinario que incluya el plan de actuación diseñado.

**Vigilancia del mantenimiento de la permeabilidad territorial**

- Objetivos.

  Permitir el acceso a todas las fincas próximas a las obras en condiciones análogas a las actuales.

- Actuaciones.

  Se verificará la continuidad de los caminos y vías, bien por su mismo trazado, bien por desvíos provisionales y, en éste último caso, la señalización de los mismos.

  Realización de las actuaciones no ejecutadas.

- Lugar de inspección.

  Lugares de acceso a fincas.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Indicador:
    - Objetivo 1: Nº de fincas sin acceso.
  - Valor Umbral:
    - Objetivo 1: Ninguna finca sin acceso.

- Periodicidad de la inspección.

  Objetivo 1: control al menos dos veces: una durante la ejecución de la obra y otra a su finalización.

- Medidas de prevención y corrección.

  Realización de las actuaciones no ejecutadas. Nuevo acondicionamiento de los pasos o creación de otros nuevos.

- Documentación.

  Los resultados de las inspecciones se reflejarán en el informe ordinario correspondiente, y en el informe final de la fase de construcción.

**Seguimiento de la incidencia visual de las obras**

- Objetivos.

  Minimizar la incidencia visual de las obras.

- Actuaciones

  De forma previa al acta de replanteo se definirá la ubicación de los elementos o instalaciones que por su altura o dimensiones puedan tener una alta incidencia visual, en zonas donde su visibilidad sea lo más reducida posible. Periódicamente se comprobará que no existen elementos o instalaciones no previstas en áreas de alta visibilidad.

- Lugar de inspección.

  Zonas de alta calidad y/o fragilidad paisajística del entorno de las obras.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Indicador: Presencia de elementos no previstos en el proyecto o al inicio de las obras.
  - Valor Umbral: No serán aceptables elementos muy visibles o que oculten vistas escénicas no previstas en el proyecto o al inicio de las obras.

- Periodicidad de la inspección.

  Las inspecciones se harán coincidiendo con otras visitas, de forma semestral.

- Medidas de prevención y corrección.

  Si se hubiese modificado la localización de algún elemento o instalación, situándolo en zonas con vistas escénicas importantes o con una notable afección visual se procederá a su desmantelamiento.

- Documentación.

  Los resultados de esta actuación se incluirán en el informe final de la fase de construcción.

**Ubicación y explotación de zonas de acopios**

- Objetivos.

  Será objeto de control que la ubicación y explotación de las zonas de acopios no conlleven afecciones a zonas o elementos singulares ambientalmente.

- Actuaciones.

  Se controlará que los materiales sobrantes sean retirados a los lugares de destino de la forma más rápida posible, y que no se acopien en la zona exterior de las obras, especialmente, en la red de drenaje superficial. Se verificará que los materiales necesarios para las obras son acopiados únicamente en los lugares autorizados para ello y se controlará que las condiciones de almacenamiento garanticen la ausencia de contaminación de aguas y suelos por arrastre o lixiviados. Las zonas de acopio de materiales peligrosos, perjudiciales o altamente contaminantes se señalizarán convenientemente, comprobándose asimismo que se ubican en terrenos especialmente habilitados e impermeabilizados. Se definirán con exactitud los lugares de acopio de la tierra vegetal hasta su reutilización en la obra, en caso de estar prevista esta unidad de obra.

- Lugar de inspección.

  Zonas de acopios y, en general toda la obra y su entorno próximo para verificar que no existen acopios o vertidos no autorizados.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Indicador: Presencia de acopios no previstos; forma de acopio de materiales peligrosos; o vertederos incontrolados. Ocupación por los mismos de zonas restringidas
  - Valor Umbral: No se aceptará la formación de ningún tipo de vertedero o acopios fuera de las áreas acondicionadas a tal fin.

- Periodicidad de la inspección.

  Comprobación previa al comienzo de las obras. Control cada seis meses en la fase de construcción, incluyendo una al final y otra antes de la recepción.

- Medidas de prevención y corrección.

  Si se detectase la formación de vertederos o acopios incorrectos, se informará con carácter de urgencia, para que las zonas sean limpiadas y restauradas.

- Documentación.

  Los resultados de estos controles se incluirán en los informes ordinarios

**Control de accesos temporales y desvíos**

- Objetivos

  Objetivo 1: Evitar afecciones no previstas en los Estudios de Impacto Ambiental a consecuencia de la apertura de caminos de obra y accesos temporales no previstos en el proyecto.

  Objetivo 2: Prevenir a los usuarios de las carreteras afectadas, sobre todo, de las obras, así como a los usuarios de caminos agrícolas.

- Actuaciones.

  De forma previa al Acta de Replanteo se analizarán los accesos previstos para la obra y los caminos auxiliares. Periódicamente se verificará que no se han construido caminos nuevos no previstos.

- Lugar de inspección.

  Toda la zona de obras y su entorno.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Indicador:

  - Objetivo 1: Caminos o accesos nuevos frente a los previstos.
  - Objetivo 2: Intersección o acceso correctamente señalizado.
- Valor Umbral:
  - Objetivo 1: No se considera aceptable la apertura de caminos de obra nuevos sin autorización. Si se precisase algún acceso o camino no previsto, se analizarán las posibilidades existentes, seleccionando el que menos afecte al entorno, y se diseñarán las medidas para la restauración de la zona una vez finalizadas las obras.
  - Objetivo 2: Ningún camino o carretera afectada sin la señalización correcta a juicio del Director de Obra.

- Periodicidad de la inspección.
  - Objetivo 1: Se realizará una visita previa a la firma del Acta de Replanteo, y visitas semestrales.
  - Objetivo 2: al inicio de las obras y mensualmente durante la construcción.

- Medidas de prevención y corrección.

  En todos los caminos de obra y accesos temporales que no se mantengan de forma definitiva, se deberá proceder a su desmantelamiento y restauración, con los criterios aportados en el proyecto.

- Documentación.

  La localización de accesos y caminos de obra se reflejará en el primer informe. Las conclusiones de esta actuación se recogerán en el informe final. Si se detectase algún incumplimiento, se recogerá en los informes ordinarios. Si a consecuencia de la apertura de un camino no previsto se afectase alguna zona de alto valor natural o cultural se emitirá un informe extraordinario.

**Control del movimiento de maquinaria**

- Objetivos.

  Controlar que no se produzcan movimientos incontrolados de maquinaria, con el fin de evitar afecciones innecesarias a la red de drenaje natural, a las características de los suelos, a los recursos culturales o a la vegetación y, por consiguiente, a los diferentes hábitats faunísticos.

- Actuaciones.

  Se controlará que la máquina restringe sus movimientos a las zonas estrictamente de obras. Se jalonará la zona de obra para limitar el movimiento de la maquinaria.

- Lugar de inspección.

  Se controlará toda la zona de obras y en especial la proximidad de recursos naturales o culturales valiosos.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Indicador: Movimientos incontrolados de maquinaria.
  - Valor Umbral: Se considerará inadmisible cualquier movimiento incontrolado de cualquier máquina.

- Periodicidad de la inspección.

  Se realizará con carácter trimestral, inspecciones de toda la zona de obras y su entorno. Se comprobará el estado del jalonamiento provisional.

- Medidas de prevención y corrección.

  Para prevenir posibles afecciones, se informará al personal ejecutante de la obra de los lugares de mayor valor ambiental y de la utilidad de los jalonamientos. Si se produjese algún daño por movimiento incontrolado de maquinaria, se procederá a la restauración de la zona afectada.

- Documentación.

  Los resultados de estos controles se recogerán en los informes ordinarios.

**Desmantelamiento de instalaciones y limpieza y restauración de la zona de obras**

- Objetivos.

  Verificar que en la finalización de las obras se desmantelan todas las instalaciones auxiliares y se procede a la limpieza de terrenos. Restauración de las zonas utilizadas para localizar elementos auxiliares temporales de las obras.

- Actuaciones.

  Antes de la firma del acta de recepción se procederá a realizar una inspección general de toda el área de obras, tanto en la zona de afección como en las zonas de acopios. Se verificará su limpieza y el desmantelamiento y retirada de todas las instalaciones auxiliares.

  Se considera restauración inadecuada o insuficiente en los siguientes casos:

  - Plantaciones o siembras en mal estado.
  - Incremento de la presencia de materiales gruesos en la superficie del suelo.
  - Presencia de escombros.
  - Presencia de basura.
  - Presencia de manchas de aceite o cualquier otra huella de contaminación.
  - Relieve sustancialmente más irregular que en la situación sin proyecto.

- Lugar de inspección.

  Se controlará toda la zona de obras.

- Parámetros de control y umbrales

  - Indicador: Presencia de residuos o restos de obras. % de superficie de zonas con restauración inadecuada o insuficiente.
  - Valor Umbral: Se considerará inadmisible la presencia de cualquier tipo de residuo o resto de obra. 10% de las zonas afectadas por ocupaciones temporales con restauración inadecuada o insuficiente.

- Periodicidad de la inspección.

  Una inspección al finalizar las obras, antes de la firma del acta de recepción.

- Medidas de prevención y corrección.

  Si se detectase alguna zona con restos de la obra se deberá proceder a su limpieza inmediata, antes de realizar la recepción de la obra. Reponer las acciones de restauración no realizadas o defectuosas.

- Documentación

  Los resultados de esta inspección se recogerán en el informe final de la fase de construcción.

### 9.4.3. Programa de Vigilancia Ambiental. Fase III

Este es el período en el que se pueden cuantificar adecuadamente los impactos que provocará la obra tras la aplicación de las medidas correctoras (impactos residuales) y, especialmente, porque permitirá detectar las afecciones no previstas inicialmente. Como resultado de esta tercera fase de seguimiento, de ser necesario, se adoptarán las medidas correctoras complementarias que sirvan para minimizar definitivamente los impactos ambientales que se detecten.

El documento que recoja las tareas de supervisión ambiental durante la fase de explotación lo redactará la Dirección de Obra, a través del equipo ejecutor del Programa de Vigilancia Ambiental para la fase de construcción.

Esta fase del P.V.A. no tiene una limitación temporal, ya que debe considerarse como un elemento más del mantenimiento ordinario de las obras y deberá ser asumida por el Organismo responsable.

Las actuaciones que necesariamente han de realizarse en esta fase del P.V.A., que se llevarán a cabo durante un período mínimo de 2 años a partir del Acta de Recepción de las Obras, son las siguientes:

- Control del estado y desarrollo de las plantaciones.
- Seguimiento de la estabilización superficial de los taludes (control de la erosión) por las revegetaciones realizadas.
- Seguimiento de medidas de restauración de la cubierta vegetal.
- Seguimiento de medidas de protección de la fauna.

**Seguimiento de la efectividad de las medidas de restauración de la cubierta vegetal. Seguimiento de plantaciones.**

- Objetivos.

  Comprobar la favorable evolución de las plantaciones y del cumplimiento de la efectividad de la protección contra la erosión asignada a las mismas.

- Actuaciones.

Se procederá a evaluar los resultados de las actuaciones ejecutadas contemplando:

  - Plantaciones: Porcentaje de marras o planta muerta, presencia de especies colonizadoras espontáneas, grado de cobertura del terreno. En caso de existir marras, causas posibles (enfermedades o plagas, sequía, inadecuada elección de especies,...).
  - Resultados globales: Grado de integración paisajística y protección frente a la erosión. Evaluación global de la actuación por puntos o tramos.

- Lugar de inspección.

  Zonas replantadas.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Indicador: Presencia de superficies significativas sin vegetación.
  - Valor Umbral: 5% de la superficie proyectada sin revegetar y nunca concentrada en una superficie mayor de 50 $m^2$. Momento del análisis del valor umbral: En cada control.

- Periodicidad de la inspección.

  Controles trimestrales en los dos primeros años de funcionamiento.

- Medidas de prevención y corrección.

  En caso de detectar alteraciones en el estado fitosanitario de las plantaciones y en el porcentaje de marras según las distintas especies utilizadas, se realizarán las actuaciones de reposición que sean precisas en cada caso.

- Documentación

  Los resultados de las inspecciones se recogerán en el informe sobre el estado y progreso de las áreas en recuperación.

**Seguimiento de medidas de restauración de la cubierta vegetal**

- Objetivos.

  Seguimiento de la estabilidad superficial proporcionada por las plantaciones.

- Actuaciones

  La vigilancia incluye la toma de las correspondientes medidas en caso de aparición de inestabilidades superficiales en los taludes y se refiere no solo a la traza de la infraestructura, sino también a las siembras a realizar en las zonas afectadas por elementos auxiliares, temporales y permanentes, incluyendo los acopios de inertes.

- Lugar de inspección.

  Zonas revegetadas.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Indicador: Presencia de surcos o cárcavas de erosión en los taludes y de sedimentos de la base.
  - Valor Umbral: Presencia de surcos de profundidad igual o superior a 10 cm. Momento/s de análisis del Valor Umbral: Después de cada lluvia torrencial.

- Periodicidad de la inspección.

  Estacional.

- Medidas de prevención y corrección

  Aplicar de nuevo el espesor requerido de tierra vegetal para rellenar los surcos, tratamiento protector de la zona afectada mediante mallas de revegetación similares a las empleadas en desmontes.

- Documentación.

  Se anotarán en el diario ambiental de la obra la aparición de fenómenos lluviosos que hayan producido cárcavas y los tratamientos realizados.

**Seguimiento de la estabilidad de laderas y taludes**

- Objetivos.

  Verificar después de la finalización de las obras se no se producen fenómenos erosivos ni inestabilidades de nuevos taludes.

- Actuaciones.

  Se verificará el comportamiento de los taludes y se analizará la presencia de fenómenos erosivos en la zonas de ejecución de la obras.

- Lugar de inspección.

  Nuevos taludes y zonas de pendientes.

- Parámetros de control y umbrales
  - Fuentes: Todas aquellas que puedan ocasionar una erosión o pérdida de suelo.
  - Indicador: Presencia de cárcavas o regueros.
  - Valor Umbral: El umbral máximo será el establecido en la clase 3: erosión inicial en regueros. Numerosos regueros 15 a 30 cm de profundidad, según la escala DEBELLE (1971).

- Periodicidad de la inspección.

  Trimestral.

- Medidas de prevención y corrección.

  Una vez concluido un determinado tajo, y si éste sobrepasase los umbrales admisibles, se informará a la Dirección de Obra, para que se lleven a cabo los retoques oportunos.

- Documentación.

  Las conclusiones de las inspecciones se incluirán en los informes ordinarios.

**Seguimiento de medidas de protección de la fauna.**

- Objetivos.

  Seguimiento de la eficacia de las medidas de protección de fauna.

- Actuaciones.

  Se verificará la eficacia de las instalaciones de protección de la fauna para evitar caídas y accidentes

  Se observará la evolución poblacional de la fauna en la zona cercana a las obras, incluyendo lugares de cría y nidificación.

  Se analizará la fauna ictícola y su evolución en el arroyo del Cuco tras las obras.

- Lugar de inspección.

  Cercanías de obras, cercados y arroyo del Cuco.

- Parámetros de control y umbrales.
  - Indicador: Número de animales accidentados
    - % de zona de cría y nidificación.
    - % de especies de fauna ictícola
  - Valor Umbral: 10% de algún tipo de afección negativa por efecto de las obras.

- Periodicidad de la inspección.

  Semestral, en especial en la época de cría.

- Medidas de prevención y corrección.

  Si se detectasen daños, se elaborará un proyecto de conservación y recuperación, que habrá de ejecutarse a la mayor brevedad posible.

- Documentación.

  Los resultados de las inspecciones se recogerán en el informe sobre el estado y progreso de las áreas en recuperación.

### 9.4.4. Informes

Se desarrolla en este apartado el tipo de informes a considerar, la frecuencia y contenido para completar el Programa de Vigilancia Ambiental tanto en la fase de ejecución de las obras como en la posterior explotación.

9.4.4.1. Informes de cada campaña

De cada inspección se levantará un informe, acompañado de un reportaje fotográfico y croquis de localización con la situación analizada y propuesta de acciones de recuperación en caso necesario. Debe incluir una valoración de la validez del propio método de control.

Estos informes se realizarán para cada una de las tres campañas o fases de realización del proyecto (campaña previa o "0", fase de obras y fase de explotación) en la que se identificará la situación actual y las áreas, elementos o especies a observar. Así el contenido de cada informe debe contener los siguientes apartados:

- Objetivo. Impacto y/o medida correctora que se quiere controlar.
- Indicador de impacto tomado como referencia.
- Tipo de datos a recolectar y análisis de los mismos.
- Umbral de afección inadmisible y momento de análisis del mismo.
- Zona de recolección.
- Calendario o frecuencia de toma de datos, que puede ser periódica o venir marcada por la oportunidad. Se indica el número de campañas que no siempre serán de un día de duración, pudiendo ser de varios días.
- Equipo de apoyo que puede ser útil o necesario.
- Observaciones y coordinación con otros aspectos así como información a proporcionar por el contratista.
- Medidas complementarias.
- Fecha y hora
- Situación climatológica.
- Existencia de circunstancias excepcionales o incidencias ajenas a la obra.
- Uso del suelo en la zona seleccionada.
- Situación respecto al trazado, P.K. y croquis o plano.
- Características del trazado en la zona seleccionada: taludes, estructuras, etc.
- Reportaje fotográfico que plasme la situación.

Serán documentos internos de control y trabajo, no necesariamente remitidos a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Al final de cada campaña y para cada ámbito de análisis se realizará un informe final que plasme la evolución del seguimiento y la eficacia de las medidas adoptadas.

9.4.4.2. Plan de rutas

Documento que el contratista ha de elaborar antes del inicio de las obras es el Plan de Rutas para el suministro de material y movimiento de maquinarias, de modo que los accesos a la obra sean los mínimos indispensables para el correcto desarrollo de la misma.

Deberá ser acordado con las partes afectadas, Ayuntamientos, asociaciones agrarias, empresarios de la zona, propietarios de cotos, asociaciones de cazadores, etc. antes del comienzo de las obras, con el fin de preservar la permeabilidad y acceso del territorio y evitar, en lo posible, molestias por ruidos o la presencia de polvo en las zonas pobladas.

El Plan de Rutas especificará también la señalización en los puntos de cruce o potencialmente peligrosos y garantizará la permeabilidad de la zona.

En general se garantizará el mantenimiento de los servicios actuales, tanto de los caminos rurales como de las vías pecuarias, tanto durante las obras como durante la explotación, para ello se comprobará la construcción de las estructuras fijadas en el Proyecto, así como de las vías de servicio y los caminos agrícolas laterales.

### 9.4.5. Informe en la Fase II. Ejecución de las obras

9.4.5.1. Informe de comunicación del Acta de comprobación del replanteo

Este informe será remitido a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental con acreditación de su contenido y conclusiones

9.4.5.2. Informes sobre la zona afectada

Incluirá al menos:

- Mapa con la delimitación definitiva de todas las áreas afectadas por elementos auxiliares de las obras.
- Los valores de los indicadores sobre jalonamiento de las obras al objeto de determinar si las zonas sin señalización o con señalización insuficiente tienen una incidencia menor que la especificada por los valores umbral.
- En su caso medidas adoptadas y definición de las correspondientes acciones de vigilancia y seguimiento.

9.4.5.3. Informe sobre condiciones generales de la Obra

Incluirá el Manual de Buenas Prácticas Ambientales de la obra definido por el Contratista, así como el Plan de Rutas y de Accesos y el Plan de Gestión de Residuos.

9.4.5.4. Informe sobre las actuaciones relativas a la protección del sistema hidrológico e hidrogeológico

Realizará antes de la emisión del Acta de recepción de las obras y será remitido a la Dirección General de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, competente en materia ambiental, con acreditación de su contenido y conclusiones.

- Descripción, incluyendo material fotográfico, de la situación de la zona de almacenamiento de los residuos peligrosos y balsas de retención de sedimentos.
- Resultados del control y gestión de los residuos y control visual del estado de las aguas y cauces cruzados realizados durante el seguimiento de las obras. Riegos efectuados para evitar polvo y líquidos empleados.
- Todas las incidencias señaladas en este campo en el Diario Ambiental de la obra.
- En su caso, medidas complementarias adoptadas y definición de las correspondientes acciones de vigilancia y seguimiento.

9.4.5.5. Informe sobre medidas de protección de la fauna

Este informe deberá definir todo lo referente a las medidas de protección de la fauna.

Contendrá, como mínimo:

- Fichas descriptivas de la presencia o avistamiento de especies faunísticas durante las obras: fecha, hora, lugar concreto, etc.
- La delimitación de los límites de la obra o la instalación del cerramiento.
- Toda incidencia relacionada con la fauna reflejada en el Diario Ambiental de la obra.
- En su caso, medidas adoptadas y definición de las correspondientes acciones de vigilancia y seguimiento.

9.4.5.6. Informe sobre los estudios específicos para la elección del emplazamiento de zonas de instalaciones auxiliares

Este informe deberá definir todo lo referente a los condicionantes y decisión final del emplazamiento de estos elementos, incluidas las medidas de protección del entorno inmediato.

9.4.5.7. Informe sobre las actuaciones realmente ejecutadas relativas a la recuperación ambiental e integración paisajística de la obra

Contendrá, como mínimo:

- Fecha y descripción de la ejecución de las medidas tomadas para realizar la integración paisajística de la obra.
- Los resultados de los indicadores de realización cuyo objetivo sea la conservación/protección de los suelos o de la vegetación.
- Desmantelamiento de todas las actuaciones correspondientes a elementos auxiliares de las obras definidos como temporales.
- Retirada de todos los elementos de delimitación de la obra.
- Ejecución de tareas de restauración en todas ellas.
- Fecha de ejecución de las medidas de restauración de la cubierta vegetal y contenido de las fichas incluidas en el Diario Ambiental de la Obra. Informe sobre la calidad de los materiales empleados.
- Justificación de cualquier modificación sobre lo previsto.
- En su caso, medidas adoptadas y definición de las correspondientes de vigilancia y seguimiento.

**9.4.6. Informes en la Fase III. Explotación de las obras**

Anualmente y durante los dos años siguientes a partir de la emisión del Acta de Recepción de las obras.

9.4.6.1. Informe sobre el estado y progreso de las áreas en recuperación

Incluirá:

- Resultados del seguimiento de los indicadores de protección de los suelos y restauración de la vegetación.
- Seguimiento de la evolución de la implantación de las comunidades vegetales en los elementos tratados.
- En su caso adopción de medidas complementarias de integración paisajística y las correspondientes acciones de vigilancia y seguimiento.

9.4.6.2. Informes especiales

Se presentarán un informe especial ante cualquier situación que implique deterioros ambientales o situaciones de riesgo, tanto durante la construcción como durante la explotación. Entre otras, se prestará atención a las siguientes situaciones:

- Lluvias torrenciales que supongan riesgo de inundación o de desprendimiento de materiales.
- Accidentes producidos en fase de construcción que puedan tener consecuencias ambientales negativas.
- Erosión manifiesta de los taludes

Estos informes contendrán como mínimo los siguientes apartados:

- Fecha, hora y lugar del incidente o circunstancia excepcional.
- Características del mismo.
- Consecuencias ambientales inmediatas (a corto plazo).
- Consecuencias ambientales a medio y largo plazo que previsiblemente se producirán.
- Organismos que actuaron y forma de actuación en el momento del siniestro. Detección de errores o descoordinaciones que se produjeron.
- Proyecto de recuperación del medio y de las actividades correctoras dañadas. Presupuesto de ejecución. Plan de seguimiento y vigilancia.
- Propuesta de actuación en el caso de producirse nuevos sucesos.

9.4.6.3. Informe final

Al término de los dos años de inspección se redactará un informe, a partir del cual se darán indicaciones sobre la necesidad o conveniencia de prolongación del período de vigilancia y control, incluyendo en caso afirmativo los ámbitos a vigilar, la frecuencia de las inspecciones futuras y los parámetros a vigilar.

Del examen de toda la documentación así generada, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental podrá decidir acerca de modificaciones en las actuaciones previstas.

9.4.6.4. Manual de buenas prácticas medioambientales

El contratista presentará al equipo de vigilancia antes del comienzo de la obra un Manual de Buenas Prácticas Medioambientales que deberá ser conocido por todo el personal involucrado en la obra, y que contemplará todas las medidas de carácter general tomadas por la Dirección de Obra para evitar impactos durante la misma.

Entre otras determinaciones incluirá:

- Control de residuos y basura en general: aceites usados, restos de alquitrán, latas, plásticos, basuras en general, envolturas de materiales de construcción, etc.
- Actuaciones prohibidas, mencionándose explícitamente las hogueras no controladas, el vertido de aceites usados, escombros, aguas de limpieza de hormigoneras, basuras, etc.
- Prohibición de la tala y poda incontrolada de arbustos o árboles de la zona para obtención de leña, y de cualquier práctica tendente a producir daños superfluos en la vegetación o la fauna.
- Prácticas de conducción, velocidad de los vehículos y maquinaria utilizada.
- Señalización correcta en las rutas preferenciales de obra identificadas en el Plan de Rutas, a fin de evitar movimientos de maquinaría innecesarios y limitar el desbroce.
- Control de ruidos, limitando el horario para realizar ciertas actividades en las inmediaciones de zonas habitadas y establecer el uso de protectores auditivos.
- Control de las partículas en suspensión.
- Limitación de las actividades a la zona señalizada, jalonada o vallada y definición de la instalación de elementos auxiliares.
- La realización de una Diario Ambiental de la Obra en el que se anotarán las actuaciones ambientales realizadas y el personal responsable de cada una de esas operaciones y de su seguimiento.
- Corresponde la responsabilidad del Diario al Director Ambiental de la obra.

Además de estas prescripciones generales, el personal encargado de las labores específicas debe ser instruido para realizar dichas actividades.

El equipo de vigilancia revisará el contenido del Manual y asegurará el cumplimiento de tales medidas.

## 10. VULNERABILIDAD DEL PROYECTO

El objeto del presente apartado es la realización de un análisis de efectos derivados de la vulnerabilidad de PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) (Huelva) ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes.

La necesidad de este análisis viene dada por la publicación de la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

Para incorporar esta exigencia, que en origen viene dado por la Directiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente, la Ley 9/2018 incluye las definiciones de vulnerabilidad del proyecto, de accidente grave, y de catástrofe.

- **Vulnerabilidad del proyecto**: características físicas de un proyecto que pueden incidir en los posibles efectos adversos significativos que sobre el medio ambiente se puedan producir como consecuencia de un accidente grave o una catástrofe.

- **Accidente grave**: suceso, como una emisión, un incendio o una explosión de gran magnitud, que resulte de un proceso no controlado durante la ejecución, explotación, desmantelamiento o demolición de un proyecto, que suponga un peligro grave, ya sea inmediato o diferido, para las personas o el medio ambiente.

- **Catástrofe**: suceso de origen natural, como inundaciones, subida del nivel del mar o terremotos, ajeno al proyecto que produce gran destrucción o daño sobre las personas o el medio ambiente.

A este respecto cabe decir que otras normas también recogen definiciones similares, como la Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil o el Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas o la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

Por otra parte, en relación a la protección civil, consultada la información de que dispone Junta de Andalucía, se conoce que existen Planes Especiales que se elaboran para hacer frente a riesgos específicos cuya naturaleza requiere una metodología técnico-científica adecuada para cada uno de ellos.

Según la Junta de Andalucía pueden contemplarse los siguientes riesgos: inundaciones, terremotos, fenómenos meteorológicos adversos, incendios forestales, accidentes en instalaciones que utilicen o almacenen sustancias químicas, biológicas, nucleares o radiactivas, accidentes de aviación civil y transporte de mercancías peligrosas.

La Junta de Andalucía cuenta con los siguientes Planes Especiales:

- Plan de Emergencia ante el **Riesgo Sísmico** en Andalucía, Acuerdo de 13 de enero de 2009, del Consejo de Gobierno.
- Plan de Emergencia ante el **Riesgo de Inundaciones** en Andalucía., Orden de 24 de junio de 2005.
- Plan de Emergencia por **Incendios Forestales** de Andalucía. Decreto 371/2010, de 14 de septiembre.
- El Plan de Emergencia ante el riesgo de **accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril** en Andalucía, Orden de 24 de junio de 2005.

Por último, en relación a la responsabilidad medioambiental (Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental), se exige que los operadores de actividades deben constituir una garantía financiera como una de las medidas para prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales, de conformidad con el artículo 45 de la Constitución y con los principios de prevención y de que “quien contamina paga”.

La fijación de la cuantía de esta garantía partirá del análisis de riesgos medioambientales de la actividad, o de las tablas de baremos, que se realizarán de acuerdo a la metodología que reglamentariamente se establezca por el Gobierno. La autoridad competente establecerá los correspondientes sistemas de control que le permitan comprobar el cumplimiento de estas obligaciones.

A este respecto el Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) facilita un Ejemplo de análisis de riesgos medioambientales para una actividad de almacenamiento de sustancias, con el fin de ilustrar la forma de realizar un análisis de riesgos:

https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/responsabilidad-mediambiental/armindivudual_web_tcm30-194049.pdf

Como en estos momentos no está definida una metodología al respecto de cómo realizar el análisis sobre la vulnerabilidad de este tipo de proyectos ante accidentes graves o catástrofes se ha optado por tomar el ejemplo de análisis de riesgos medioambientales que facilita el MITERD.

El análisis que se va a llevar a cabo contempla las actividades que realizarán en las actuaciones durante la fase de construcción y explotación.

La metodología seguida para el análisis de vulnerabilidad se describe a continuación.

Antes de identificar los accidentes graves o catástrofes (o sucesos iniciadores) se realiza una zonificación en función de las actuaciones/instalaciones que se construirán y que posteriormente se explotarán.

A continuación se muestra un resumen de las zonas de riesgo identificadas para cada actuación:

| ACTUACIONES | ZONAS DE RIESGO |
|---|---|
| Replanteo | Caminos de acceso y zonas auxiliares |
| Desbroce | Caminos de acceso y zonas auxiliares |
| Movimiento de tierras para la adecuación/construcción de los accesos | Caminos de acceso y zonas auxiliares |
| Movimiento de tierras para la excavación del túnel | Túnel |
| Movimiento de tierras en los canales de entrada y salida del túnel y zonas auxiliares (acopios, parque de maquinaria, balsas de decantación) | Canales de entrada y salida del túnel |
| Movimiento de maquinaria (transporte de materiales de excavación y materiales de construcción) | Caminos de acceso y zonas auxiliares |
| Señalización y acabado de accesos | Caminos de acceso y zonas auxiliares |
| Ejecución del falso túnel y restitución del terreno sobre el mismo | Túnel y canales de entrada y salida del túnel |
| Ejecución de obras de drenaje | Canales de entrada y salida del túnel |
| Mantenimiento de los accesos | Caminos de acceso |
| Desmontaje de la señalización de los accesos | Caminos de acceso |
| Movimiento de tierras para restauración topográfica | Caminos de acceso y canales de entrada y salida del túnel |
| Restauración del suelo y la cubierta vegetal | Caminos de acceso y bocas norte y sur del túnel |
| Implantación sistemas eléctricos y mecánicos | Instalaciones eléctricas y mecánicas |

**Tabla 10-1. Identificación de zonas de riesgo**

Visto que se repiten las zonas de riesgo en función de la actuación y para facilitar el análisis, se ha optado por resumir las zonas de riesgo a las siguientes:

- Canales de entrada y salida al túnel
- Túnel
- Instalaciones eléctricas y mecánicas
- Caminos de acceso e instalaciones auxiliares

A continuación se muestran las fuentes de peligro identificadas para cada zona de riesgo. En algunos casos las fuentes de peligro son inherentes a la obra (aguas de drenaje, aguas residuales) pero no sólo éstas entrañan un riesgo, también determinados elementos de la propia instalación o eventos externos (un fuego) pueden dar lugar a un riesgo asociado.

Las fuentes de peligro identificadas para cada zona de riesgo:

| ZONA DE RIESGO | FUENTES DE PELIGRO DEL ACCIDENTE O CATÁSTROFE |
|---|---|
| Canales y emboquilles de entrada y salida al túnel | Caída de rocas<br>Deslizamiento de taludes<br>Aguas residuales<br>Evento meteorológico adverso |
| Túnel | Terremoto<br>Derrumbes y caídas del revestimiento<br>Filtración |
| Instalaciones eléctricas y mecánicas | Electricidad<br>Fuego |
| Caminos de acceso e instalaciones auxiliares | Fuego<br>Caída de rocas<br>Deslizamiento de taludes<br>Evento meteorológico adverso |

**Tabla 10-2. Fuentes de peligro**

Partiendo de la identificación de zonas y fuentes se determinan los sucesos iniciadores (accidente grave o catástrofe) que se definen como aquellos hechos que pueden generar un incidente o accidente en función de su evolución en el espacio y en el tiempo. Así se pueden identificar como sucesos iniciadores:

| ZONA DE RIESGO | FUENTES DE PELIGRO DEL ACCIDENTE O CATÁSTROFE | ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE (SUCESO INICIADOR) |
|---|---|---|
| Canales y emboquilles de entrada y salida al túnel | Caída de rocas<br>Deslizamiento de taludes<br>Aguas residuales<br>Evento meteorológico adverso | Caída de rocas en las zonas de afloramiento rocoso previstas a desmontar<br>Vertido de aguas residuales en vaguadas<br>Desbordamiento<br>Inundación<br>Corte de suministro que dañan los sistemas de regulación |
| Túnel | Terremoto<br>Derrumbes y caídas del revestimiento<br>Filtración | Daños a bienes o personas en el interior de los túneles<br>Terremoto |
| Instalaciones eléctricas y mecánicas | Electricidad<br>Fuego | Explosión<br>Incendio en las instalaciones<br>Incendio fuera de las instalaciones<br>Inundación<br>Terremoto<br>Cortes eléctricos |
| Caminos de acceso e instalaciones auxiliares | Fuego<br>Caída de rocas<br>Deslizamiento de taludes<br>Evento meteorológico adverso | Incendio generado por interacción de maquinaria de obra con el terreno o los combustibles forestales<br>Incendio generado por causas ajenas a la obra<br>Caída de rocas en las zonas de afloramiento rocoso previstas a desmontar<br>Daños a causa de lluvias y drenaje de vaguadas en la propia obra o en parcelas anexas por efecto barrera<br>Arrastre de partículas sólidas hacia las vaguadas |

**Tabla 10-3. Sucesos iniciadores**

La tabla siguiente recoge la información relativa a las causas más comunes que se considera que originan los accidentes graves o catástrofes:

| ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE (SUCESO INICIADOR) | CAUSAS QUE DAN LUGAR AL ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE |
|---|---|
| Caída de rocas en las zonas de afloramiento rocoso previstas a desmontar<br>Vertido de aguas residuales en vaguadas<br>Desbordamiento<br>Inundación<br>Corte de suministro que dañan los sistemas de regulación | Fallo en sistemas de detección, alarma y prevención<br>Error humano<br>Fallo en elementos hidromecánicos de regulación<br>Evento meteorológico adverso |
| Daños a bienes o personas en el interior de los túneles<br>Terremoto | Evento sísmico adverso (daños generales a la infraestructura) |
| Terremoto<br>Inundación<br>Daños a bienes o personas en el interior de los túneles | Evento sísmico adverso (daños generales a la infraestructura)<br>Evento meteorológico adverso |
| Explosión<br>Incendio en las instalaciones<br>Incendio fuera de las instalaciones<br>Inundación<br>Terremoto<br>Cortes eléctricos | Error humano<br>Fallo del material<br>Efecto meteorológico adverso<br>Robo y vandalismo |
| Incendio generado por interacción de maquinaria de obra con el terreno o los combustibles forestales<br>Incendio generado por causas ajenas a la obra<br>Caída de rocas en las zonas de afloramiento rocoso previstas a desmontar<br>Daños a causa de lluvias y drenaje de vaguadas en la propia obra o en parcelas anexas por efecto barrera<br>Arrastre de partículas sólidas hacia las vaguadas | Temperaturas altas, choque de partes de las máquinas con piedras o vegetales, hogueras, quema de restos vegetales, voladuras, o combinación de todas ellas.<br>Fallo en sistemas de detección, alarma y prevención<br>Error humano<br>Fallo del material o maquinaria |

**Tabla 10-4. Causas comunes de accidente o catástrofe**

Por tanto quedarían definidas las siguientes causas para un **vertido**:

- Sobrellenado: originado como consecuencia del rebose de los elementos de almacenamiento, lo que conlleva el desbordamiento.
- Contención insuficiente: resultado de una capacidad de las cubetas de contención inferior a la de los tanques o depósitos que albergan.
- Fallos en las operaciones: mala ejecución de alguna actividad, obra o proceso. Ya sea por error humano, rotura de mangueras, fugas o impacto mecánico (impactos por choque originados, por ejemplo, por la colisión de vehículos contra elementos de almacenamiento)
- Fallo en sistemas de detección y alarma: que impidan actuar con celeridad ante un posible vertido
- Error humano: errores de los trabajadores durante la construcción o del personal laboral de la instalación como consecuencia de formación insuficiente, falta de vigilancia, de distracciones
- Fallo del material: deterioro de un material por acción de agentes externos, tales como presencia de poros, roturas, etc. El aumento de la presión en las tuberías o en la maquinaria también puede llevar a la aparición de fisuras que causen fugas o vertidos.

- Episodio sísmico adverso: porque se den las condiciones sísmicas idóneas para ello y el suceso dañe elementos de la actuación.
- Robo y vandalismo: a causa de la acción del robo o por el simple hecho de dañar la estructura o dispositivo se produce un mal funcionamiento de la misma o de alguno de sus elementos que dan lugar al suceso iniciador.

Para el suceso iniciador **explosión** quedan definidas las siguientes posibles causas:

- Atmósferas explosivas: mezcla con el aire, en condiciones atmosféricas normales, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, tras la ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada.
- Errores humanos: errores del personal laboral de la instalación como consecuencia de formación insuficiente, falta de vigilancia, de distracciones
- Robo y vandalismo: a causa de la acción del robo o por el simple hecho de dañar la estructura o dispositivo se produce un mal funcionamiento de la misma o de alguno de sus elementos que dan lugar al suceso iniciador.

Para el suceso iniciador **incendio** se consideran las siguientes causas:

- Presencia de sustancias inflamables en la instalación que, al combinarse junto al oxígeno y una fuente de calor, genere un incendio
- Fallo en sistemas de detección y alarma que impidan actuar con celeridad ante un posible incendio.
- Chispa en la maquinaria como consecuencia de fricción entre piezas de los equipos, etc.
- Cortocircuito en los dispositivos eléctricos
- Errores humanos: errores del personal laboral de la instalación como consecuencia de formación insuficiente, falta de vigilancia, de distracciones
- Episodio meteorológico adverso: ya sea por caída de un rayo en las instalaciones o en los terrenos adyacentes o porque se den las condiciones de temperatura, humedad, combustible idóneas para ello.
- Robo y vandalismo: a causa de la acción del robo o por el simple hecho de dañar la estructura o dispositivo se produce un mal funcionamiento de la misma o de alguno de sus elementos que dan lugar al suceso iniciador.

Para el suceso iniciador **escapes** se consideran las siguientes causas:

- Fallos en las operaciones: mala ejecución de alguna operación que dé lugar a un escape. Ya sea por error humano o impacto mecánico (impactos por choque originados, por ejemplo, por la colisión de vehículos contra elementos conductores de gases)
- Fallo en sistemas de detección y alarma: que impidan actuar con celeridad ante un posible escape
- Error humano: errores del personal laboral de la instalación como consecuencia de formación insuficiente, falta de vigilancia, de distracciones
- Fallo del material: deterioro de un material por acción de agentes externos, tales como presencia de poro, rotura, etc. El aumento de la presión en las tuberías o en la maquinaria también puede llevar a la aparición de fisuras que causen escapes.
- Robo y vandalismo: a causa de la acción del robo o por el simple hecho de dañar la estructura o dispositivo se produce un mal funcionamiento de la misma o de alguno de sus elementos que dan lugar al suceso iniciador.

Para el suceso iniciador **inundación** se consideran las siguientes causas:

- Fallo en sistemas de detección y alarma: que impidan actuar con celeridad ante una posible inundación
- Error humano: errores del personal laboral de la instalación como consecuencia de formación insuficiente, falta de vigilancia, de distracciones
- Fallo del material: deterioro de una compuerta o elemento de regulación del río Manzanares.
- Episodio meteorológico adverso: porque se den las condiciones de precipitación idóneas para ello.

Para el suceso iniciador **terremoto** se consideran las siguientes causas:

- Episodio sísmico adverso: porque se den las condiciones sísmicas idóneas para ello.

Finalmente, conocidos los accidentes graves o catástrofes que se pueden generar y la localización de las zonas de riesgo, se identifican los efectos previsibles sobre los factores ambientales a causa de accidente grave o catástrofe:

| **ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE** (SUCESO INICIADOR**)** | **EFECTOS PREVISIBLES SOBRE FACTORES AMBIENTALES A CAUSA DE ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE** |
|---|---|
| Caída de rocas en las zonas de afloramiento rocoso previstas a desmontar<br>Vertido de aguas residuales en vaguadas<br>Desbordamiento<br>Inundación<br>Corte de suministro que dañan los sistemas de regulación | Daños en bienes, personas y medio ambiente<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna del entorno de la instalación<br>Alteración de los aprovechamientos aguas abajo<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna asociadas al entorno<br>Alteración de EPRN2000 |
| Daños a bienes o personas en el interior de los túneles<br>Terremoto | Daños en bienes, personas y medio ambiente<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna asociadas al entorno |
| Terremoto<br>Inundación<br>Daños a bienes o personas en el interior de los túneles | Daños en bienes, personas y medio ambiente |
| Explosión<br>Incendio en las instalaciones<br>Incendio fuera de las instalaciones<br>Inundación<br>Terremoto<br>Cortes eléctricos | Daños en bienes, personas y medio ambiente<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna asociadas al entorno<br>Alteración de EPRN2000 |
| Incendio generado por interacción de maquinaria de obra con el terreno o los combustibles forestales<br>Incendio generado por causas ajenas a la obra<br>Caída de rocas en las zonas de afloramiento rocoso previstas a desmontar<br>Daños a causa de lluvias y drenaje de vaguadas en la propia obra o en parcelas anexas por efecto barrera<br>Arrastre de partículas sólidas hacia las vaguadas | Daños en bienes, personas y medio ambiente<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna del entorno de la instalación<br>Alteración de EPRN2000 |

**Tabla 10-5. Efectos previsibles de accidente grave o catástrofe**

A continuación se muestra una tabla resumen del análisis preliminar de los efectos previsibles sobre los factores ambientales derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes.

Se ha añadido una última columna con factores condicionantes, que se consideran como elementos potenciadores o atenuadores del daño para cada suceso iniciador y que pueden hacer que los efectos previsibles sobre factores ambientales sean mayores o menores.

| ZONA DE RIESGO | FUENTES DE PELIGRO DEL ACCIDENTE O CATÁSTROFE | ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE (SUCESO INICIADOR) | CAUSAS QUE DAN LUGAR AL ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE | EFECTOS PREVISIBLES SOBRE FACTORES AMBIENTALES A CAUSA DE ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE | Factores potenciadores o atenuadores del daño para cada suceso iniciador provocando que los efectos sean mayores o menores | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | II | EC | MPyC | N | PPC | SyV |
| Canales y emboquilles de entrada y salida al túnel | Caída de rocas<br>Deslizamiento de taludes<br>Aguas residuales<br>Evento meteorológico adverso | Caída de rocas en las zonas de afloramiento rocoso previstas a desmontar<br>Vertido de aguas residuales en vaguadas<br>Desbordamiento<br>Inundación<br>Corte de suministro que dañan los sistemas de regulación | Fallo en sistemas de detección, alarma y prevención<br>Error humano<br>Fallo en elementos hidromecánicos de regulación<br>Evento meteorológico adverso | Daños en bienes, personas y medio ambiente<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna del entorno de la instalación<br>Alteración de los aprovechamientos aguas abajo<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna asociadas al entorno<br>Alteración de EPRN2000 | | | x | x | | x |
| Túnel | Terremoto<br>Derrumbes y caídas del revestimiento<br>Filtración | Daños a bienes o personas en el interior de los túneles<br>Terremoto | Evento sísmico adverso (daños generales a la infraestructura) | Daños en bienes, personas y medio ambiente<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna asociadas al entorno | - | x | x | x | - | x |
| Instalaciones eléctricas y mecánicas | Electricidad<br>Fuego | Explosión<br>Incendio en las instalaciones<br>Incendio fuera de las instalaciones<br>Inundación<br>Terremoto<br>Cortes eléctricos | Error humano<br>Fallo del material<br>Efecto meteorológico adverso<br>Robo y vandalismo | Daños en bienes, personas y medio ambiente<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna asociadas al entorno<br>Alteración de EPRN2000 | | | | | | |
| Caminos de acceso e instalaciones auxiliares | Fuego<br>Caída de rocas<br>Deslizamiento de taludes<br>Evento meteorológico adverso | Incendio generado por interacción de maquinaria de obra con el terreno o los combustibles forestales<br>Incendio generado por causas ajenas a la obra<br>Caída de rocas en las zonas de afloramiento rocoso previstas a desmontar<br>Daños a causa de lluvias y drenaje de vaguadas en la propia obra o en parcelas anexas por efecto barrera<br>Arrastre de partículas sólidas hacia las vaguadas | Temperaturas altas, choque de partes de las máquinas con piedras o vegetales, hogueras, quema de restos vegetales, voladuras, o combinación de todas ellas.<br>Fallo en sistemas de detección, alarma y prevención<br>Error humano<br>Fallo del material o maquinaria | Daños en bienes, personas y medio ambiente<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna del entorno de la instalación<br>Alteración de EPRN2000 | x | - | x | x | x | x |

**Tabla 10-6. Análisis preliminar de los efectos previsibles sobre los factores ambientales derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes.**

**Zona de riesgo**: lugares, instalaciones o infraestructuras identificadas en las diferentes actuaciones en las que puede existir cierto riesgo de que un accidente grave o catástrofe en ellos dé lugar a efectos sobre factores ambientales
**Fuentes de peligro**: sustancias o eventos o elementos de las instalaciones que pueden conllevar un peligro
**Accidente grave o catástrofe** (suceso iniciador): aquellos hechos o eventos que pueden generar un incidente en función de su evolución en el espacio y en el tiempo
**Causas**: eventos que dan lugar al suceso iniciador

- Fallo en sistemas de detección y alarma: que impidan actuar con celeridad ante un posible derrame
- Error humano: errores del personal laboral de la instalación como consecuencia de formación insuficiente, falta de vigilancia, de distracciones
- Fallo del material: deterioro de un material por acción de agentes externos, tales como presencia de poro, rotura, etc. El aumento de la presión en las tuberías o en la maquinaria también puede llevar a la aparición de fisuras que causen fugas o vertidos.
- Robo y vandalismo: actos delictivos que generen daños en las infraestructuras y que puedan derivar en un funcionamiento incorrecto de las mismas
- Evento sísmico adverso: movimiento de tierras de carácter no antrópico que pueda dar lugar a daños en las infraestructuras y que éstos puedan derivar en un funcionamiento incorrecto de las mismas
- Evento meteorológico adverso: suceso en el que uno o más factores asociados al tiempo atmosférico puedan dar lugar a daños en las infraestructuras y que puedan derivar en un funcionamiento incorrecto de las mismas

**Efectos previsibles sobre factores ambientales**: alteraciones sobre la población, el bienestar social, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural; que tendrán o podrán tener lugar si ocurre el accidente grave o catástrofe
**Factores condicionantes**: potenciadores o atenuadores del daño para cada suceso iniciador y que hacen que los efectos previsibles sobre factores ambientales sean mayores o menores. Se marcan con una X aquellos factores que se identifican para cada zona de riesgo:

- II Ignición inmediata
- EC Espacios confinados
- MPyC Medidas de prevención y corrección
- N Normativa (cumplimiento de requisitos y mantenimientos reglamentarios)
- PPC Planes de emergencia y protección civil
- SyV Seguridad y vigilancia

***Fuente**: teniendo en cuenta que no existe una metodología reglada al respecto, como base para el análisis preliminar de los efectos previsibles sobre los factores ambientales derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes se ha tomado como metodología el informe "análisis de riesgos medioambientales para un operador individual" que ha elaborado la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental (MITERD). Esta metodología ha sido publicada como orientación para realizar el análisis de riesgos medioambientales para el cálculo de la garantía financiera que exige la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/responsabilidad-mediambiental/analisis-de-riesgos-sectoriales/analisis-riesgos-medioambientales.aspx*

# 11. DOCUMENTO DE SÍNTESIS

## 11.1. ANTECEDENTES

El PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) fue redactado en el año 2009 con la finalidad de satisfacer el incremento de demanda en los puntos de consumo mediante la construcción de un segundo túnel paralelo al existente.

Dicha actuación, de conformidad con lo que establece La Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, al encuadrase en el Epígrafe 13.7.E. "Instalaciones de conducción de agua a larga distancia cuando la longitud sea mayor de 10 kilómetros y la capacidad máxima de conducción sea superior a 5 metros cúbicos/segundo", debía estar sometida al procedimiento de Autorización Ambiental Unificada.

El 13 de octubre de 2010 la entidad promotora de las obras, la Gerencia Provincial en Huelva de la Agencia Andaluza del Agua (actualmente extinta e integrada en la Delegación Territorial de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible en Huelva), formuló solicitud de Autorización Ambiental Unificada para el citado proyecto.

Tras su correspondiente tramitación, el 6 de marzo de 2012 se emitió resolución mediante informe de carácter vinculante respecto a la Autorización Ambiental Unificada (AAU) del PROYECTO CONSTRUCTIVO DE DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) (cuyo texto íntegro se incorpora en Apéndice) y establecía su caducidad en un plazo de cinco años, finalizando el 6 de marzo de 2017. La obra por diversas razones no se pudo iniciar antes de que venciera el plazo de caducidad.

La Dirección General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico es el órgano sustantivo al que corresponde actualmente (junio 2021) la aprobación del PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA), siendo el órgano ambiental la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Ante este cambio en el órgano sustantivo y ambiental se procede a actualizar el ámbito de aplicación del Proyecto respecto a la necesidad o no de someterlo a procedimiento de evaluación de impacto ambiental conforme a la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Con fecha 8 de septiembre de 2021 la Subdirección General de Dominio Público Hidráulico e Infraestructuras solicitó el inicio del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada del proyecto "Aumento de capacidad de transporte del sistema de abastecimiento a Huelva. PROYECTO CONSTRUCTIVO DE DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) (Huelva)", del que la Dirección General del Agua es promotor y órgano sustantivo, acompañándolo del presente Documento ambiental, a la Subdirección General de Evaluación Ambiental.

Analizado el Documento Ambiental por la Subdirección General de Evaluación Ambiental, antes de realizar las consultas previstas en el artículo 46 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, aprecia la necesidad de aclaración de algunos extremos y de completar la información de dicho documento según los contenidos indicados en el artículo 45 de la referida norma (ver apéndice 9).

Con fecha 14 de octubre de 2021 llega la solicitud de subsanación de información.

Las aclaraciones e información solicitada se incluyen en este Documento ambiental que es una actualización del incluido en la solicitud de inicio de procedimiento de evaluación ambiental simplificada de 8 de septiembre de 2021.

### 11.1.1. Contexto normativo y del régimen del trasvase al que sirve el proyecto

**El sistema Chanza-Piedras** está configurado antes de que se separaran los ámbitos de planificación entre Guadiana y Tinto-Odiel-Piedras, por lo que es un trasvase sobrevenido, y que se rige por los planes hidrológicos aprobados.

En concreto, el vigente **Plan Hidrológico 2016-2021 de las cuencas del Tinto, Odiel y Piedras** contempla un sistema de explotación único, el sistema Huelva, del que forma parte el sistema Chanzas-Piedra.

El Plan contempla:

- El sistema Chanza-Piedras, con 34.142 ha de regadío, al que se asignan para ello 147,41 hm3/año.
- A los que se añade una demanda para abastecimiento de 43,889 hm3/año y una demanda industrial de 16,322 hm3.
- Una reserva de 15 hm3 y una transferencia final a la cuenca del Guadalquivir de 4,99 hm3, (en suma, 19.99 hm3) incorporados a los modelos de simulación con los que se han obtenido los balances de atención a las demandas

El Balance actual para el Sistema Chanza-Piedras-Corumbel que establece, en base a los resultados del modelo de simulación empleado, es el siguiente:

**RECURSOS DISPONIBLES**

| ORIGEN | FUENTE | VOLUMEN RECURSO (hm3) |
|---|---|---|
| Recursos superficiales cuenca TOP | Regulación del Piedras (embalses Piedras-Los Machos) | 10,8 |
| | Regulación del río Tinto (embalse de Corumbel) | 3,8 |
| | Regulación del río Odiel (Alcolea) | 0 |
| Recursos subterráneos TOP | Acuífero Lepe-Cartaya | 32,0 |
| | Acuífero Condado | 17,2 |
| Recursos otras cuencas | Embalses Chanza-Andévalo | 203,0 |

| ORIGEN | FUENTE | VOLUMEN RECURSO (hm3) |
|---|---|---|
| | Bombeo Bocachanza (*) | 16,0 |
| Incremento disponibilidad por funcionamiento integrado del sistema y sus regulaciones | | 20,0 |
| | **SUMA** | **302,8** |

(*) Bombeo medio anual, con un máximo anual de 75 hm3/año y cumpliendo Convenio de Albufeira

**DEMANDAS**

| TIPO | DESTINO | VOLUMEN ACTUAL (hm3) |
|---|---|---|
| URBANO | UDU 1- Mancomunidad Condado (incluso Guadalquivir) (*) | 6,60 |
| | UDU 4 – ETAP Lepe | 12,64 |
| | UDU 6 – ETAP Tinto-Palos | 5,56 |
| | UDU 7 ETAP Huelva | 12,49 |
| | *SUMA UDU* | *31,29* |
| AGRARIO | UDA 01 – Andévalo fronterizo | 3,41 |
| | UDA 02 – Litoral Huelva | 110,0 |
| | UDA 03 – Condado (Palos-Moguer) | 34,0 |
| | UDA 06 – Alcolea-Andévalo | - |
| | *SUMA UDA* | *147,41* |
| INDUSTRIAL | *UDI 02 – Polo Desarrollo de Huelva* | *16,322* |
| | **SUMA DEMANDAS** | **195,02** |

(*) Volumen obtenido en base a la demanda establecida para la parte de la Mancomunidad establecida en la cuenca TOP y aplicando la proporción de demanda que cita (48% en la cuenca TOP, 52% en la cuenca Guadalquivir)

Por lo que se demuestra que hay suficientes recursos para atender las demandas del sistema.

Por su parte, **el vigente Plan Hidrológico Guadiana III** contempla para el Sistema SUR la siguiente asignación de recursos:

- Regadíos en el Chanza: 138,79 hm3/año
- Demanda ganadera: 2,25 hm3/año
- Abastecimientos y uso industrial: 44,029 hm3/año

Que dan soporte a los volúmenes contemplados en el Plan Hidrológico del Tinto, Odiel y Piedras para el sistema Chanza.

Finalmente, hay que **indicar la Ley 10/2018 de 5 de diciembre, sobre la transferencia de recursos de 19,99 hm3 desde la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras a la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir**, tiene como objeto autorizar la transferencia hasta de un total de 19,99 hm3 anuales de aguas superficiales desde la Demarcación del Tinto, Odiel y Piedras a la Demarcación del Guadalquivir, con el fin de contribuir a garantizar el abastecimiento de los municipios del Condado de Huelva, mejorar la garantía del riego, la recuperación de los acuíferos de la zona y el equilibrio hídrico del entorno y especialmente del Parque Nacional de Doñana.

En su articulado, la Ley 10/2018, establece una serie de condiciones generales, entre las que especifica que el volumen anual transferido no podrá ser superior a 19,99 hm3 y se entenderá como máximo anual medido en los puntos de toma de la DHTOP, situados en el embalse del Corumbel y en la impulsión desde el Anillo hídrico de Huelva […]. No todo ese volumen procederá del sistema Chanza, sino que también procede del embalse de Corumbel, ubicado en la misma cuenca del Tinto, Odiel y Piedras.

En síntesis, esta ley viene a dar cobertura legal a la transferencia de recursos del Sistema Chanza-Piedras a satisfacer las necesidades hídricas de abastecimiento y regadío en la zona suroriental de la provincia de Huelva, en la comarca de El Condado, en la cuenca del Guadalquivir, preservando el equilibrio ambiental del acuífero MASub Almonte-Marismas y contribuyendo a la protección de las Marismas de Doñana.

### 11.1.2. Objeto del documento ambiental

El objeto del Documento Ambiental (DA) es desarrollar los apartados que indica el Artículo 45 de la Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de evaluación de impacto ambiental, y proporcionar información complementaria para la solicitud del inicio del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificado para el PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) (HUELVA).

### 11.1.3. Subsanación de información

Analizado el Documento ambiental la Subdirección General de Evaluación Ambiental apreció la necesidad de aclaración de algunos extremos y de completar la información de dicho documento, en concreto solicitó (en letra cursiva se presenta el texto de la Subdirección General de Evaluación Ambiental y en letra normal la contestación a la solicitud):

*1. Completar la motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada: indicar en el Documento ambiental que el proyecto debe someterse a evaluación de impacto ambiental simplificada no solo por aplicación del subapartado b del apartado 2 del artículo 7 de la Ley de evaluación ambiental, sino también por el subapartado c) del referido apartado 2, al tratarse de una modificación delas características de un proyecto del anexo II que puede causar un aumento significativo en la generación de residuos, en la utilización de recursos naturales y afectar a espacios Red Natura 2000.*

En el apartado 2.1. TRAMITACIÓN DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL de este documento se completa el párrafo de conclusión indicando la aplicación de los dos subapartados mencionados.

*2. Aclaración del actual contexto normativo y del régimen del trasvase al que sirve este proyecto: Norma que aprueba la transferencia de agua de la cuenca del Guadiana (Chanza) (Demarcación hidrográfica del Guadiana) a la cuenca del Piedras(Demarcación hidrográfica del Tinto, Odiel-Piedras). Volumen anual autorizado y resto de condiciones aplicables. Referencia de la Declaración o Informe de impacto ambiental que enmarcó la autorización original de dicho proyecto. Descripción de su actual régimen de funcionamiento (volumen anual trasvasado, cronograma, régimen de caudales trasvasados, etc.).*

El Sistema Chanza-Piedras está configurado antes de que se separaran los ámbitos de planificación entre Guadiana y Tinto-Odiel-Piedras, por lo que es un trasvase sobrevenido, y que se rige por los Planes hidrológicos aprobados: Plan Hidrológico del Tinto, Odiel y Piedras (ciclo 2015-2021) y Plan Hidrológico Guadiana (ciclo 2015-2021).

En el apartado 1.2. CONTEXTO NORMATIVO Y DEL RÉGIMEN DEL TRASVASE AL QUE SIRVE EL PROYECTO se aclara el contexto normativo y del régimen del trasvase.

*3. Indicar el destino del túnel que queda obsoleto, y si va a ser objeto de demolición evaluar e indicar los correspondientes impactos, medidas y seguimiento.*

No se demuele, y por tanto no se generan residuos.

En caso preciso, se adoptará las medidas precisas para seguridad de las personas, pero se permitirá que pueda dar servicio ambiental a las especies de la zona (eso supone poner unas rejas a la entrada y salida, con la abertura necesaria para que puedan pasar murciélagos).

*4. En caso de que el proyecto pueda suponer alguna modificación del actual régimen de trasvase entre las demarcaciones del Guadiana y del Tinto, Odiel Piedras, tales como un aumento en el volumen anual trasvasado, en el caudal de trasvase o en su cronograma, completar la evaluación de los efectos del proyecto en fase de explotación con lo siguiente:*

*4.1. Descripción de las modificaciones que supondrá en fase de explotación los cambios en el régimen de trasvase derivados del proyecto sobre el régimen hidrológico original de las masas de agua naturales o muy modificadas afectadas por el mismo: en la toma el Embalse del Chanza y la masa de agua Puerto de la Loja, y en el retorno los arroyos del Cuco y del Membrillo, el Embalse del Piedras, y en su caso el embalse de los Machos y las demás masas de agua naturales o muy modificadas que se utilicen para el trasvase y que puedan verse afectadas por dichas modificaciones.*

*4.2. Evaluación de los efectos de la variación del régimen hidrológico de las referidas masas de agua sobre los elementos de calidad que definen su estado o potencial ecológico.*

*4.3. Evaluación de los efectos de la variación del régimen hidrológico de los arroyos del cuco y del Membrillo sobre las poblaciones de las especies de flora protegidas de los géneros Marsilea e Isoetes.*

*4.4. Inclusión de un apartado de evaluación de los posibles efectos transfronterizos del proyecto en su fase de explotación derivados de las cambios que provoca en el actual régimen de trasvase, redactado en idioma portugués, al objeto de posibilitar la consulta a dicho estado sobre su intención de participar en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental del proyecto a través del el Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y de Cooperación, tal como prevé el artículo 49 de la Ley 21/2013 de evaluación ambiental. Dicha evaluación comprenderá al menos los efectos del proyecto sobre las masas de agua internacionales ES040MSPF000206500 Embalse del Chanza y ES040MSPF004000210 Puerto de la Loja, pudiendo extenderse los efectos aguas abajo también a las masas de agua internacionales ES040MSPF004000200 Sanlúcar de Guadiana y ES040MSPF004000180 Desembocadura del Guadiana en Ayamonte.*

El proyecto no supone ningún cambio en el régimen de explotación del sistema Chanza-Piedras, ni en lo referente a caudales de funcionamiento ni en cuanto a volúmenes utilizados, por lo cual:

- No se produce: ninguna afección nueva al régimen hidrológico original de las masas de agua naturales o muy modificadas afectadas por el sistema actual: en la toma el Embalse del Chanza y la masa de agua Puerto de la Loja, y en el retorno los arroyos del Cuco y del Membrillo, el Embalse del Piedras, y en su caso el embalse de los Machos y las demás masas de agua naturales o muy modificadas que se utilicen para el trasvase.
- No se produce ninguna afección sobre las poblaciones de las especies de flora protegidas de los géneros *Marsilea e Isoetes* de los arroyos del cuco y del Membrillo.
- No hay efectos transfronterizos que afecten a Portugal, toda vez que no se produce afección al régimen hidrológico de las masas de agua internacionales ES040MSPF000206500 Embalse del Chanza y ES040MSPF004000210 Puerto de la Loja, ni a las de aguas abajo (también internacionales) ES040MSPF004000200 Sanlúcar de Guadiana y ES040MSPF004000180 Desembocadura del Guadiana en Ayamonte.

Si bien la capacidad aumenta, es para ponerlo en consonancia con la capacidad de las conducciones de entrada y salida, pero cualquier cambio de funcionamiento en la explotación será objeto de los planes hidrológicos y proyectos de infraestructura correspondientes, los cuales serían objeto en su día de la tramitación ambiental correspondiente.

## 11.2. MOTIVACIÓN APLICACIÓN PROCEDIMIENTO EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La Ley 21/2013 distingue dos tipos de procedimientos de evaluación de impacto ambiental (EIA): ordinaria y simplificada.

Con respecto al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental Ordinaria (EIAO) el apartado 1 del artículo 7 de la Ley indica:

> *1. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria los siguientes proyectos:*
>
> *a) Los comprendidos en el anexo I, así como los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo I […]*
>
> *b) Los comprendidos en el apartado 2* (Nota: ver más abajo)*, cuando así lo decida caso por caso el órgano ambiental, en el informe de impacto ambiental conforme al anexo III.*
>
> *c) Cualquier modificación de las características de un proyecto consignado en el anexo I o en el anexo II, cuando dicha modificación cumpla, por sí sola, los umbrales establecidos en el anexo I.*
>
> *d) Los proyectos incluidos en el apartado 2, cuando así lo solicite el promotor.*

Si se hace una revisión del anexo I, en relación a proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua, se contemplan los siguientes proyectos:

> *Grupo 7. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua.*
>
> *a) Presas y otras instalaciones destinadas a retener el agua o almacenarla permanentemente cuando el volumen nuevo o adicional de agua almacenada sea superior a 10 hectómetros cúbicos.*
>
> *b) Proyectos para la extracción de aguas subterráneas o la recarga artificial de acuíferos, si el volumen anual de agua extraída o aportada es igual o superior a 10 hectómetros cúbicos.*
>
> *c) Proyectos para el trasvase de recursos hídricos entre cuencas fluviales, excluidos los trasvases de agua de consumo humano por tubería, en cualquiera de los siguientes casos:*
>
> > *1º. Que el trasvase tenga por objeto evitar la posible escasez de agua y el volumen de agua trasvasada sea superior a 100 hectómetros cúbicos al año.*
> >
> > *2º. Que el flujo medio plurianual de la cuenca de la extracción supere los 2.000 hectómetros cúbicos al año y el volumen de agua trasvasada supere el 5 % de dicho flujo.*
>
> *d) Plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad sea superior a 150.000 habitantes-equivalentes.*

Atendiendo que el Proyecto no supone la construcción de ninguno de los indicados en los apartados a), b), c) y d), se considera que la obra civil a diseñar no cumple el apartado 7.1.a), 7.1.c) ni 7.1.d). El cumplimiento del apartado 7.1.b) es a consideración del órgano ambiental que debe decidirlo en función de unos criterios reglados.

Si se hace una revisión del anexo I, en relación al Grupo 9. Otros proyectos, se contemplan los siguientes proyectos:

> *Grupo 9. Otros proyectos.*
>
> *b) Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*
>
> *1º. Instalaciones de vertederos de residuos no peligrosos no incluidos en el grupo 8 del anexo I, así como de residuos inertes o materiales de extracción de origen fluvial, terrestre o marino que ocupen más de 1 ha de superficie.*
>
> *[…]*
>
> *13º. Instalaciones de conducción de agua a larga distancia con un diámetro de más de 800 mm y una longitud superior a 10 km.*

Como la ubicación del PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) se encuentra dentro de una zona en Red Natura 2000 y excavación del túnel da lugar a un excedente de material inerte se incluye el subapartado 1º aunque a priori el Proyecto propone emplear el material excedente para la restauración de una parte de una explotación minera que está fuera de los límites del espacio protegido Red Natura 2000. Por lo que se considera que la obra civil a diseñar no cumple el apartado 7.1.a), 7.1.c) ni 7.1.d). El cumplimiento del apartado 7.1.b) es a consideración del órgano ambiental que debe decidirlo en función de unos criterios reglados.

Teniendo en cuenta que la ubicación del Proyecto está en una zona de la Red Natura 2000 y que se trata de una instalación de conducción de agua se incluye el subapartado 13º aunque se observa que el Proyecto no supera la longitud de 10 km (la longitud no llega a 9 km). Por lo que se considera que la obra civil a diseñar no cumple el apartado 7.1.a), 7.1.c) ni 7.1.d). El cumplimiento del apartado 7.1.b) es a consideración del órgano ambiental que debe decidirlo en función de unos criterios reglados.

Con respecto al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental Simplificada (EIAS) el apartado 2 del artículo 7 de la Ley indica:

> *2. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada:*
>
> *a) Los proyectos comprendidos en el anexo II.*
>
> *b) Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000*
>
> *c) Cualquier modificación de las características de un proyecto del anexo I o del anexo II, distinta de las modificaciones descritas en el artículo 7.1.c) ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución, que pueda tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Se entenderá que esta modificación puede tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente cuando suponga:*
>
> *1º Un incremento significativo de las emisiones a la atmósfera.*
>
> *2º Un incremento significativo de los vertidos o cauces públicos o al litoral.*
>
> *3º Incremento significativo de la generación de residuos.*
>
> *4º Un incremento significativo en la utilización de recursos naturales.*
>
> *5º Una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000.*
>
> *6º Una afección significativa al patrimonio cultural.*
>
> *d) Los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo II mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.*
>
> *e) Los proyectos del anexo I que sirven exclusiva o principalmente para desarrollar o ensayar nuevos métodos o productos, siempre que la duración del proyecto no sea superior a dos años.*

Si se revisa el Anexo II, en relación al Grupo 8. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua, se contemplan:

> *<u>Grupo 8. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua.</u>*
>
> *[…]*
>
> *f) Instalaciones de conducción de agua a larga distancia con un diámetro de más de 800 mm y una longitud superior a 40 km (proyectos no incluidos en el anexo I).*
>
> *[…]*

Como las obras definidas en el Proyecto no cumplen la condición de longitud ya que ésta es inferior a 9 km, se considera que a la obra civil a diseñar no le aplica el apartado 7.2.a), 7.2.d) ni 7.2.e).

Sin embargo, se observa que sí son de aplicación los apartados 7.2.b) y/o 7.2.c) ya que el ámbito territorial del PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) está, parcialmente, incluido dentro de un Espacio Protegido Red Natura 2000 y las obras podrían afectarlo directa o indirectamente. Por una razón similar podría aplicarse el apartado c) ya que las obras a ejecutar podrían tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente al suponer una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000 y un incremento significativo de la generación de residuos (a causa del movimiento de tierras previsto al construir el túnel).

Los usos no se comprometen con este proyecto, sino en su caso con las determinaciones que pueda recoger el plan hidrológico de la Demarcación del Tinto, Odiel y Piedras, que son las que podrían afectar a masas de agua. Aunque se aumenta la capacidad no está previsto incrementar el volumen trasvasado. Si en el futuro fuera el caso, tendría que abordarse en otros instrumentos sujetos a evaluación ambiental estratégica independiente.

**Se considera por tanto que este proyecto debe de someterse a evaluación ambiental simplificada por aplicación del subapartado b) del apartado 2 del artículo 7 de la Ley de evaluación ambiental, y por el subapartado c) del referido apartado 2, al tratarse de una modificación de las características de un proyecto del anexo II que puede causar un aumento significativo en la generación de residuos, en la utilización de recursos naturales y afectar a espacios Red Natura 2000.**

## 11.3. OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 11.3.1. Objetivos del proyecto

El actual túnel de San Silvestre tiene una capacidad de transporte máxima que no sobrepasa los 10 m3/s, sin embargo la capacidad de transporte y bombeo de los elementos del sistema ubicados aguas arriba (bombeos del complejo de Chanza y canal de El Granado) es de 20 m3/s. Esto hace que se produzca una limitación de la capacidad en este punto.

El objeto del proyecto es construir un segundo túnel, paralelo al existente, con una capacidad que permita el paso de, al menos, un caudal de 20 m3/s.

Con esta ampliación se consigue tanto optimizar las infraestructuras de transporte de agua como hacer frente con seguridad a la demanda de agua en alta, tanto actual como futura, que se le exige a la Demarcación Hidrográfica Tinto Odiel y Piedras (DHTOP).

### 11.3.2. Descripción de las características del proyecto

La obra se ubica en la comarca del Andévalo, surcando la zona en dirección noroeste-sureste por los municipios de Sanlúcar de Guadiana, El Granado y Villanueva de los Castillejos y atraviesa terrenos pertenecientes a la Red Natura 2000, en concreto, el ZEC "Andévalo Occidental", espacio de dehesas de encinas y alcornoques y considerado una zona importante para la conectividad de espacios naturales y con valores ecológicos.

El túnel de San silvestre es una infraestructura que forma parte del sistema de transporte a agua en alta de la DHTOP, que partiendo de la presa del Andévalo lleva el recurso hasta el Condado de Huelva. Aunque el sistema está dimensionado para transportar un caudal teórico de 20 $m^3$/s, en el túnel actual tan solo es posible el paso máximo de 10 $m^3$/s, lo que provoca una disminución de la capacidad del sistema, ante esta situación se proyecta desdoblar el túnel existente, al objeto de adaptar la capacidad del tramo del túnel de San Silvestre a la del resto de la infraestructura del sistema de transporte de agua en alta de la DHTOP, establecida en 20 $m^3$/s, para poder hacer frente al incremento de demanda.

## 11.4. EXAMEN DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO

El principal problema que se pretende resolver mediante la ejecución de estas obras es la eliminación de la limitación de capacidad de transporte de recursos que supone el actual túnel de San Silvestre, pues su actual diseño no es capaz de asumir los 20 $m^3$/s que el sistema de abastecimiento de agua en alta en la Demarcación Hidrográfica Tinto, Odiel y Piedras es capaz de llevar hasta él, admitiendo un máximo de 10 $m^3$/s.

Se plantean tres posibles alternativas para abordar el problema señalado:

- Alternativa 0: No ejecutar el proyecto.
- Alternativa 1: Ejecutar un canal abierto previa impulsión.
- Alternativa 2: Desdoblar el túnel actual. Ejecutar un nuevo túnel.

Se procede a evaluar de modo preliminar las alternativas a considerar (no ejecución, canal abierto o túnel) y se concluye que la ejecución mediante túnel es la más ventajosa, como se refleja en la tabla siguiente (a mayor número de * más ventajoso):

| FACTORES | ALTERNATIVA 0 No ejecutar | ALTERNATIVA 1 Canal abierto | ALTERNATIVA 2 Túnel |
|---|---|---|---|
| Económicos | * | ** | **** |
| Ambientales | * | ** | **** |
| Sociales | * | ** | **** |
| De Explotación | * | ** | **** |

**Tabla 11-1. Tabla resumen de los factores a evaluar para las alternativas del proyecto a considerar**

Como se puede observar en la tabla anterior, en la que se asignan mayor número de asteriscos al mayor nivel de valoración**, la alternativa 2 (desdoblar el túnel existente) es la mejor valorada.**

## 11.5. SELECCIÓN PREVIA DE LAS ALTERNATIVAS A DESARROLLAR

Así, teniendo en cuenta los criterios y objetivos del proyecto, se proponen diversas alternativas planteando variabilidad en cuanto a capacidad y método constructivo del túnel. Dependiendo de estos tres factores:

- Trazado en planta: manteniendo la traza de la conducción existente, se estudian dos posibles soluciones, al Este y Oeste de la infraestructura existente. Las dos alternativas de trazado discurren paralelas al trazado del túnel existente a una distancia de 30 m entre ejes, distancia que no ofrece riesgo alguno, tanto de afección al túnel existente, como de descalce de las estructuras de emboquille. Se considera, con carácter general, y a falta de los cálculos posteriores que confirmen esta hipótesis, que no se produce afección entre tubos paralelos, con una distancia entre hastiales mayor a cinco veces el diámetro de los mismos, por tanto, con la distancia elegida, la seguridad estructural del túnel existente, queda garantizada.
- Capacidad hidráulica: se definen dos soluciones, con capacidad de 10 y 20 $m^3$/s cada una de ellas.
- Método constructivo del túnel: mediante métodos convencionales y con tuneladora. En el apartado siguiente se describen otros posibles métodos constructivos y se estudian en detalle los citados por considerar que son los más adecuados para este trabajo.

Combinando estas soluciones se consideran las ocho alternativas siguientes:

- Alternativa Este, método convencional y caudal 10 $m^3$/s.
- Alternativa Este, tuneladora de Doble-Escudo y caudal de 10 $m^3$/s.
- Alternativa Este, método convencional y caudal 20 $m^3$/s.
- Alternativa Este, tuneladora de Doble-Escudo y caudal de 20 $m^3$/s.
- Alternativa Oeste, método convencional y caudal 10 $m^3$/s.
- Alternativa Oeste, tuneladora de Doble-Escudo y caudal de 10 $m^3$/s.
- Alternativa Oeste, método convencional y caudal 20 $m^3$/s.
- Alternativa Oeste, tuneladora de Doble-Escudo y caudal de 20 $m^3$/s.

Del análisis multicriterio se desprende que las alternativas más adecuadas son las del trazado Este, ejecutadas con tuneladora de Doble-Escudo, para 10 y 20 $m^3/s$. A continuación se van a analizar comparativamente ambas para poder seleccionar la alternativa a desarrollar en proyecto.

| ANÁLISIS MULTICRITERIO SIMPLIFICADO. MÉTODO DE PATTERN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ALTERNATIVA | FRECUENCIA | | | PORCENTAJE | | | PUNTUACIÓN |
| | ÓPTIMA | SEGUNDA | TERCERA | ÓPTIMA | SEGUNDA | TERCERA | |
| ET10 | 82 | 33 | 11 | 0,651 | 0,262 | 0,087 | 102 |
| EC10 | 0 | 6 | 44 | 0,000 | 0,048 | 0,349 | 18 |
| ET20 | 41 | 59 | 26 | 0,325 | 0,468 | 0,206 | 79 |
| EC20 | 0 | 10 | 12 | 0,000 | 0,079 | 0,095 | 9 |
| OT10 | 3 | 18 | 33 | 0,024 | 0,143 | 0,262 | 23 |
| OC10 | 0 | 0 | 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0 |
| OT20 | 0 | 0 | 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0 |
| OC20 | 0 | 0 | 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0 |

**Tabla 11-2. Resumen del análisis multicriterio de valoración de las alternativas del proyecto.**

Estas dos alternativas estaban definidas en la totalidad paralelas y al Este de la conducción existente, lo que permite el mantenimiento del servicio durante la fase de construcción.

Se recuerda que en las alternativas Oeste, en el canal de salida, debido a unos edificios existentes se limita la ampliación de la plataforma hacia al Oeste, por lo que se opta por la ampliación del canal existente, lo que requiere interrupción prolongada del servicio durante la construcción.

Según las conclusiones del apartado 4.2.6 de este DA, el procedimiento constructivo más adecuado para este trabajo, por coste, seguridad, plazo, etc. es la tuneladora de Doble-Escudo para un caudal de 20 $m^3/s$.

La alternativa de menor capacidad tiene más puntuación que la de mayor capacidad debido fundamentalmente al impacto negativo que genera el mayor volumen de materiales inertes y al mayor presupuesto, puesto que desde el punto de vista de afecciones y expropiaciones ambas se comportan de igual forma. La diferencia económica resultante entre ambas opciones, no es muy significativa del orden de un 10%, si bien el incremento de la capacidad es del 100%.

La sección con capacidad de transporte de 20 $m^3/s$ ofrece grandes ventajas en cuanto a la operatividad de las instalaciones y garantía de suministro, puesto que no exige la utilización diaria del túnel existente, que por su parte, pudiera utilizarse para dar servicio en caso de corte por reparación y mantenimiento del nuevo túnel.

Por todo lo analizado se considera que la **alternativa más ventajosa es la propuesta al Este para un caudal de 20 $m^3/s$ y con ejecución del túnel mediante tuneladora con Doble-Escudo**.

## 11.6. INVENTARIO AMBIENTAL

| | |
|---|---|
| **Clima** | Mediterráneo continental atenuado. |
| **Geología** | Región sub portuguesa en la banda meridional de la faja pirítica. |
| **Suelos** | Unidades 5, 31 y 37. |
| **Calidad del aire** | Media, pues existe la influencia de la carretera A-499 por lo que se producen ruidos. |
| **Hidrología** | Dentro de la cuenca del Guadiana, el Proyecto atraviesa la divisoria entre dos subcuencas, la del río Guadiana y la del río Piedras. |
| **Vegetación** | Dehesa abierta en el túnel de entrada, mientras que en el de salida está muy antropizado y cultivo de olivar intensivo. |
| **Fauna** | Zona de expansión de especies de interés: lince, águila imperial, águila real, junto con presencia de especies cinegéticas de caza mayor. |
| **Paisaje** | Dehesa (bosque mediterráneo de quercíneas, aclarado por el hombre y aprovechado para explotación en extensividad) |
| **Patrimonio histórico** | No existen BIC en la zona de la obra. |
| **Vías pecuarias** | Existencia de la Colada de la Espada. |
| **Medio socio económico** | La principal actividad es la agricultura. Población en regresión. |
| **Espacios protegidos** | Las obras se desarrollan sobre la ZEC “Andévalo Occidental” |

**Tabla 11-3. Descripción de los factores ambientales**

## 11.7. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE EFECTOS

Para la determinación de los factores ambientales que se ven influidos por el proyecto, se procede a identificar, describir y caracterizar los efectos sobre los aspectos ambientales potencialmente afectables:

- Población (usos del suelo, Plan General de Ordenación Urbana, expropiaciones, servicios afectados, cortes de tráfico)
- Salud humana
- Flora: cubierta vegetal -distribución y estructura-; especies, especies protegidas
- Fauna: especies, especies protegidas

- Biodiversidad (especies de interés, hábitats de interés, espacios protegidos)
- Suelo
- Atmósfera (aire -calidad-, ruidos, vibraciones, emisiones de gases y partículas y olores)
- Agua: sistema hidrológico (régimen de caudales; calidad y cantidad; masas de agua)
- Clima
- Cambio climático
- Paisaje
- Patrimonio cultural
- Vías pecuarias

A continuación se describen los efectos identificados anteriormente, y se procede a su caracterización según los siguientes parámetros para cada una de las fases del proyecto:

- signo (SIG): positivo (+)/negativo (-)
- efecto (EFE): directo/indirecto
- acumulación (ACU): acumulativo/simple
- sinergia (SIN): sinérgico/no sinérgico
- permanencia (PER): permanente/temporal
- intensidad (INT): alta/media/baja
- extensión (EXT): extenso/parcial/puntual
- momento (MOM): corto plazo/medio/largo

Se jerarquizan los efectos ambientales, identificados y valorados, para conocer su importancia relativa, y se clasifican los impactos ambientales compatibles, moderados, severos y críticos que se prevén, como consecuencia de la ejecución de cada fase del proyecto.

### 11.8. MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

En este apartado se listan las medidas previstas para prevenir y corregir los efectos adversos significativos identificados en los apartados anteriores para la alternativa de proyecto sobre el medio ambiente.

| ASPECTO AMBIENTAL | MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS |
|---|---|
| **Flora** | - Evitar la alteración de la vegetación de mayor valor ecológico.<br>- Revegetación de los taludes de las bocas de entrada y salida del túnel mediante la realización de una hidrosiembra.<br>- Revegetación de los falsos túneles de las bocas de entrada y salida del túnel.<br>- Revegetación de otras superficies afectadas por las obras, tales como zonas de acopio de inertes y área de instalaciones provisionales mediante plantación y siembra de árboles y arbustos de especies autóctonas.<br>- Reducción del número de pies de planta afectados al estrictamente necesario, conservando los ejemplares de mayor valor.<br>- Protección activa de ejemplares que puedan ser dañados por el tránsito de la maquinaria o cualquier otra circunstancia.<br>- Prohibición de circulación de maquinaria fuera de la zona directamente afectada por las obras, evitándose de esta manera afectar a la vegetación localizada fuera del área de influencia.<br>- En la zona de instalaciones auxiliares se extenderá una capa de tierra vegetal con objeto de que la finca, dedicada actualmente al cultivo del olivar, pueda continuar con dicho uso. |
| **Fauna** | - Se ejecutará cercado en las entradas y salidas para evitar accidentes con la fauna.<br>- La programación del as obras se adecuará a los periodos de menor incidencia sobre la fauna silvestre.<br>- Se construirán escalas que permitan la salida de animales en caso de intrusión en el canal.<br>- Se evitará en lo posible la afección a nidos y madrigueras que sirven para refugio y nidificación de la fauna |
| **Suelo** | - Reducir en la medida de lo posible movimientos de tierras innecesarios<br>- Recuperación de zonas de ocupación temporal mediante el acondicionamiento de perfiles, el aporte de tierras naturales no inertes excedentarias y, en su caso, la regeneración de la cubierta vegetal más adecuada.<br>- Descompactación de zonas ocupadas durante la obra |
| **Geodiversidad** | - Restauración de instalaciones auxiliares con excedentes procedentes de la excavación del túnel<br>- Limpieza de residuos y eliminación de escombros<br>- Los acopios y depósitos temporales de materiales se realizarán en zonas cuya cuenca visual sea mínima |

| ASPECTO AMBIENTAL | MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS |
|---|---|
| | - Acondicionamiento de perfiles, el aporte de tierras naturales no inertes excedentarias y, en su caso, la regeneración de la cubierta vegetal más adecuada. |
| **Atmósfera** | - Riego frecuente de las zonas de obras en las que se produzca movimiento de maquinaria o vehículos para evitar que se levanten partículas sólidas.<br>- Cubrimiento con mallas de las cajas de transporte de tierras, con objeto de minimizar las emisiones contaminantes en sus movimientos por el área de actuación. Además, se procurará el correcto mantenimiento de la maquinaria de obra para disminuir así, en la medida de lo posible, la emisión de gases contaminantes.<br>- Construcción de plataformas de limpieza de ruedas antes de la conexión a las vías asfaltadas, para evitar formar barro y polvo en las mismas.<br>- Se evitarán las incineraciones del material sobrante de las obras y cualquier otra emisión de gases que perjudique a la atmósfera.<br>- Las emisiones acústicas de la maquinaria serán controladas para que no sobrepasen los niveles límites máximos de ruido permitidos en la normativa vigente.<br>- Los acopios de materiales en caballones, se ubicarán, cuando las condiciones de la obra lo permitan, en disposición perimetral a aquellas actuaciones con mayor generación de ruido, de tal manera que mejoren la protección acústica del entorno. |
| **Sistema hidrológico** | - Balsa de decantación en instalaciones auxiliares<br>- Drenaje transversal de cauces interceptados por caminos proyectados<br>- Durante la ejecución de las obras el Contratista habrá de evitar la dispersión o vertido de residuos o sobrantes en las áreas no previstas para ello.<br>En el caso de producirse vertidos accidentales, estos derrames serán recogidos restituyendo el medio afectado a su estado original |
| **Paisaje** | - Las pendientes de los taludes serán las adecuadas para que se facilite la revegetación y se evite la aparición de fenómenos erosivos.<br>- Se procederá en toda la obra a la adecuada remodelación topográfica, aporte de tierra vegetal, hidrosiembra de especies herbáceas y de matorral y plantación de especies arbustivas y arbóreas, especialmente en los taludes y márgenes, así como en otras superficies afectadas.<br>- Los acopios y depósitos temporales de materiales se realizarán en zonas cuya cuenca visual sea mínima |
| **Patrimonio cultural** | - Si durante la ejecución de las obras se encontraran hallazgos arqueológicos, se protegerán los objetos hallados y se dará aviso inmediato a la Delegación Provincial de la Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico en Huelva, con objeto de que ésta adopte las medidas oportunas |
| **Medio socioeconómico** | - Se procederá a la señalización adecuada de las obras, así como los plazos de ejecución, fechas de inicio y final, vallado, así como indicación de las zonas de paso de vehículos pesados y posibles desvíos temporales.<br>- Se deberá evitar el paso de los vehículos pesados por áreas urbanas, a fin de evitar posibles accidentes, grandes molestias y perturbaciones del tráfico en éstas áreas. |

### 11.9. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

En el punto 9 se incluye un Plan de Vigilancia Ambiental con objeto de controlar y asegurar la correcta ejecución de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias previstas, éste tiene una duración de dos años tras la finalización de la obras.

El Programa de Vigilancia Ambiental se desarrollará en tres fases diferenciadas:

<u>Fase I: Previa a la ejecución de las obras</u>

El establecimiento de una vigilancia en esta etapa se plantea con carácter preventivo, con el fin de evitar la aparición de afecciones en las etapas posteriores de ejecución de las obras y de explotación de las mismas. En esta fase se llevarán a cabo las siguientes actuaciones:

- Control del replanteo y jalonamiento

<u>Fase II: Durante la ejecución de las obras</u>

La fase de obras es, en este proyecto, la etapa principal en la que se debe realizar el seguimiento ambiental con mayor rigor. Por este motivo, deben detallarse al máximo los procesos y acciones a realizar. El seguimiento de este período se llevará a cabo en coordinación con el organismo ambiental competente de la Administración.

Entre las actuaciones concretas cabe destacar:

- Control de la emisión de polvo y partículas
- Control de los niveles acústicos de la maquinaria y de las obras.
- Seguimiento de la calidad de las aguas superficiales.
- Seguimiento y vigilancia de los cauces. Continuidad.

- Seguimiento de residuos
- Control de la alteración y compactación de suelos
- Vigilancia de la erosión de suelos
- Seguimiento de la estabilidad de laderas y taludes
- Vigilancia y protección de especies de flora singulares
- Seguimiento de medidas de restauración de la cubierta vegetal. Control de retirada, acopio y extensión de tierra vegetal
- Seguimiento de medidas de restauración de la cubierta vegetal. Control de rechazos en la tierra vegetal
- Seguimiento de medidas de restauración de la cubierta vegetal. Control de plantaciones
- Control de la afección a la fauna: fauna terrestre y avifauna
- Control de la afección a la fauna fluvial
- Control de la eliminación directa de individuos
- Vigilancia del mantenimiento de la permeabilidad territorial
- Seguimiento de la incidencia visual de las obras
- Ubicación y explotación de zonas de acopios
- Control de accesos temporales y desvíos
- Control del movimiento de maquinaria
- Desmantelamiento de instalaciones y limpieza y restauración de la zona de obras

Fase III: Durante la explotación de la infraestructura

Este es el período en el que se pueden cuantificar adecuadamente los impactos que provocará la obra tras la aplicación de las medidas correctoras (impactos residuales) y, especialmente, porque permitirá detectar las afecciones no previstas inicialmente. Como resultado de esta tercera fase de seguimiento, de ser necesario, se adoptarán las medidas correctoras complementarias que sirvan para minimizar definitivamente los impactos ambientales que se detecten.

Esta fase del P.V.A. no tiene una limitación temporal, ya que debe considerarse como un elemento más del mantenimiento ordinario de las obras y deberá ser asumida por el Organismo responsable.

Las actuaciones que necesariamente han de realizarse en esta fase del P.V.A., que se llevarán a cabo durante un período mínimo de 2 años a partir del Acta de Recepción de las Obras, son las siguientes:

- Seguimiento de la efectividad de las medidas de restauración de la cubierta vegetal.
- Seguimiento de plantaciones. Seguimiento de medidas de restauración de la cubierta vegetal
- Seguimiento de la estabilidad de laderas y taludes
- Seguimiento de medidas de protección de la fauna.

**Informes**

En este apartado se determina el contenido mínimo de los informes a elaborar en el marco del PVA. Dichos informes serán redactados por la Dirección General del Agua y remitidos a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.

Informes de cada campaña

De cada inspección se levantará un informe, acompañado de un reportaje fotográfico y croquis de localización con la situación analizada y propuesta de acciones de recuperación en caso necesario. Debe incluir una valoración de la validez del propio método de control.

Estos informes se realizarán para cada una de las tres campañas o fases de realización del proyecto (campaña previa o “0”, fase de obras y fase de explotación) en la que se identificará la situación actual y las áreas, elementos o especies a observar.

Informe en la Fase II. Ejecución de las obras

- Informe de comunicación del Acta de comprobación del replanteo
- Informes sobre la zona afectada
- Informes sobre condiciones generales de la Obra
- Informe sobre las actuaciones relativas a la protección del sistema hidrológico e hidrogeológico
- Informe sobre medidas de protección de la fauna
- Informe sobre los estudios específicos para la elección del emplazamiento de zonas de instalaciones auxiliares
- Informe sobre las actuaciones realmente ejecutadas relativas a la recuperación ambiental e integración paisajística de la obra

Informes en la Fase III. Explotación de las obras

Anualmente y durante los dos años siguientes a partir de la emisión del Acta de Recepción de las obras se elaborarán los siguientes informes:

- Informe sobre el estado y progreso de las áreas en recuperación
- Informes especiales
- Informe final

  Al término de los dos años de inspección se redactará un informe, a partir del cual se darán indicaciones sobre la necesidad o conveniencia de prolongación del período de vigilancia y control, incluyendo en caso afirmativo los ámbitos a vigilar, la frecuencia de las inspecciones futuras y los parámetros a vigilar.

  Del examen de toda la documentación así generada, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental podrá decidir acerca de modificaciones en las actuaciones previstas.

- Manual de buenas prácticas medioambientales

  El contratista presentará al equipo de vigilancia antes del comienzo de la obra un Manual de Buenas Prácticas Medioambientales que deberá ser conocido por todo el personal involucrado en la obra, y que contemplará todas las medidas de carácter general tomadas por la Dirección de Obra para evitar impactos durante la misma.

## 11.10. VULNERABILIDAD DEL PROYECTO

El DA desarrolla un análisis de efectos derivados de la vulnerabilidad del PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) (Huelva) ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes. Se identifican las siguientes zonas de riesgo fuentes de peligro, accidentes o catástrofes y los efectos previsibles:

| ZONA DE RIESGO | FUENTES DE PELIGRO DEL ACCIDENTE O CATÁSTROFE | ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE (SUCESO INICIADOR) | EFECTOS PREVISIBLES SOBRE FACTORES AMBIENTALES A CAUSA DE ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE |
|---|---|---|---|
| Canales y emboquilles de entrada y salida al túnel | Caída de rocas<br>Deslizamiento de taludes<br>Aguas residuales<br>Evento meteorológico adverso | Caída de rocas en las zonas de afloramiento rocoso previstas a desmontar<br>Vertido de aguas residuales en vaguadas<br>Desbordamiento<br>Inundación<br>Corte de suministro que dañan los sistemas de regulación | Daños en bienes, personas y medio ambiente<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna del entorno de la instalación<br>Alteración de los aprovechamientos aguas abajo<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna asociadas al entorno<br>Alteración de EPRN2000 |
| Túnel | Terremoto<br>Derrumbes y caídas del revestimiento<br>Filtración | Daños a bienes o personas en el interior de los túneles<br>Terremoto | Daños en bienes, personas y medio ambiente<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna asociadas al entorno |
| Instalaciones eléctricas y mecánicas | Electricidad<br>Fuego | Explosión<br>Incendio en las instalaciones<br>Incendio fuera de las instalaciones<br>Inundación<br>Terremoto<br>Cortes eléctricos | Daños en bienes, personas y medio ambiente<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna asociadas al entorno<br>Alteración de EPRN2000 |
| Caminos de acceso e instalaciones auxiliares | Fuego<br>Caída de rocas<br>Deslizamiento de taludes<br>Evento meteorológico adverso | Incendio generado por interacción de maquinaria de obra con el terreno o los combustibles forestales<br>Incendio generado por causas ajenas a la obra<br>Caída de rocas en las zonas de afloramiento rocoso previstas a desmontar<br>Daños a causa de lluvias y drenaje de vaguadas en la propia obra o en parcelas anexas por efecto barrera<br>Arrastre de partículas sólidas hacia las vaguadas | Daños en bienes, personas y medio ambiente<br>Variación en el estado de conservación de las especies de flora y fauna del entorno de la instalación<br>Alteración de EPRN2000 |

**Tabla 11-4. Tabla resumen del análisis de vulnerabilidad a accidentes graves o catástrofes**

## 11.11. ESPACIOS RED NATURA 2000

Por último, el punto 12 descrito a continuación, desarrolla el estudio específico de afecciones a la red ecológica europea Natura 2000, pues las obras se ubican en terrenos pertenecientes a la ZEC “Andévalo Occidental”, que destaca por:

- Valores ambientales por la presencia de flora y fauna relevante.
- Presencia de 12 Hábitats de interés comunitario.
- Prioridades de conservación: debido a presencia de procesos ecológicos relacionados tanto con la participación de terrenos de la ZEC como con el ámbito territorial de planes de conservación y recuperación de especies, especialmente aves territoriales y aves esteparias, como por la función de conectividad con otros espacios de la Red Natura 2000.

Se analizan los impactos de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre a los valores de la ZEC, resultado que afecta a tan solo 2 de los 12 HIC, estos son:

- 6310 Dehesas perennifolias de *Quercus spp*. Hábitat de Interés Comunitario no prioritario.
- 92D0-0 Adelfares y tarajales (*Nerio-Tamaricetea*). Hábitat de Interés Comunitario no prioritario.

Incluye el solape de los ámbitos territoriales de Planes de Conservación y Recuperación de especies y la traza del túnel de San Silvestre, resultando afectado por las obras estos planes:

- Plan de Conservación y Recuperación del lince ibérico.
- Planes de Conservación del Águila imperial.
- Planes de Conservación y Recuperación de aves necrófagas, buitre negro.
- Plan de Conservación de helechos.

Además se describen las afecciones a los valores de conectividad de la ZEC como corredores ecológico (terrestre y acuático) que la obra de construcción del nuevo túnel pudiera causar.

Debido a las peculiaridades de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre:

- La solución aplicada a los caminos de acceso pasa por hacer coincidir su traza con caminos preexistentes prolongarlos solo el mínimo necesario para poder acceder a los canales de entrada y salida.
- El área de instalaciones auxiliares que actualmente está alterada al ser olivar en regadío, una vez finalice la obra será restaurada con vegetación autóctona, por lo que recuperará su función ecológica y facilitará una mayor conectividad.
- La implantación de medidas de prevención y correctoras aseguradas por el programa de vigilancia ambiental minimizarán los impactos.
- No se prevén impactos graves en la fauna cinegética, dado que con la construcción del túnel se evita el efecto barrera que otro tipo de infraestructura para transporte de agua (tipo canal) provoca.
- Mínima ocupación de terrenos, tan solo las bocas de entrada y salida, caminos de acceso y área de instalaciones auxiliares.

Se pone de manifiesto que la ejecución de la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre no provoca efectos importantes sobre los valores de la ZEC.

# 12. ESTUDIO ESPECÍFICO DE AFECCIONES A LA RED ECOLÓGICA EUROPEA NATURA 2000

La obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre se proyecta en terrenos pertenecientes a la Red Natura 2000, en concreto a la Zona de Especial Conservación “ZEC Andévalo Occidental”, por lo que conforme a lo estipulado en anexo III del Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la Autorización Ambiental Unificada, se hace obligatorio que el DA contenga estudio específico de afecciones es este ENP (se trata con mayor detalle en el apéndice nº8 adjunto).

Para la evaluación de la afección del proyecto sobre la Red Natura 2000, se ha usado como referencia el documento “RECOMENDACIONES SOBRE LA INFORMACIÓN NECESARIA PARA INCLUIR UNA EVALUACIÓN ADECUADA DE REPERCUSIONES DE PROYECTOS SOBRE RED NATURA 2000 EN LOS DOCUMENTOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA A.G.E. GUÍA DESTINADA A PROMOTORES DE PROYECTOS/CONSULTORES”, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

También se ha usado:

- Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación de Andévalo Occidental, contenido en el anexo IV de la Orden de 19 marzo de 2015.
- Estudio de Valores Ambientales de la ZEC Andévalo Occidental (ES6150010) publicado en diciembre de 2015 por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía.

En ambos se destacan los aspectos y valores ambientales más importantes de la ZEC, por lo que la metodología empleada para analizar las afecciones se basa en estudiar de forma específica de las afecciones que la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre podrían ocasionar en los terrenos de la ZEC Andévalo Occidental.

## 12.1. UBICACIÓN DE LAS OBRAS Y ZEC ANDÉVALO OCCIDENTAL

Las obras se encuentran ubicadas en un espacio protegido de la Red Natura 2000 “Andévalo Occidental (ES6150010)”, que motivó, en primer lugar, su inclusión en la lista de Lugares de Importancia Comunitaria (en adelante LIC) de la Región Biogeográfica Mediterránea, y su posteriormente su declaración como Zona Especial de Conservación (en adelante, ZEC).

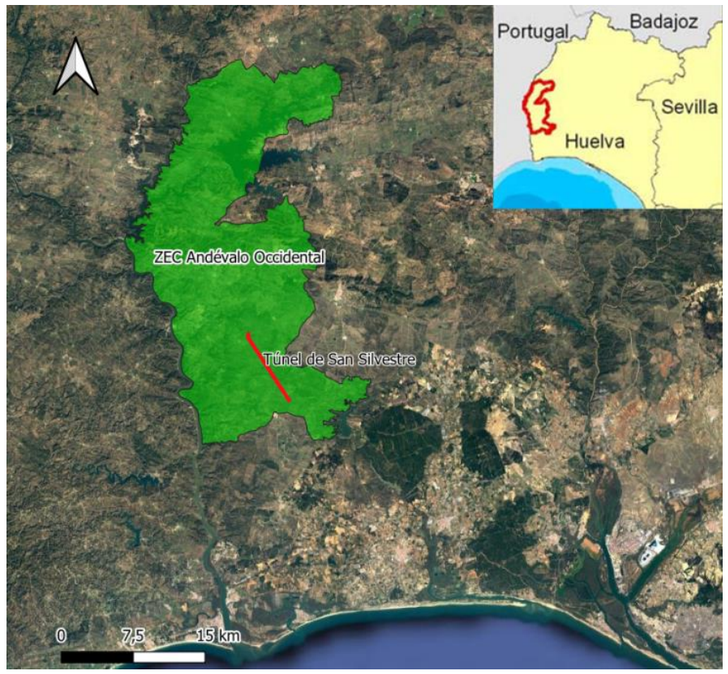



**Ilustración 71. Ubicación túnel respecto a ZEC Andévalo Occidental. Elaboración propia**

Este espacio, ocupa una superficie aproximada de 52.981 Ha y se sitúa en la parte más occidental de la provincia de Huelva y limitando con Portugal. Geográficamente, este espacio se ubica en los 37º 30’ 15’’ de latitud Norte y los 07º 24’ 15’’ de longitud Oeste, a una altitud entre los 20 º 323 msnm.

La ZEC Andévalo Occidental fue incluida en la lista de LIC de la Región Biogeográfica Mediterránea como paso previo a su declaración como ZEC por medio del Decreto 2/2015 de 13 de enero .Posteriormente mediante la Orden de 19 marzo de 2015, se aprobó, entre otros, el Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación de Andévalo Occidental (ES6150010).

### 12.2. APROVECHAMIENTOS

El Andévalo Occidental es un espacio tradicionalmente minero, forestal y ganadero, cuya vocación viene definida por una elevada pendiente media (superior al 15%) y unos suelos muy pobres, esta pobreza edáfica es el principal factor limitante para la actividad agrícola las cuales se encuentran muy localizadas

Gran parte de la superficie del espacio se encuentra ocupada por dehesas, explotaciones forestales y por un monte mediterráneo que presenta la morfología de maquis, con inmensos campos de jaras que determinan su explotación forestal y ganadera tradicional, basada en la explotación extensiva de porcino y de ovino. La cabaña ovina ha prevalecido en el espacio, pastando en los extensos latifundios andevaleños.

Con las salvedades del dominio público hidráulico de los embalses y la zona de seguridad de los núcleos urbanos, la práctica totalidad del territorio corresponde a terrenos cinegéticos. En total hay 79 cotos de caza en la ZEC Andévalo Occidental, todos ellos privados destacando como municipios eminentemente cinegéticos El Granado, San Silvestre y Paymogo.

La caza mayor supone dos terceras partes de los aprovechamientos cinegéticos primarios correspondiendo a la caza menor el tercio restante, aunque en la práctica totalidad de los terrenos cinegéticos se desarrolla caza menor. En esta destaca la perdiz roja (*Alectoris rufa*), seguida por especies como la liebre (*Lepus europeus)*, el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), la paloma torcaz (*Columba palumbus*), la tórtola (*Streptopelia turtur*), etc. Entre las especies de caza mayor se encuentra el ciervo (*Cervus elaphus*) y el jabalí (*Sus scrofa*).

Acercándonos al ámbito del PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA), nos encontramos:

- Boca de entrada: zona de dehesa dedicada a la explotación cinegética y colindante con la Finca los Millares, dedicada principalmente a caza mayor de ciervo (*Cervus elaphus*), gamos (*Dama dama*) y jabalí (*Sus scrofa*).
- Boca de salida está más antropizada con instalaciones de riego, explotación olivo en regadío y una pequeña afección a dehesa.
- El resto de la traza se encuentra con dehesa con aprovechamiento cinegético y ganadero, si bien el túnel está bajo tierra por lo que no afecta a la superficie que atraviesa.

Al analizar los efectos que producirá el proyecto de construcción del nuevo túnel sobre los aprovechamientos actuales, estos serán de poca magnitud pues:

- La mayor parte de las obras son soterradas y solo una de las bocas ocupa una pequeña superficie de dehesas, cuya afección queda minimizada por las medidas preventivas y correctoras que aparecen en el punto 8 de este DA.
- No se prevén impactos graves en la fauna cinegética, dado que con la construcción del túnel se evita el efecto barrera que otro tipo de infraestructura para transporte de agua (tipo canal) provoca.
- Las medidas preventivas y correctoras previstas, y en especial las destinadas a evitar la generación de ruidos y la adecuación de las fechas a los ciclos biológicos de la fauna cinegéticas, minimizarán los impactos sobre la fauna cinegética (principal aprovechamiento de la boca de entrada).

- Sí existirá impacto sobre la zona agrícola de olivar en regadío donde se asentará el área de instalaciones auxiliares, la cual desaparece como explotación y será restaurada con especies de flora autóctona. Si bien este impacto sobre el aprovechamiento agrícola sobre el total de la comarca se puede considerar muy bajo al eliminarse tan solo 35.000 $m^2$ de cultivo.
- No existe impacto sobre actividad minera.

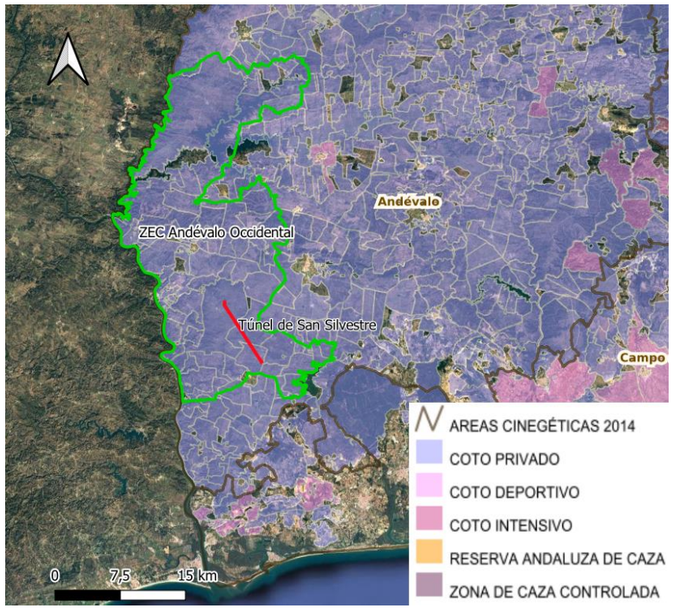



**Ilustración 72. Terrenos cinegéticos en la ZEC Andévalo Occidental, la línea roja representa el túnel de San Silvestre). Fuente: Rediam. Junta de Andalucía.**

## 12.3. USO PÚBLICO

En el uso público de la ZEC Andévalo Occidental se concentra en:

Vía Verde del Guadiana, entre La Isabel y el Puerto de la Laja. Inaugurada dentro de las iniciativas marco Vías Verdes en 2001. Aunque el proyecto inicialmente contemplaba la recuperación de todo el trazado entre Puerto de la Laja y Las Herrerías, por el momento solo han sido dotados y están en servicio los 17 km que discurren entre Minas de La Isabel y Puerto de La Laja. La Vía del Guadiana está perfectamente señalizada, dotada de paneles explicativos sobre el ferrocarril y su entorno y acondicionada; se puede recorrer a pie, a caballo, en bicicleta y en silla de ruedas.

- Ruta Cultural Ingenios del Aire de la Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico. Une los núcleos urbanos de La Puebla de Guzmán, El Almendro y El Granado.
- Romería Nuestra Señora de Piedras Albas (El Almendro) desde El Almendro y Villanueva de los Castillejos hasta la Ermita situada en el paraje Prado de Osma. La romería se celebra por regla general en el mes de abril.
- Red de vías pecuarias, que en número de veinticinco atraviesan la ZEC; diez coladas, tres cordeles, cuatro cañadas y ocho veredas que suman unos 136 km de longitud, aproximadamente, dieciocho de las cuales se encuentran deslindadas.
- Además de la utilización para ciclorutas y senderismo de la red de caminos públicos de la ZEC y el acceso a las láminas de agua (embalses del Chanza y Andévalo).

En el mapa siguiente se puede comprobar que no se observan afecciones al uso público por la ejecución de las obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre, pues ninguno de estos elementos son afectados por las obras, a excepción de la vía pecuaria “colada de la Espada” la cual se cruza de modo subterráneo por lo que no se espera afección sobre ella.

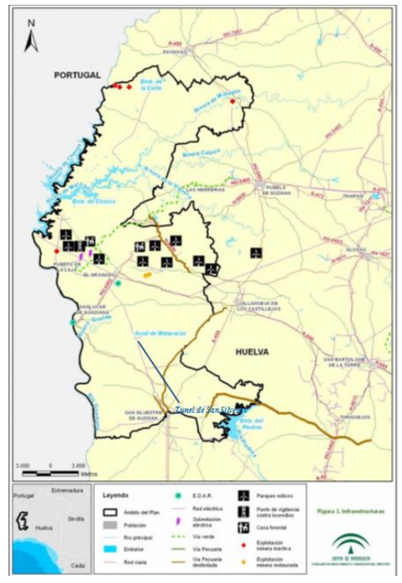



**Ilustración 73. Infraestructuras de Uso Público. Fuente: Plan de Gestión de la ZEC Andévalo Occidental. Anexo IV.2015.**

## 12.4. VALORES AMBIENTALES

### 12.4.1. Climatología

En el punto 6.2 de este documento se desarrolla la climatología de la zona de las obras, coincidente con el clima de la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental que es de tipo mediterráneo continental atenuado con máximos pluviométricos invernales y un régimen térmico con inviernos suaves y heladas ocasionales y veranos calurosos con máximas que rondan los 35ºC.

### 12.4.2. Geología y paisaje

La Zona de Especial Protección (ZEC) se encuentra la zona Sur portuguesa del marco general del Macizo Ibérico, se trata de un afloramiento de materiales exclusivo del período Paleozoico superior (Devónico y Carbonífero) donde predominan las pizarras y afloramientos de cuarcitas. Así mismo, se inscribe el complejo vulcano-sedimentario, como fase final de la sedimentación, en el que se han producido las importantes mineralizaciones de sulfuros y manganeso que forman parte del Cinturón Ibérico de Piritas.

Morfológicamente, la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental tiene unos rasgos muy homogéneos y han desarrollado extensas superficies de aplanamiento erosionadas por la red fluvial cuaternaria. Sobre este conjunto se hallan relieves residuales, debidos a una contrastada constitución litológica, destacando las cuarcitas frente a la abundancia de pizarras y esquistos.

Las tierras del Andévalo son generalmente pobres edáficamente. Se trata básicamente de entisoles e inceptisoles poco evolucionados o con perfil de moderado desarrollo, de textura grosera y pH ácido, lo que les otorga una baja fertilidad agrícola; salvo en aquellas áreas en que su textura es más fina y tienen mayor potencia, situación aprovechada para la colonización de las quercíneas. Por su parte, granitos y rocas volcánicas dan lugar también a suelos de escasa profundidad, de textura gruesa y arenosa, pH ácido y baja fertilidad química. Únicamente en localizaciones concretas (zonas de menor pendiente), surgen suelos más desarrollados y de textura franco-arenosa y arcillosa, más aptos para la agricultura.

En cuanto a los georrecursos, en el ámbito de la Zona de Especial Protección (ZEC) según el Inventario Andaluz de Georrecursos, escala 1:10.000, de la Junta de Andalucía (2011), se localizan las Turbiditas de la Vía Verde del Guadiana en el municipio de El Granado (ejemplo de flysch en la zona subportuguesa del macizo ibérico) y la Hoz del Guadiana en Sanlúcar en El Granado y Sanlúcar del Guadiana (cañón fluvial de gran interés turístico y educativo).

El presente Documento Ambiental en su puntos 6.4; 6.5 y 6.10, del inventario ambiental recoge con profundidad la geología y edafología y el paisaje del área de la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental donde se pretenden ejecutar las obras.

La ejecución del proyecto genera impacto en estos valores ambientales sobre todo en aquellas relacionadas con el movimiento de tierras: excavación del túnel, creación de terraplenes y desmontes, que junto a la creación de zonas auxiliares suponen una alteración topográfica en el área estudiada.

Para corregir los efectos de estos impactos el presente Documento Ambiental recoge en el punto 8 “Medidas correctoras” una serie de actuaciones tanto preventivas como correctoras a aplicar, que hacen que el impacto de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre sobre la geología y el paisaje sean mínimos, quedando la aplicación de estas medidas aseguradas por la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental, que viene descrito en el apartado 9 de este Documento Ambiental.

### 12.4.3. Hidrología

La Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental se encuentra incluida dentro de dos demarcaciones hidrográficas; la Zona Baja de la Demarcación Hidrográfica Intercomunitaria del Guadiana y la Intracomunitaria del Tinto-Odiel-Piedras. Los planes hidrológicos correspondientes a cada una de estas demarcaciones, identifican y clasifican una serie de masas de agua comprendidas en el espacio.

La Zona Baja de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, que abarca la práctica totalidad de la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental localiza dos embalses; el Embalse del Chanza y el Embalse del Andévalo y la Rivera Grande de la Golondrina. Coincidiendo con el límite al Oeste del espacio, se encuentran el Puerto de La Laja y el puerto de Sanlúcar de Guadiana.

Correspondiente a la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras, se incluye la masa de agua del tipo “Ríos”, Arroyo del Membrillo (código de masa, 13490) y fuera del límite de la Zona de Especial Protección (ZEC) pero lindando con éste aparece el Embalse de Piedras, una masa de agua del tipo “muy modificada, asimilable a lagos y efectos aguas arriba”.

El túnel de San Silvestre atraviesa la divisoria entre las cuencas del río Guadiana y la cuenca del río Piedras, perteneciente a la Demarcación Hidrográfica Tinto, Odiel y Piedras.

El presente Documento Ambiental en su punto 6.7 del inventario ambiental recoge con profundidad la hidrología del área de la Zona de Especial Protección (ZEC) donde se pretenden ejecutar las obras.

La ejecución del proyecto genera un cierto impacto sobre la calidad de las aguas en especial en el uso de aguas para el accionamiento de la tuneladora y en la afección a la red hidrológica de la zona de instalaciones auxiliares,

Al igual que ocurre en la geología y el paisaje, este Documento Ambiental con el fin de corregir los efectos negativos de estos impactos recoge en el punto 8 "Medidas correctoras" una serie de actuaciones tanto preventivas como correctoras a aplicar, que hacen que el impacto de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre sobre la hidrología sean muy reducidos, destacando la creación de red de drenaje en la zona de acopios, y la previsión de balsas de decantación para las aguas utilizadas en la construcción del túnel. Con la aplicación de estas medidas se asegura la implantación del Programa de Vigilancia Ambiental, que viene descrito en el apartado 9 de este Documento Ambiental.

### 12.4.4. Vegetación y flora

La Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental se caracteriza por presentar una alta variabilidad de formaciones vegetales que corresponden a bosques, matorrales y pastizales.

La vegetación potencial de prácticamente todo el territorio se corresponde con la serie termomediterránea mariánico-monchiquense y bética seca silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*): Myrto communis-Querceto rotundifoliae S. y en menor medida con la serie mesomediterránea luso-extremadurense seco-subhúmeda silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Pyro bourgaeanae-Querceto rotundifoliae S. Faciación termófila.* Sin embargo, la mayor parte de la superficie del espacio aparece ocupada por formaciones adehesadas y en menor medida, ha sido sustituida por pinares, formaciones de eucalipto o cultivos.

En los encinares termomediterráneos, la especie dominante es la encina (*Quercus ilex subsp. ballo*ta), que suele estar acompañada del lentisco (*Pistacia lentiscus*), el palmito (*Chamaerops humilis*), el mirto (*Myrtus communis*), el acebuche (*Olea europaea*), etc. En las zonas más húmedas del espacio, la encina puede mezclarse con el alcornoque (*Quercus suber*), acompañado por el madroño (*Arbustus unedo*), el brezo blanco (*Erica arborea*), el durillo (*Viburnum tinus*), la madreselva (*Lonicera implexa*), etc.

En cuanto a la vegetación riparia, en los cauces permanente se encuentran formaciones de fresnos y sauces que en muchas ocasiones han sido sustituidas por choperas, mientras que en los cauces estacionales predominan las formaciones arbustivas por encima de la arbórea y son del tipo de los adelfares, en los que la especie dominante es la adelfa (*Nerium oleander*) y los tamujares, en los que la especie dominante es el tamujo (Flueggea tinctoria), acompañados por la zarzamora (*Rubus ulmifolius*), alguna especie de rosa, etc. También cabe mencionar, en la Rivera Grande de Sanlúcar, una comunidad de *Phlomido purpureae – Juniperetum turbinatae* muy interesante por su carácter relíctico.

El Andévalo Occidental constituye un espacio muy rico desde el punto de vista florístico. Son reseñables los endemismos ibéricos *(Armeria linkiana, Salix salviifolia, Euphorbia transtagana, Eryngium galioides, Teucrium haenseleri, Cynara algarbiensis, Biarum arundanum y Verbascum barnadesii*) e *ibericomagrebí (Ceratocapnos heterocarpa, Halimium calcynum, Ononis cintrana y Gatriola linifolia)*.

En lo que respecta a flora, destaca el trébol de cuatro hojas (*Marsilea batardae*), se localiza en los municipios de El Almendro y El Granado. Asimismo, se localizan especies de flora amenazada, según el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas creado por la Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestre y el Catálogo Español de Especies Amenazadas, aprobado por el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero. Entre estas especies destacan una en peligro de extinción y dos vulnerables.

Por último cabe citar la presencia de otras especies que aún sin ser especies red Natura 2000 o estar listadas en los catálogos antes citados, son especies destacadas al estar incluidas en el inventario de Flora Amenazada de Andalucía: *Pilularia minuta, Eryngium corniculatum, Zanichellia obtusifolia, Apium inundatum, Bunías erucago, Ceratophyllum demersum, Elatine brochonii, Lavandula viridis, Najas minor, Orobanche schultzii, Isoetes setaceum, Thalictum speciosissimum* o *Potamogeton pusilus.* Otras especies de interés aunque no incluidas en el inventario anteriormente citado son: *Asplenium billotii, Narcissus assoanus, Daveaua anthemoides, Celtis australis, Callitriche cribosa, Callitriche rejis-jubae, Potamogeton lucens, Isoetes velatum subsp. velatum* o *Orobanche ramosa.*

En cuanto a especies de flora relevantes de la ZEC Andévalo Occidental aparecen recogidas 2 especies red Natura 2000 y 2 especies de importancia para la gestión del espacio. *Marsilea batardae, Salix salviifolia, Isoetes durieui* y *Spiranthes aestivalis.*

El presente Documento Ambiental en su punto 6.8, del inventario ambiental recoge con profundidad la vegetación del área de la Zona de Especial Protección (ZEC) donde se pretenden ejecutar las obras.

La afección de las obras a especies de flora amenazada no parece que exista, pues en la Resolución de 6 de marzo de 2012 respecto a la Autorización Ambiental Unificada (AAU) del PROYECTO CONSTRUCTIVO DE DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) indica en su página 12 "*No se tiene constancia de la presencia de especies de flora catalogada en la zona de trabajo"*.

No obstante la ejecución del proyecto genera un impacto sobre la vegetación especialmente en la dehesa de la boca de entrada al túnel.

Para corregir los efectos de estos impactos el presente Documento Ambiental recoge en el punto 8 "Medidas correctoras" una serie de actuaciones tanto preventivas como correctoras a aplicar, que hacen que el impacto de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre sobre la vegetación sea mínimo, entre ellas destaca el trasplante y revegetación de las zonas afectadas. Quedando la aplicación de estas medidas aseguradas

por la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental, que viene descrito en el apartado 9 de este Documento Ambiental.

### 12.4.5. Fauna

Las diferentes fuentes consultadas confirman la presencia de 163 especies de aves en la Zona de Especial Protección (ZEC) de las cuales 148 son Red Natura 2000 entre las que cabe citar elanio azul (*Elanus caeruleus*), águila real (*Aquila chrysaetos*), águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*), y cigüeña negra (*Ciconia nigra*). En relación con las aves esteparias destacar avutarda (Otis tarda), sisón común (*Tetrax tetrax*) y ganga ortega (*Pterocles orientalis*), y entre las aves carroñeras presentes se encuentran el buitre negro (*Aegypius monachus*) y el leonado (*Gyps fulvus*).

Entre los mamíferos, se han identificado poblaciones de quirópteros como murciélago mediano de herradura (*Rhinolophus mehelyi)*, murciélago pequeño de herradura (*Rhinolophus hipposideros*), murciélago ratonero gris (*Myotis natarei (=M. scalerai)*), murciélago de cueva (*Miniopterus schreibersii*) o murciélago grande de herradura (*Rhinolophus ferrumequinum*).

También es posible encontrar anfibios y reptiles, como sapillo pintojo (*Discoglossus galganoi*), galápago leproso (*Mauremys leprosa*), galápago europeo (*Emys orbicularis*) o víbora hocicuda (*Vípera latestei*).

Las afecciones de las obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre a la fauna silvestre, son similares a la fauna cinegética, y se consideran bajas debido a que:

- La mayor parte de las obras son soterradas y solo una de las bocas ocupan una pequeña superficie de dehesas (que se puede considerar hábitats de campeo, refugio y reproducción de especies de fauna de la zona) cuya afección queda minimizada por las medidas preventivas y correctoras que aparecen en el punto 8 de este Documento Ambiental.
- No se prevén impactos graves en la fauna silvestre, dado que con la construcción del túnel se evita el efecto barrera que otro tipo de infraestructura para transporte de agua (tipo canal) provoca.
- Las medidas preventivas y correctoras previstas en el punto 8 de este Documento Ambiental, y en especial las destinadas a evitar la generación de ruidos y la adecuación de las fechas a los ciclos biológicos de la fauna silvestre, harán aún más bajos los impactos sobre la fauna cinegética (principal aprovechamiento de la boca de entrada).
- La aplicación de las medidas preventiva y correctoras quedan aseguradas por la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental, que viene descrito en el apartado 9 de este Documento Ambiental.

## 12.5. HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO

### 12.5.1. Hábitats existentes

El Plan de Gestión de la Zona de Especial Protección (ZEC)  Andévalo Occidental incluye el siguiente el inventario de hábitats de interés comunitario presentes en ese espacio.

| Hábitat | | | Superficie | | | Estado de conservación para la región biogeográfica mediterránea | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | A escala europea | | | | | A escala estatal | | | | |
| Código UE | Descripción | Categoría | Superficie total aproximada (ha) | Superficie relativa aproximada (%) | Contribución aproximada a la red Natura 2000 (%) | Rango | Área | Estructura y función | Perspectivas futuras | Evaluación Global | Rango | Área | Estructura y función | Perspectivas futuras | Evaluación Global |
| 3150 | Lagos eutróficos naturales con vegetación *Magnopotamion* o *Hydrocharition* | 1 | 6 | <1 | 1 | U1 | U1 | XX | U1 | U1= | U1 | U1 | XX | U1 | U1= |
| 3170 * | Estanques temporales mediterráneos | 1 | 14 | <1 | 7 | U1 | XX | U1 | U1 | U1= | FV | XX | FV | FV | FV |
| 4030 | Brezales secos europeos | 4 | 152 | <1 | <1 | FV | FV | XX | U1 | U1= | FV | FV | XX | U1 | U1= |
| 5330 | Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos | 4 | 166 | <1 | <1 | XX | FV | U1 | U1 | U1- | XX | FV | U1 | U1 | U1- |
| 6310 | Dehesas perennifolias de *Quercus spp* | 5 | 21.635 | 41 | 5 | FV | U1 | U2 | U2 | U2- | FV | U1 | U2 | U2 | U2- |
| 6420 | Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion-Holoschoenion* | 1 | 45 | <1 | <1 | U1 | FV | U1 | U1 | U1= | U1 | U1 | U1 | U1 | U1= |
| 8220 | Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica | 1 | 27 | <1 | <1 | FV | XX | XX | XX | XXN/A | FV | XX | XX | XX | XX |
| 8230 | Roquedos silíceos con vegetación pionera del sedo-*scleranthion* o del sedo *albi-veronicion* dillenii | 4 | 7 | <1 | 1 | FV | XX | XX | XX | XXN/A | FV | XX | XX | XX | XX |
| 91B0 | Fresnedas termófilas de *Fraxinus angustifolia* | 1 | <1 | <1 | <1 | FV | XX | U1 | U1 | U1= | FV | XX | U1 | U1 | U1= |
| 92A0 | Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba* | 5 | <1 | <1 | <1 | FV | U1 | U2 | U2 | U2- | FV | U1 | U2 | U1 | U2= |
| 92D0 | Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (*Nerio-Tamaricetea* y *Securinegion tinctoriae*) | 5 | 304 | <1 | 3 | FV | U1 | U1 | U1 | U1- | FV | U1 | U1 | U1 | U1 |
| 9340 | Encinares de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia* | 4 | 44 | 16 | 3 | FV | U1 | U1 | U1 | U1- | FV | FV | U1 | U1 | U1- |

**Tabla 12-1. Inventario de hábitats de interés comunitario presentes en la ZEC Andévalo Occidental**

**Leyenda:**
***** Hábitat prioritario
**Categoría:** Parámetro establecido a partir del concepto definido de "rareza" en Andalucía (atendiendo a la superficie que ocupa cada HIC en nuestra región) y de su carácter o no "prioritario" en la Unión Europea en aplicación de la Directiva Hábitats, y utilizado para determinar las necesidades de superficies mínimas a incluir de cada HIC en la red Natura 2000 de Andalucía, con objeto de garantizar su conservación. (Criterio de selección de lugares de interés comunitario. Índices de calidad de hábitats. Febrero 2000. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.):
1 Hábitat muy raro
2 Hábitat raro y prioritario
3 Hábitat no raro y prioritario
4 Hábitat raro y no prioritario
5 Hábitat no raro y no prioritario
**Superficie relativa (%):** porcentaje de superficie del HIC dentro de la ZEC
**Contribución a la red Natura 2000 (%):** Porcentaje de superficie que abarca un HIC, en un determinado espacio natural, en relación con la superficie total de ese hábitat en la red Natura 2000 de Andalucía.
**Estado de Conservación:** La información del estado de conservación se corresponde con la información procedente del informe sexenal del periodo 2007-2012 elaborado en cumplimiento de los artículos 10 y 17 de la Directiva Hábitats. Fuente: Online report on Article 17 of the Habitats Directive: conservation status of habitats & species of Community interest (2007-2012)
http://bd.eionet.europa.eu/activities/Reporting/Article_17/Reports_2013 FV: favorable, U1: inadecuado, U2: malo, XX: desconocido. Tendencia de la Evaluación global: +: positiva, -: negativa, =: estable, x: desconocida, N/A: sin reportar.

### 12.5.2. Ubicación de hábitats de interés comunitario respecto a la obra de construcción del nuevo del túnel de San Silvestre

La metodología empleada para poder determinar las afecciones de la obra construcción del nuevo túnel de San Silvestre respeto a los Hábitats de Interés Comunitario (HIC) se basa en georreferenciar la traza del túnel respecto a los diferentes HIC presentes en la ZEC. Para ello se procedido a solapar la ubicación del túnel con los HIC utilizando los mapas WMS que ofrece la Red Rediam de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible.

Los mapas se corresponden con la información de referencia sobre Hábitats de Interés Comunitario Terrestres en Andalucía, realizada con la mejor información disponible hasta el momento en cumplimiento de la Directiva Hábitats (D. 92/43/CEE). Pueden ser consultados en la página web:

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.dc2a45ec0662d3cf8ca78ca731525ea0/?vgnextoid=bc9808bd6c305410VgnVCM2000000624e50aRCRD

Seguidamente se aportan fichas individuales de cada HIC presente en la ZEC.

**3150 Lagos eutróficos naturales con vegetación *Magnopotamion* o *Hydrocharition***

3150-0 Lagos eutróficos naturales

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del Servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario prioritario para Andalucía 3150-0 de lagos, lagunas y charcas que se caracterizan por tener un contenido en nutrientes relativamente alto, pero siempre de origen natural. Las aguas son más o menos turbias, de color verdeazulado o grisáceo, y en ellas se desarrolla una vegetación muy concreta dominada por especies flotantes no enraizantes (*Lenna trisulca*), por comunidades enraizadas con hojas flotantes (nenúfares), o por comunidades de macrófitos enraizados (potamogeton). La fauna es diversa, desatacando los peces ciprínidos de aguas estancadas.



**Ilustración 74. Ubicación del HIC 3150-0 Lagos eutróficos naturales en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a las obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. Las áreas de color celeste indican los lugares donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre. Como se puede apreciar la traza de la obra no afecta este HIC.

3150-1 Remansos de ríos eutróficos

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 3150-1 Remansos de ríos eutróficos. Corresponde a comunidades acuáticas flotantes encuadradas en *Hydrocharition* y grandes *potamogeton* (*Magnopotamion*) que se localizan en aguas lentas o estancadas presentes en grandes remansos de ríos y aguas estancadas, más o menos permanentes, por lo que no son asignables al HIC 3150_0, correspondientes a sistemas lacustres eutróficos. Se caracterizan por la presencia de especies de *Lemna, Callitriche, Zannichellio, Ranunculus, Hydrocharis, Utricularia, Potamogeton, Nymphaea, etc*.

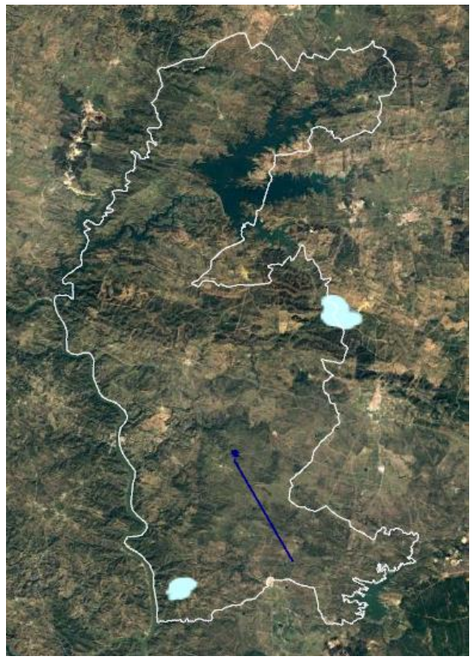


**Ilustración 75. Ubicación del HIC 3150-1 Remansos de ríos eutróficos en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. Las áreas de color celeste indican los lugares donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra no afecta este HIC.

3170-0 Estanques temporales mediterráneos

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario prioritario 3170_0 de lagunas y charcas temporales, muy someras, que sólo se suelen encontrar inundadas durante el invierno y la primavera, con una flora formada principalmente por especies acuáticas anuales mediterráneas. Estos medios presentan una serie de comunidades vegetales muy rica que comprende desde comunidades acuáticas flotantes enraizadas, pastizales pioneros de aspecto graminoide, juncales anuales de pequeño tamaño o comunidades de Isoetes, a distintos tipos de pastizales anfibios más o menos efímeros, caracterizados por especies como *Cicendia filiformis*, Verbena supina o varias especies del género *Lythrum*.

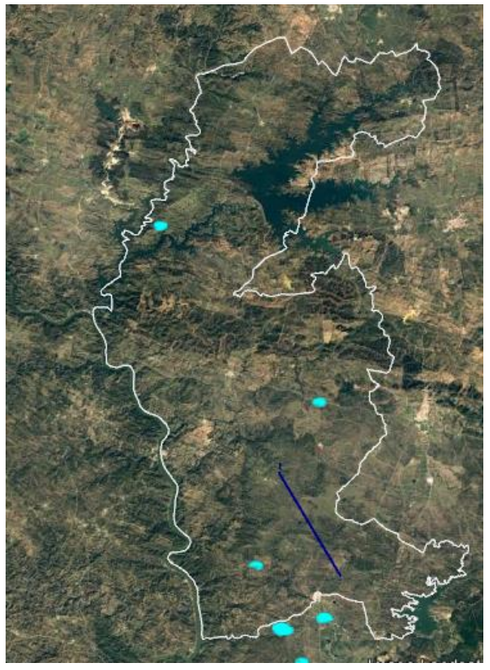


**Ilustración 76. Ubicación del HIC 3150-1 Remansos de ríos eutróficos en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. Las áreas de color celeste indican los lugares donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra no afecta este HIC.

**4030 Brezales secos europeos**

4030-1 Brezales-jarales termófilos xéricos. Brezales secos europeos

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 4030-1 de Brezales-jarales termófilos. Corresponde a brezales que se desarrollan en condiciones de mayor xericidad, en zonas con precipitaciones por encina de 800 mm, pero que no superan los 1.000 mm, lo que favorece la entrada en su composición florística de las jaras, lo que añade mediterraneidad a su carácter. La dominancia de brezos o jaras depende del grado de xericidad del territorio. Las especies más frecuentes son *Erica australis, Cistus ladanifer, Cistus populifolius, calluna vulgaris*, etc.

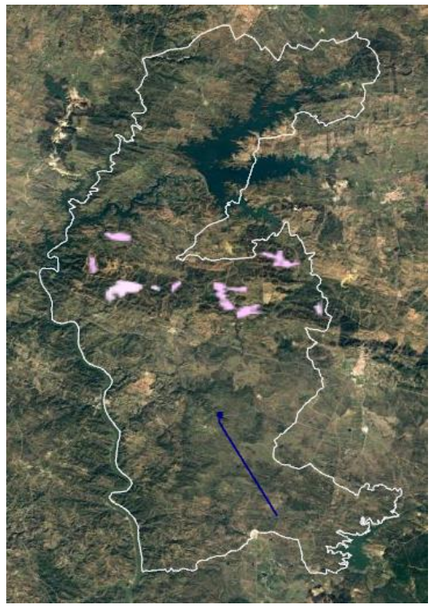


**Ilustración 77. Ubicación del HIC 4030-1 Brezales-jarales termófilos xéricos. Brezales secos europeos en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. Las áreas de color rosa indican los lugares donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra no afecta este HIC.

**5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos**

5330-1 Matorrales arborescentes de *Arbutus unedo* y otras arbustedas lauroides (*Ericion arboreae)*

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 5330-1. Corresponde a Madroñales y formaciones arbustivo-arborescentes muy densas, dominadas por elementos de hoja lauroide. La especie que caracteriza estas formaciones en Andalucía es el madroño (*Arbutus unedo*), aunque a veces pueden dominar otras especies como el brezo blanco (*Erica arborea*) o el durillo (*Viburnum tinus*). Generalmente son formaciones muy ticas en especies, donde además de las anteriores se encuentran otros arbustos como la cocscoja (*Quercus coccifera*), Phillyrea angustifolia, el lebiérnago (*Pistacia latifolia*) o el lentisco (*Pistacia lentiscus*).

Ubicación de los HIC en la ZEC: Las zonas de color magenta indican el lugar donde se encuentra el HIC, a más oscuro más presencia, mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

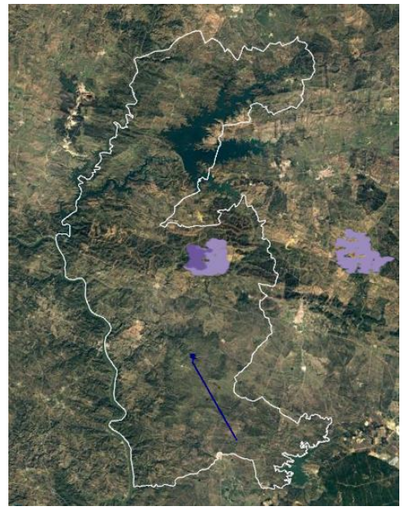


**Ilustración 78. Ubicación del HIC 5330-1 Matorrales arborescentes de *Arbutus unedo* y otras arbustedas lauroides (*Ericion arboreae*) en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. Las áreas de color morado indican los lugares donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra no afecta este HIC.

5330-2 Arbustedas termófilas mediterráneas (*Asparago-Rhamnion*).

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 5330-2. Corrresponde a matorrales altos de carácter termófilo, que encuentran su óptimo en los pisos bioblimáticos termomediterráneo y mesomediterráneo inferior, ocupando zonas más térmicas, exposiciones soleadas, y ambiente xérico. Dentro de estos hábitats destacan los lentiscares y acebuchales, así como formaciones dominadas por otras especies de carácter termófilo como arrayán (*Myrtus communis*), coscoja (*Quercus coccifera*), *Rhamnus lycioides subsp. oleoides* o palmito (*Chamaerops humilis*). Pueden formar arbustedas muy densas y arborescentes, que por degradación dan lugar a formaciones más abiertas y de menor altura.

Ubicación de los HIC en la ZEC: Las zonas de color magenta indican el lugar donde se encuentra el HIC, a más oscuro más presencia, mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

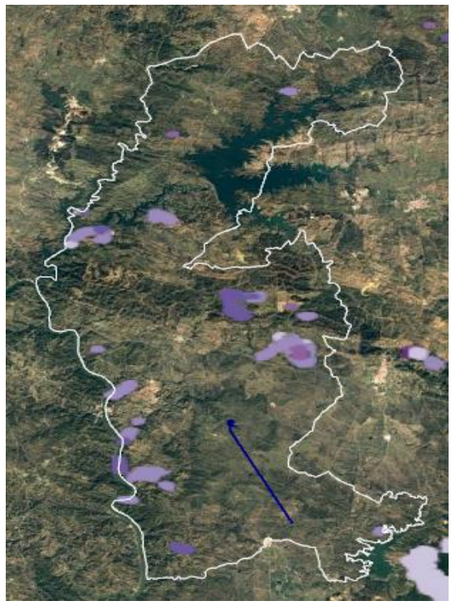


**Ilustración 79. Ubicación del HIC 5330-2 Arbustedas termófilas mediterráneas (*Asparago-Rhamnion*) en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. Las áreas de color morado indican los lugares donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra no afecta este HIC.

5330-4 Aulagares y otros matorrales permanentes termo-xerófilos mediterráneos.

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 5330-4. Corresponde a formaciones de matorral permanente con un alto grado de endemicidad, dominadas generalmente por genisteas (aulagares) y que se localizan en ambientes xéricos y termófilos. Se incluyen, principalmente, formaciones de la Alianza Genisto spartioidis-Phlomidion almerienses (*Pistacio-Rhamnetalia*), aunque también se encuentra dentro de este grupo las bojedas de *Buxus baleárica* o las formaciones de *Genista polyanthos*, independientemente de su encuadre sintaxonómico. Estas comunidades no forman parte de la dinámica sucesional serial, sino que constituyen la vegetación permanente en condiciones ecológicas especiales, como ambientes especiales térmicos y xéricos, o formaciones vegetales relictas.

Ubicación de los HIC en la ZEC: El área de color magenta indica el lugar donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

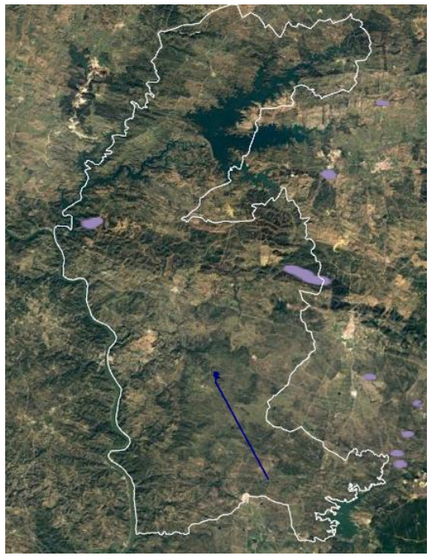


**Ilustración 80. Ubicación del HIC 5330-4 Aulagares y otros matorrales permanentes termo-xerófilos mediterráneos en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. Las áreas de color morado indican los lugares donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra no afecta este HIC.

6310 Dehesas perennifolias de *Quercus spp*

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 6310, formaciones adehesadas perennifolias de *Quercus ssp*, y otras especies asimilables, que definen una parte importante del paisaje de la península Ibérica. Estas formaciones se presentan como pastizales arbolados, a veces cultivados, con un dosel arbóreo de densidad variable, compuesto principalmente, por encinas, alcornoques, acebuches, quejigos, o más raramente, por castaños, algarrobos, fresnos, etc. donde también pueden estar presente los matorrales con una cobertura importante. Esta configuración sabanoide se mantiene mediante prácticas de gestión, que incluyen ganadería y agricultura.

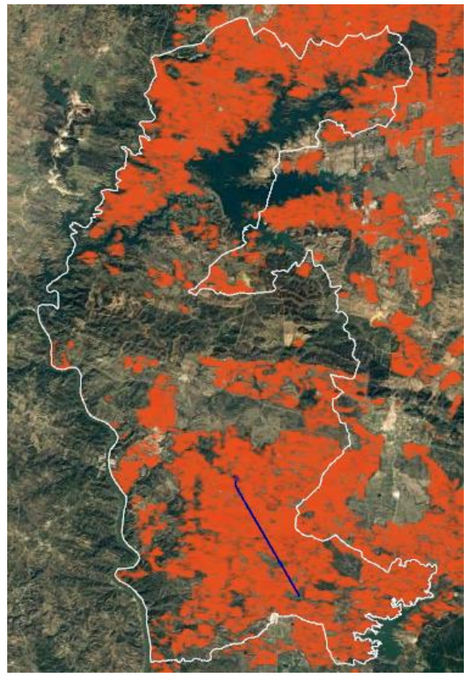


**Ilustración 81. Ubicación del HIC 6310 Dehesas perennifolias de *Quercus ssp* en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. Las áreas de color naranja indican los lugares donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra afecta este HIC.

6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion-Holoschoenion*

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 6420 caracterizado por prados húmedos que permanecen verdes todo el año, con un estrato herbáceo inferior y otro superior de especies con aspecto de junco.

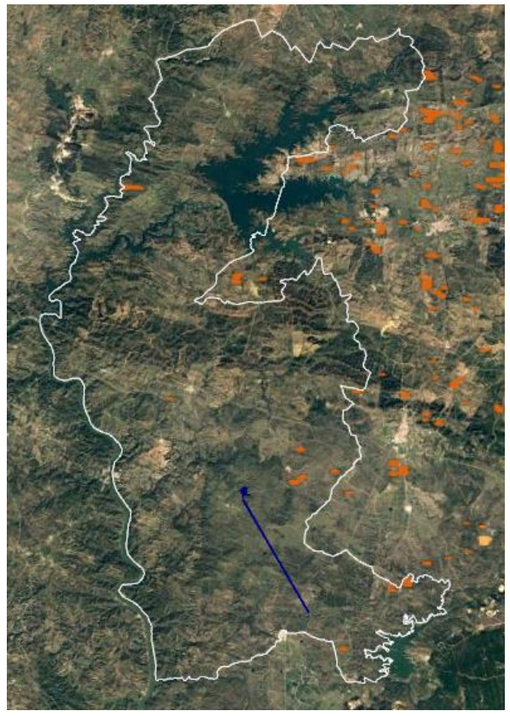


**Ilustración 82. Ubicación del HIC 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion-Holoschoenion* en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. Las áreas de color naranja indican los lugares donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra no afecta este HIC.

8220 Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 8220 caracterizado por roquedos de componente vertical (farallones, cantiles, cinglos, paredones, escarpes, cortados, riscos, peñas, etc.) de naturaleza silicícola con vegetación dispersa que enraíza en las fisuras y grietas.



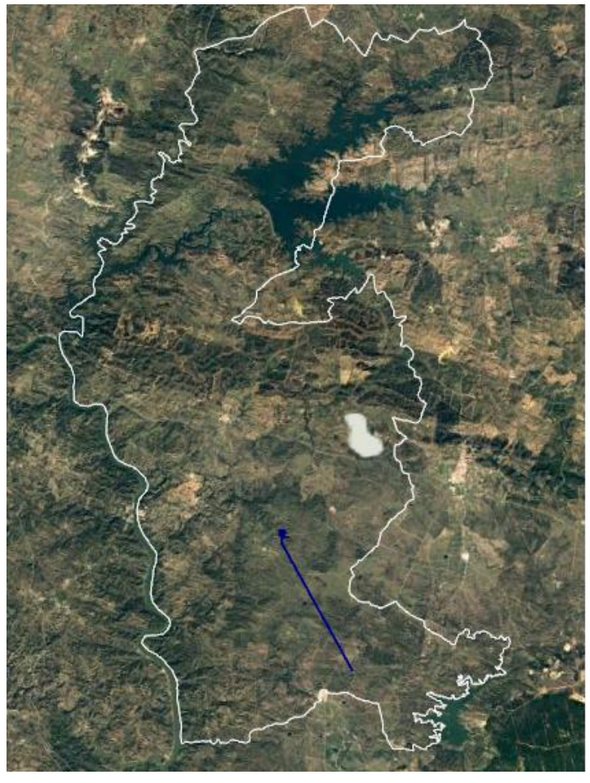
**Ilustración 83. Ubicación del HIC 8220 Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. Las áreas de color gris indican los lugares donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra no afecta este HIC.

8230 Roquedos silíceos con vegetación pionera del *Sedo-Scleranthion* o del *Sedo albi-Veronicion dillenii*

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 8230 caracterizado por comunidades rupícolas pioneras que colonizan suelos esqueléticos de superficies rocosas silíceas, principalmente, graníticas. Como consecuencia de la sequía que soportan estos suelos, está vegetación se caracteriza por el predominio de musgos, líquenes y plantas crasas. Se encuentra en los afloramientos, principalmente, graníticos de Sierra Morena.



**Ubicación del HIC8230 Roquedos silíceos con vegetación pionera del *Sedo-Scleranthion* o del *Sedo albi-Veronicion dillenii* en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. Las áreas de color gris indican los lugares donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra no afecta este HIC.

91B0-1 Fresnedas termófilas riparias de *Fraxinus angustifolia*

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 91B0-1, bosques caracterizados por la presencia de fresnos (*Fraxinus angustifolia*), situados en las márgenes de arroyos, generalmente de escaso caudal, sobre suelos silíceos, tolerando el encharcamiento del suelo, pero no la elevada sequía ambiental, y donde son características las especies *Ranunculus ficaria, Rubus ulmifolius, Vitis vinifera subsp. sylvestris, Tamus communis, Geranium purpureum, Oenanthe croccata, Scirpus holoschoenus*, etc. Asociados a los bosques ribereños aparece una fauna muy variada (peces, anfibios, mamíferos,..), debido al microclima húmedo que generan.

Ubicación de los HIC en la ZEC: La mancha coloreada de verde indica el lugar donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.



**Ilustración 84. Ubicación del HIC 91B0-1 Fresnedas termófilas riparias de *Fraxinus angustifolia* en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. El área de color verde indica el lugar donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra no afecta este HIC.

92A0-0 Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba*

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 92A0-0 caracterizado por vegetación riparia, arbóreo o arbustiva, dominada por sauces (*Salix sp.*), álamos blancos (*Populus alba*) u olmos (*Ulmus minor)*. Mientras que las dos últimas aparecen como densos cordones riparios, formando generalmente bosques de galería en las márgenes de los cursos de agua, las saucedas se presentan normalmente como vegetación arbustiva de carácter primocolonizador, situándose en el interior o muy próximas al cauce, aunque, por ejemplo, en *Carici camposii-Salicetum atrocinereae* también aparece con forma arbórea. En general, estas comunidades acogen a un elevado número de invertebrados, anfibios, reptiles, mamíferos y aves reproductoras, tanto invernantes como migradoras.



**Ilustración 85. Ubicación del HIC 92A0-0 Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba* en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. El área de color verde indica el lugar donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra no afecta este HIC.

**92D-0 Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (*Nerio—tamaricetea* y *Securinegion tinctoriae*)**

92D0-0 Adelfares y tarajales (*Nerio-Tamaricetea*)

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 92D0-0 caracterizado por formaciones vegetales arbustivas que ocupan cursos de agua de escaso caudal, como ramblas, ríos y arroyos mediterráneos, cuya corriente es intermitente e irregular. Estos cursos son propios de climas cálidos, produciéndose una fuerte evaporación en ellos y por tanto, una cierta acumulación de sales. Las comunidades que se desarrollan en estos cursos son generalmente matorrales de gran porte, como adelfares, dominados por la adelfa (*Nerium oleander*), o tarajales en los que predominan una o varias especies de taraje (*Tamarix africana, T. galica, T. canariensis, T. boveana...*). Los tarajales son las formaciones que soportan una mayor continentalidad y altura. También aparecen zarzales, dominados por la zarza (*Rubus ulmifolius*). En este ecosistema ripario, constituido por el curso de agua y su vegetación asociada, se refugian reptiles como el galápago leproso (*Mauremys leprosa*) o la culebra de agua (*Natrix sp.*). También sirve de refugio a anfibios, destacando la presencia de la rana común (*Rana perezi*), así como de mamíferos, caso de la propia gineta (Genetta genetta) o de pequeños roedores. Por último cabe destacar la presencia de pequeñas aves, que utilizan el espeso ramaje de estas formaciones para nidificar.

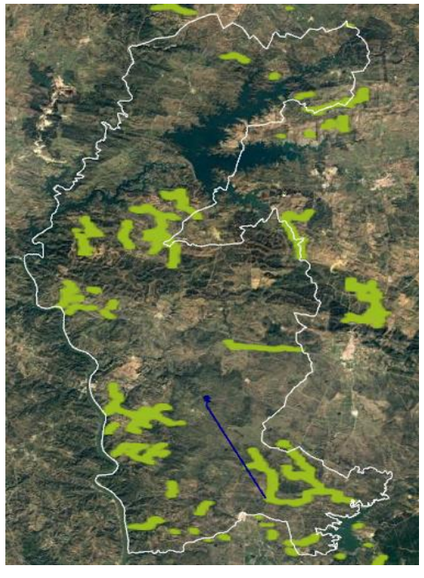


**Ilustración 86. Ubicación del HIC 92D0-0 Adelfares y tarajales (*Nerio-Tamaricetea*) en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. Las áreas de color verde indican los lugares donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra afecta este HIC.

92D0-1 Tamujares (*Securinegion buxifoliae*)

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 92D0-1 caracterizado por Tamujares (*Securinegion buxifoliae*). Compuesto por comunidades ribereñas arbustivas dominadas por el tamujo (*Flueggea tinctoria*), endemismo ibérico de los lechos pedregosos silíceos de la zona sudocciedental de la península. Los tamujares suelen presentar una cobertura no muy elevada, por lo general menor al 75 %, aunque a veces puede llegar a ser muy densa. Su altura media de la suele rondar los 2 metros. Además del tamujo, en esta comunidad se presentan otros arbustos y lianas como la adelfa (*Nerium oleander)*, la vid silvestre (*Vitis vinifera subsp. sylvestris*), la zarza (*Rubus ulmifolius*) o diversas especies de rosas (*Rosa spp*.), si bien estas especies aparecen con un porcentaje de presencia muy bajo, dominada claramente por el tamujo. Además es habitual la presencia de especies propias de las formaciones climatófilas de contacto, como el lentisco (*Pistacia lentiscus*).

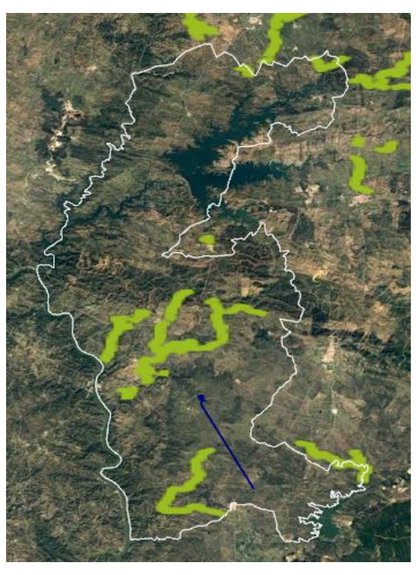


**Ilustración 87. Ubicación del HIC92D0-1 Tamujares (*Securinegion buxifoliae*) en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. Las áreas de color verde indican los lugares donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra no afecta este HIC.

9340 Bosques de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*

Aun no apareciendo como HIC en el Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación de Andévalo Occidental, consultado los WMS se aprecia la presencia de este HIC en la ZEC Andévalo Occidental.

Descripción del Mapa: Mapa obtenido a través del servicio WMS correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 9340 caracterizado por bosques esclerófilos de encina (Quercus ilex subsp. ballota = Q. rotundifolia), que se distribuyen por prácticamente la totalidad de la geografía andaluza, así como un carrascal abierto de distribución almeriense.

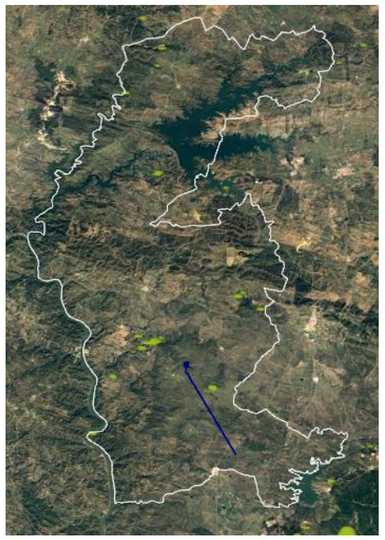


**Ilustración 88. Ubicación del HIC9340 Bosques de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia* en la ZEC "Andévalo Occidental" con referencia a la obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

La línea blanca representa los límites de la ZEC. Las áreas de color verde indican los lugares donde se encuentra el HIC mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.

Como se puede apreciar la traza de la obra no afecta este HIC.

### 12.5.3. Afección a los de hábitats de interés comunitario por la ejecución de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre

Atendiendo a los planos vistos en el punto anterior se observa que los HIC afectados por la obra son:

- 6310 Dehesas perennifolias de *Quercus spp.* Hábitat de Interés Comunitario no prioritario.
- 92D0-0 Adelfares y tarajales (*Nerio-Tamaricetea*). Hábitat de Interés Comunitario no prioritario.

Analizando las afecciones al HIC 6310 se aprecia que éste se ubica en la mayor parte de la traza de la obra (con la excepción de la boca de salida).

Sin embargo debido a la solución constructiva mediante túnel, las obras en su mayor parte se construyen bajo tierra evitando así afectar a la superficie donde vegetan las encinas que hacen que estas dehesas sean declaradas HIC, por lo tanto la afección tan solo será en la boca de entrada (o norte) y la boca de salida (o sur), que ocupa un superficie de 0,6680 ha (0,0031%) y 1,5325 ha (0,0071%) respectivamente, que es muy pequeña en relación con las 21.635 ha que ocupa este HIC en la ZEC Andévalo Occidental y casi ínfimo si lo comparamos con la superficie que éste ocupa en la Comunidad Autónoma de Andalucía. En total se ocupan 2,2005 ha (0,0102% del total del HIC).

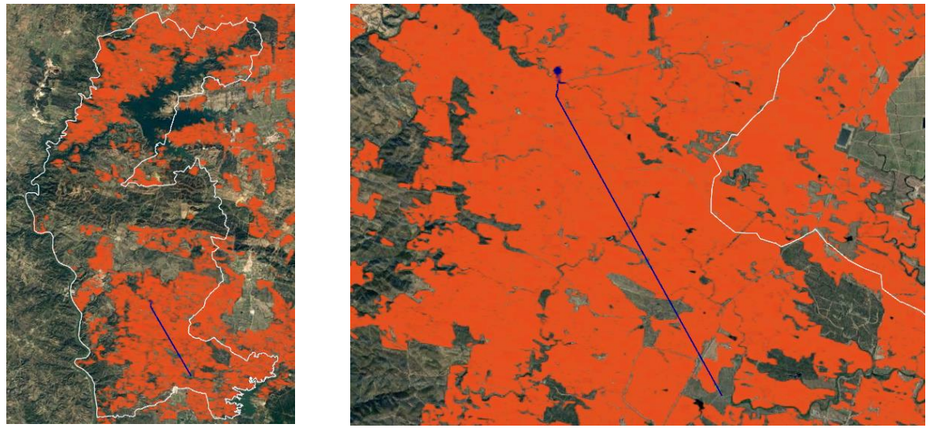


**Ilustración 89. Detalle afecciones de la obra al HIC 6310**

En las siguientes tablas se detalla la superficie de hábitat de interés comunitario ocupada por las obras. Se hace una primera aproximación de superficie a partir de la superposición de la capa del hábitat con la capa de las obras (columnas HIC ocupado) y luego se hace una segunda aproximación de detalle descontando la superficie de considerando la información obtenida en las visitas de campo y con las fotos aéreas (columnas HIC realmente ocupado) cuando se detecta infraestructuras (caminos, láminas de agua) que no constituyen el hábitat.

| BOCA NORTE | HIC ocupado m2 | HIC ocupado ha | Usos del suelo según PG 1:200.000 | Usos del suelo según visitas 1:2.000 | Vegetación | HIC realmente ocupado m2 | HIC realmente ocupado ha |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CONEXIÓN DE BERMA EN MI DEL CANAL MI | 2.284 | 0,2284 | Formaciones arboladas | Lámina de agua, pastizal | En margen de lámina de agua pastizal y árboles dispersos | 0 | 0,0000 |
| REPOSICIÓN CAMINO MI NORTE | 910 | 0,0910 | Formaciones arboladas | Pastizal | Pastizal | 910 | 0,0910 |
| CAMINO DE ACCESO A INSTALACIONES | 3.215 | 0,3215 | Formaciones arboladas | Camino existente | En bordes de camino pastizal y árboles dispersos | 0 | 0,0000 |
| CAMINO DE ACCESO A INSTALACIONES | 456 | 0,0456 | Formaciones arboladas | Pastizal | Pastizal, árboles dispersos | 456 | 0,0456 |
| CANAL NUEVO ANTES DE LLEGAR A FALSO TÚNEL – PARTE NORTE | 1.537 | 0,1537 | Formaciones arboladas | Matorral | Matorral | 1.537 | 0,1537 |
| CANAL NUEVO ANTES DE LLEGAR A FALSO TÚNEL – PARTE SUR | 976 | 0,0976 | Formaciones arboladas | Arbolado, camino existente | Árboles | 976 | 0,0976 |
| FALSO TÚNEL | 2.801 | 0,2801 | Formaciones arboladas | Pastizal arbolado | Pastizal, árboles dispersos | 2.801 | 0,2801 |
| **SUBTOTAL 1** | **12.179** | **1,2179** | | | | **6.680** | **0,6680** |

Tabla 12-2. Medición de superficie de hábitat de interés comunitario 6310 (HIC) ocupada por la obras en la boca norte y cálculo de la realmente ocupada teniendo en cuenta los usos del suelo

| BOCA SUR | HIC ocupado m2 | HIC ocupado ha | Usos del suelo según PG 1:200.000 | Usos del suelo según visitas 1:2.000 | Vegetación | HIC realmente ocupado m2 | HIC realmente ocupado ha |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CAMINO ACCESO A INSTALACIONES Y OBRAS | 5.446 | 0,5446 | Formaciones arboladas | Camino existente | En bordes de camino pastizal y árboles dispersos | 0 | 0,0000 |
| INSTALACIÓN AUXILIAR - PARQUE DE DOVELAS | 11.524 | 1,1524 | Formaciones arboladas | Pastizal, olivar | Pastizal, árboles dispersos, olivar | 11.524 | 1,1524 |
| FALSO TÚNEL | 2.736 | 0,2736 | Formaciones arboladas | Pastizal, charca | Pastizal, árbol disperso | 2.736 | 0,2736 |
| RESTITUCIÓN DEL TERRENO Y TRANSICIÓN A CANAL PROYECTADO | 896 | 0,0896 | Formaciones arboladas | Pastizal, afloramiento rocoso | Pastizal, árbol disperso | 896 | 0,0896 |
| OBRA DE DRENAJE | 169 | 0,0169 | Formaciones arboladas | Terraplén canal existente | Matorral | 169 | 0,0169 |
| **SUBTOTAL 2** | **20.771** | **2,0771** | | | | **15.325** | **1,5325** |

Tabla 12-3. Medición de superficie de hábitat de interés comunitario 6310 (HIC) ocupada por la obras en la boca sur y cálculo de la realmente ocupada teniendo en cuenta los usos del suelo

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **TOTAL** (SUBOTOTAL 1+SUBTOTAL 2) | **32.950** | **3,2950** | | | | **22.005** | **2,2005** |
| TOTAL HIC 6310 Dehesas perennifolias de *Quercus spp* EN ZEC (ha) | | 21.635 | | | | | 21.635 |
| **Porcentaje HIC ocupado boca norte** | | **0,0056%** | | | | | **0,0031%** |
| **Porcentaje HIC ocupado boca sur** | | **0,0096%** | | | | | **0,0071%** |
| **Porcentaje HIC ocupado total** | | **0,0152%** | | | | | **0,0102%** |

Tabla 12-4. Medición total de superficie y porcentajes de hábitat de interés comunitario 6310 (HIC) ocupado por la obras y cálculo de la realmente ocupada teniendo en cuenta los usos del suelo

Aun entendiendo que la superficie es pequeña el presente documento ha tenido en cuenta que la ejecución del proyecto genera impacto sobre el HIC, especialmente sobre el encinar de entrada por lo que, para minimizar los efectos el punto 8 “Medidas preventivas y correctoras” recoge una serie de actuaciones tanto preventivas como correctoras a aplicar, que hacen que el impacto de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre sobre la vegetación sea menor, entre ellas destaca el trasplante y revegetación de las zonas afectadas.

El otro HIC que se afecta por la traza de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre es el Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 92D0-0 Adelfares y tarajales (*Nerio-Tamaricetea*).Tal y como se puede ver el detalle de la ortofoto que aparece a continuación:

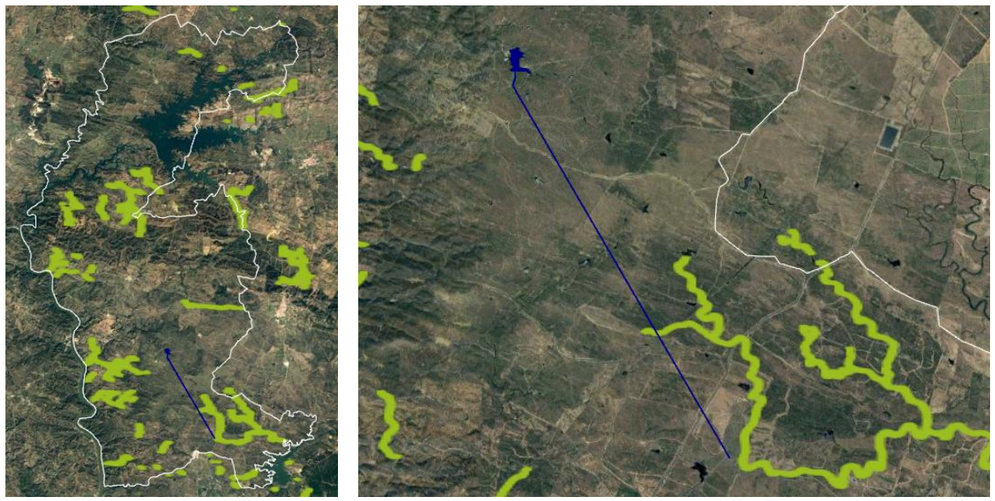


**Ilustración 90. Detalle afecciones de la obra al HIC 92D0-0.**

Analizando la afección superficial y atendiendo a las características de la obras, túnel bajo tierra, la ejecución de las obras no afectará a la superficie donde vegetan las plantas que hacen que este hábitat sea declarado de interés comunitario, y por lo tanto no se prevé que las obras produzcan impactos negativos al HIC.

## 12.6. PROCESOS ECOLÓGICOS

Los procesos ecológicos que destacan en el Plan de Gestión de la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental son los referentes a aplicación de Planes de Conservación y Recuperación de especies junto con su conexión con otros espacios de la Red Natura 2000.

### 12.6.1. Zona de aplicación de los planes de conservación y recuperación de especies

La Zona de Especial Protección (ZEC) coincide parcialmente con los ámbitos de aplicación territorial de varios planes de protección de especies amenazadas, mediante Acuerdo de 18 de enero de 2011, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueban los planes de recuperación y conservación de determinadas especies silvestres y hábitats protegidos y por Acuerdo de 13 de marzo de 2012, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueban los planes de recuperación y conservación de determinadas especies silvestres y hábitats protegidos.

En concreto le son de aplicación: Plan de Recuperación del Lince ibérico, Plan de Recuperación del Águila imperial ibérica, Plan de Recuperación y Conservación de Aves Necrófagas, Plan de Recuperación y conservación de Aves Esteparias, Plan de Recuperación y Conservación de Peces e Invertebrados de medios acuáticos epicontinentales y Plan de Recuperación y Conservación de especies de Helechos. Estos Planes establecen los objetivos de conservación de especies amenazadas, actuaciones a poner en práctica y los ámbitos territoriales sobre los que se puede aplicar dichas medidas.

El Plan de Recuperación y Conservación de Aves Esteparias abarca una parte de la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental (Villanueva de los Castillejos El Granado y San Silvestre de Guzmán). Este territorio, caracterizado por una mezcla de vegetación esteparia de tipo pastizal con jarales, plantaciones forestales y pequeñas parcelas de cultivo resulta un área de interés para las aves en migración y acoge importantes poblaciones de aves esteparias, sobre todo de avutarda (Otis tarda) además de especies como el sisón (*Tetrax tetrax*), la ganga ortega (*Pterocles orientalis*) y el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*).

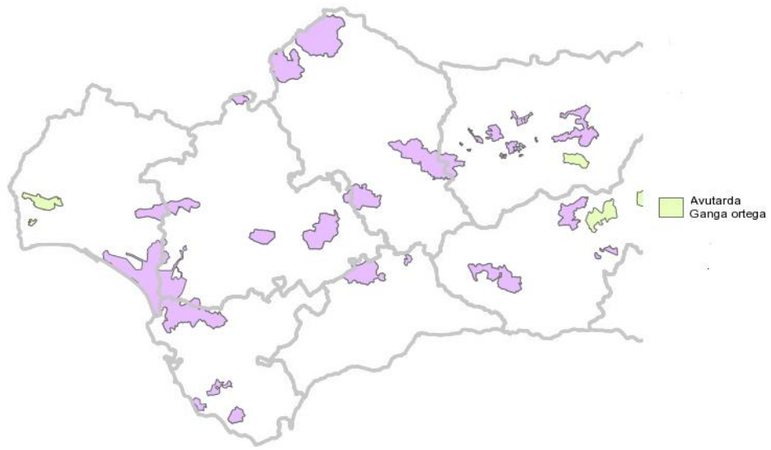



**Ilustración 91. Ámbito aplicación en Andalucía Occidental del Plan de Conservación Aves Esteparias. Fuente: Rediam. Junta de Andalucía.**

Algunos de estos espacios han sido considerados como áreas críticas en los Planes de Recuperación y Conservación de varias especies amenazadas: lince ibérico (*Lynx pardinus*), águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*) y buitre negro (*Aegypius monachus*).

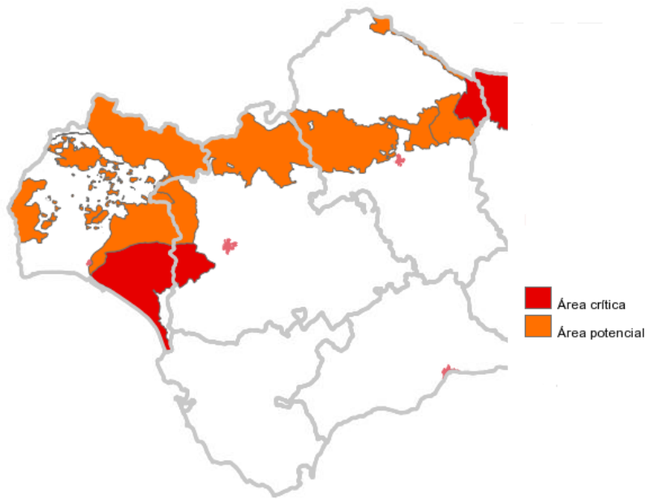



**Ilustración 92. Ámbito aplicación en Andalucía Occidental del Plan de Conservación Lince Ibérico. Fuente: Rediam. Junta de Andalucía.**

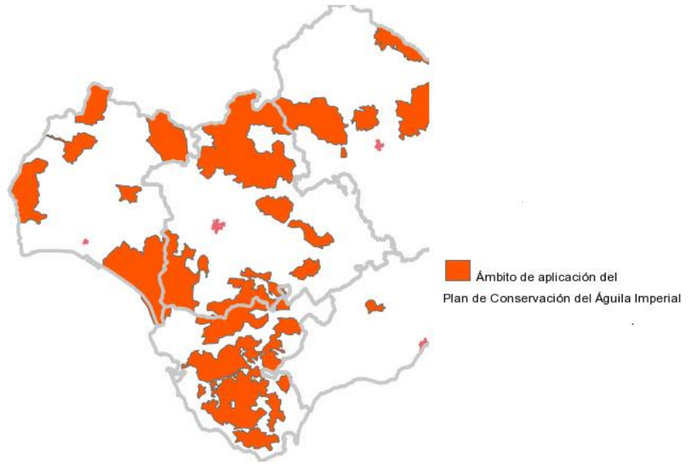



**Ilustración 93. Ámbito aplicación en Andalucía Occidental del Plan de Conservación del Águila imperial. Fuente: Rediam. Junta de Andalucía**

Además tiene una gran relevancia para el intercambio genético de las poblaciones de algunas de las especies más amenazadas de la Península Ibérica como *Aquila adalberti, Aegypius monachus, Ciconia nigra, Circus pygargus, Hieraaetus fasciatus, Petromyzon marinu*s y conforma un área potencial para *Lynx padinus y Acipenser sturio*.

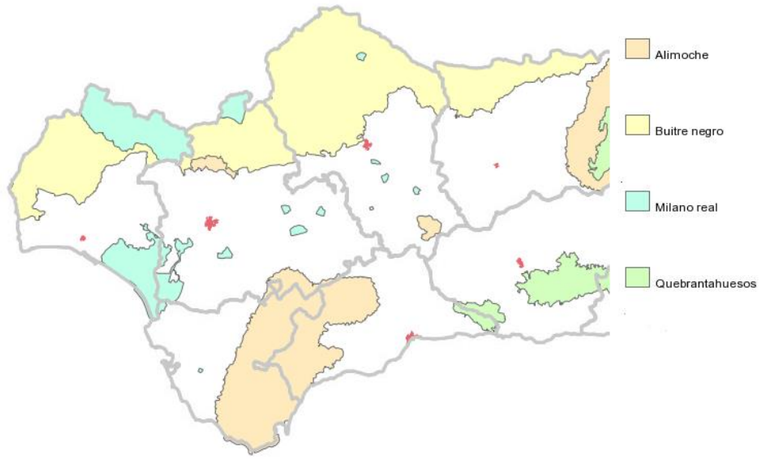



**Ilustración 94. Ámbito aplicación en Andalucía Occidental del Plan de Conservación Aves Necrófagas. Fuente: Rediam. Junta de Andalucía.**

La Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental también juega un papel muy importante en la conservación de una especie de helecho en peligro de extinción, *Marsilea batardae* y una vulnerable, *Isoetes durieu*. La fragmentación de los medios naturales en los que viven estas especies hacen que la red hídrica del ámbito de la ZEC, pueda jugar un papel importante en la conectividad entre las poblaciones de aguas arriba del ámbito de la Zona de Especial Protección (ZEC) y el curso bajo del Guadiana recolonizando ubicaciones donde ha desaparecido.

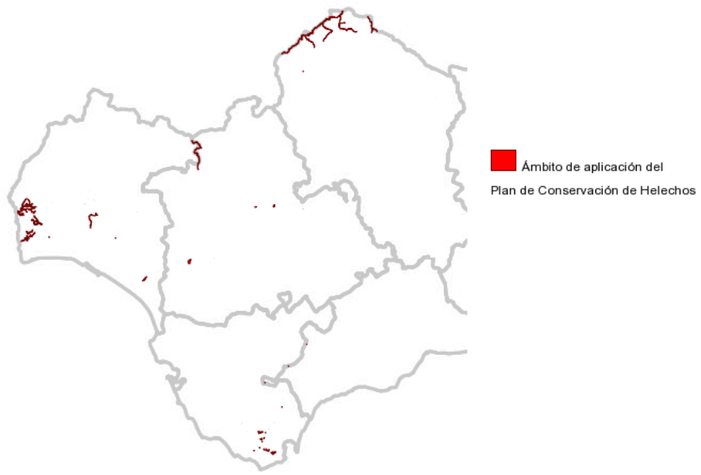



**Ilustración 95. Ámbito aplicación en Andalucía Occidental del Plan de Conservación de Helechos. Fuente: Rediam. Junta de Andalucía.**

### 12.6.2. Área de conexión entre espacios de la red Natura 2000

La Zona de Especial Protección (ZEC) sirve como conexión entre espacios de la Red Natura 2000, en especial Sierra Morena y los relacionados con el río Guadiana, incluyendo los espacios naturales portugueses Parque Natural Vale do Guadiana y Lugar de Interés Comunitario Guadiana.

Los Espacios Naturales Protegidos “Río Guadiana y ribera del Chanza” junco con “Rivera de Chanza”, pertenecientes hidrográficamente a la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, son contiguos a la Zona de Especial Protección (ZEC). Ambos, con carácter general, comparten las especies acuáticas con la red hidrográfica del ámbito del Plan: *Petromyzon marinus, Barbus comiza, Alosa alosa, Pseudochondrostoma willkommii, Iberochondrostoma lemmingii, Barbus comiza*, mamíferos como *Lutra lutra*, etc.

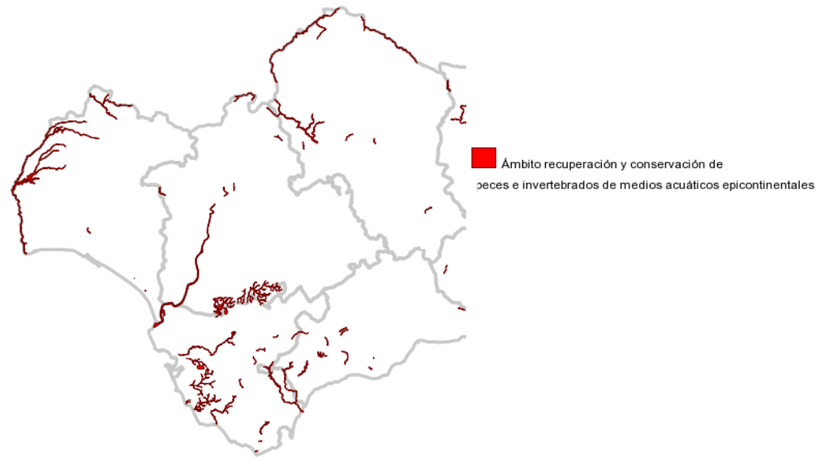



**Ilustración 96. Ámbito aplicación en Andalucía Occidental del Plan de Recuperación y Conservación de peces e invertebrados en medios acuáticos intercontinentales. Fuente: Rediam. Junta de Andalucía.**

El Paraje Natural Sierra Pelada y Rivera del Aserrador ubicado a 17 kilómetros al Norte de la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental alberga especies tales como A*egypius monachus, Neophron percnopterus, Circus pygargus, Hieraaetus pennatus, Aquila chrysaetos, Milvus milvus, Ciconia nigra, Milvus migrans* y *Gyps fulvus*.




**Ilustración 97. Ubicación de Espacios Red Natura en las proximidades de la ZEC Andévalo Occidental.**

### 12.6.3. Afección a los procesos ecológicos por la ejecución de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre

12.6.3.1. Planes de Conservación y Recuperación de especies

La metodología empleada para poder determinar las afecciones de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre respeto a los Planes de Conservación y Recuperación de especies se basa en georreferenciar la traza del túnel respecto a los mapas WMS representativos del ámbito de aplicación de cada plan.

Los mapas los ofrece la Red Rediam de la Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, en la siguiente dirección web:

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.aedc2250f6db83cf8ca78ca731525ea0/?vgnextoid=b8912447ce064510VgnVCM2000000624e50aRCRD

A) Plan de Conservación de aves esteparias

Las aves que pudieran verse afectadas son la ganga ortega y la avutarda, el resto de especies que se incluyen en el ámbito de aplicación este plan de conservación no tienen áreas en la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental.

A continuación se aporta detalle de estas áreas.

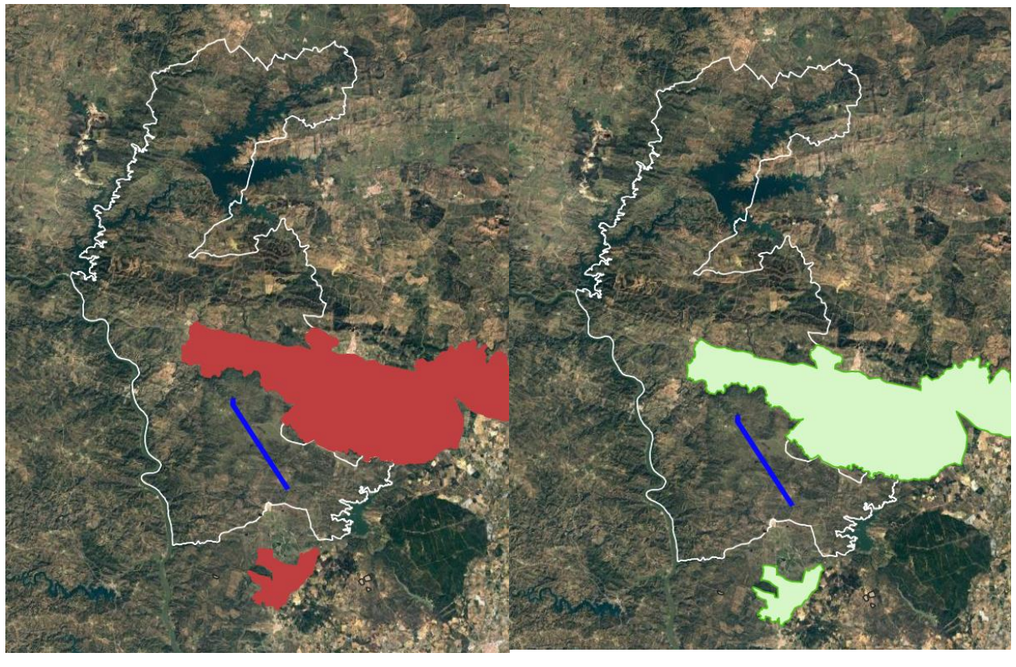


**Ilustración 98. Plan de Conservación de Aves esteparias en la ZEC. La zona de color rojo indica área de Avutarda y la de color verde la de Ganga Ortega mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.**

Se puede ver que la traza del túnel no afecta a las áreas de aplicación de plan de conservación por lo que las obras no impactan sobre éste.

B) Plan de Conservación Lince Ibérico.

Toda la ZEC se encuentra dentro del ámbito territorial del Plan de Conservación del Lince Ibérico como zona de expansión potencial de este mamífero; lo que incluye la traza del túnel.

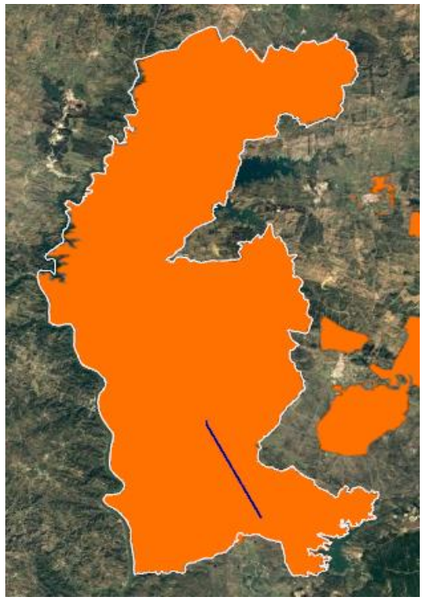


**Ilustración 99. Plan de Conservación de Lince Ibérico en la ZEC. El área de color naranja indica área potencial mientras que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre**

Teniendo en cuenta que:

- Aun siendo de gran importancia, el área que ocupa la Zona de Especial Protección (ZEC) se considera dentro del Plan como potencial y no crítica.
- La mayor parte de las obras son soterradas y solo una de las bocas ocupan una pequeña superficie de dehesas (que se puede considerar hábitats de campeo, refugio y reproducción de especies de fauna de la zona) cuya afección queda minimizada por las medidas preventivas y correctoras que aparecen en el punto 8 de este Documento Ambiental.
- La construcción del túnel se evita el efecto barrera que otro tipo de infraestructura para transporte de agua (tipo canal) provoca.
- Las medidas preventivas y correctoras previstas en el punto 8 de este Documento Ambiental, y en especial las destinadas a evitar la generación de ruidos y la adecuación de las fechas a los ciclos biológicos de la fauna silvestre.
- La aplicación de las medidas preventivas y correctoras quedan aseguradas por la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental, que viene descrito en el apartado 9 de este Documento Ambiental.

Se puede considerar que las obras de construcción del nuevo túnel no afectan de modo significativo a las previsiones del Plan de Conservación Recuperación del Lince ibérico.

C) Plan de Conservación del Águila Imperial.

La totalidad del territorio ocupado por la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental forma parte del ámbito de actuación del Plan de Conservación del Águila Imperial, lo que incluye al túnel de San Silvestre.

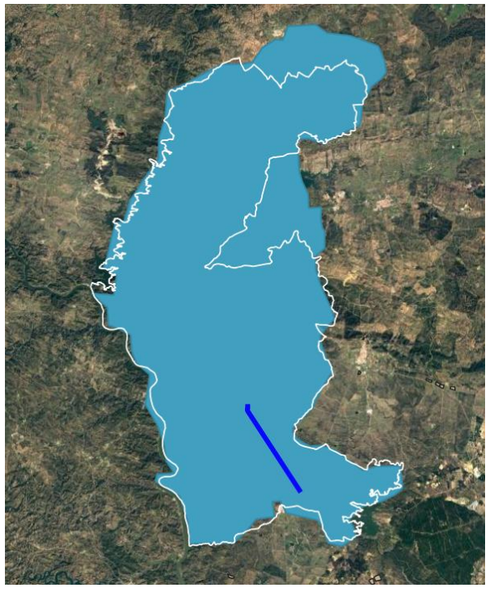


**Ilustración 100. Plan de Conservación del Águila Imperial en la ZEC. El área de color azul indica zona de aplicación del Plan que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.**

Si bien teniendo en cuenta que:

- Las características de la obra cuya mayor parte es bajo tierra lo que hace que las áreas de vuelo y campeo no se vean afectadas a excepción de las bocas entrada y salida.
- Las medidas contempladas en las medidas correctoras y programa de vigilancia ambiental.
- La relativamente escasa ocupación de terrenos respeto al espacio que ocupa el Plan en Andalucía
- Las medidas preventivas y correctoras previstas en el punto 8 de este Documento Ambiental, y en especial las destinadas a evitar la generación de ruidos y la adecuación de las fechas a los ciclos biológicos de la fauna silvestre.

- La aplicación de las medidas preventivas y correctoras quedan aseguradas por la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental, que viene descrito en el apartado 9 de este Documento Ambiental.

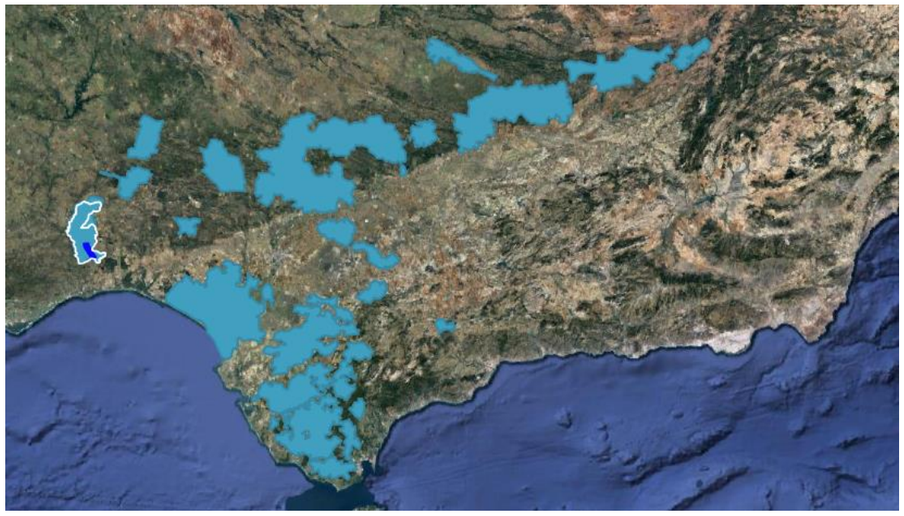


**Ilustración 101. Plan de conservación del águila imperial. Ámbito territorial. Fuente: Rediam**

Se puede considerar que las obras de construcción del nuevo túnel no afectan de modo significativo a las previsiones del Plan de Conservación del Águila Imperial.

D) Plan de Conservación de Aves Necrófagas.

El Plan incluye varias especies en concreto Alimoche, Buitre negro, Milano real y Quebrantahuesos, pero la Zona de Especial Protección (ZEC) solo se ve afectada por el ámbito territorial del Buitre negro.

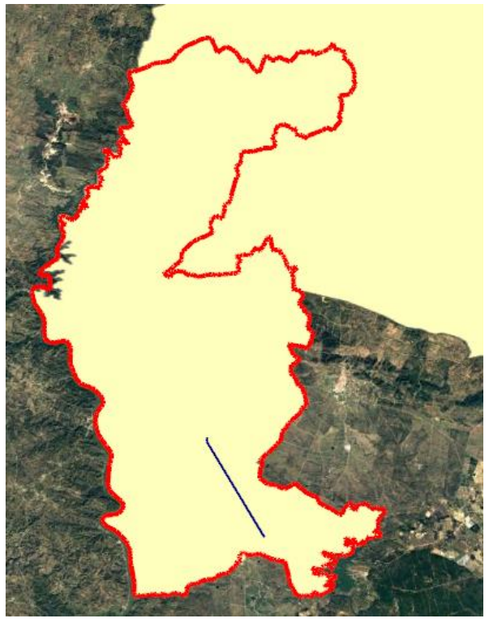


**Ilustración 102. Plan de Conservación de las aves necrófagas. El área de color claro indica zona de aplicación del Plan que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre. Fuente elaboración propia.**

Las obras afectan al ámbito territorial del Plan de conservación de aves necrófagas, para el buitre negro (*Aegypius monachus),* por otra parte y por las mismas razones que las expuestas para el Plan de Conservación del Águila Imperial:

- Las características de la obra cuya mayor parte es bajo tierra lo que hace que las áreas de vuelo y campeo no se vean afectadas a excepción de las bocas entrada y salida.
- Las medidas contempladas en las medidas correctoras y programa de vigilancia ambiental.
- La relativamente escasa ocupación de terrenos respeto al espacio que ocupa el Plan en Andalucía
- Las medidas preventivas y correctoras previstas en el punto 8 de este Documento Ambiental, y en especial las destinadas a evitar la generación de ruidos y la adecuación de las fechas a los ciclos biológicos de la fauna silvestre.
- La aplicación de las medidas preventivas y correctoras quedan aseguradas por la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental, que viene descrito en el apartado 9 de este Documento Ambiental.



**Ilustración 103. Plan de Conservación de aves necrófagas, buitre negro. Ámbito territorial. Fuente Rediam.**

Podemos considerar que las obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre no afectan de modo significativo a las previsiones del Plan de Conservación del Águila Imperial.

E) Plan de Conservación de Helechos.

En la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental existen áreas que forman parte del ámbito de actuación del Plan de Conservación de Helechos, habiendo tres zonas donde es posible que existan afecciones con la traza del túnel de San Silvestre.

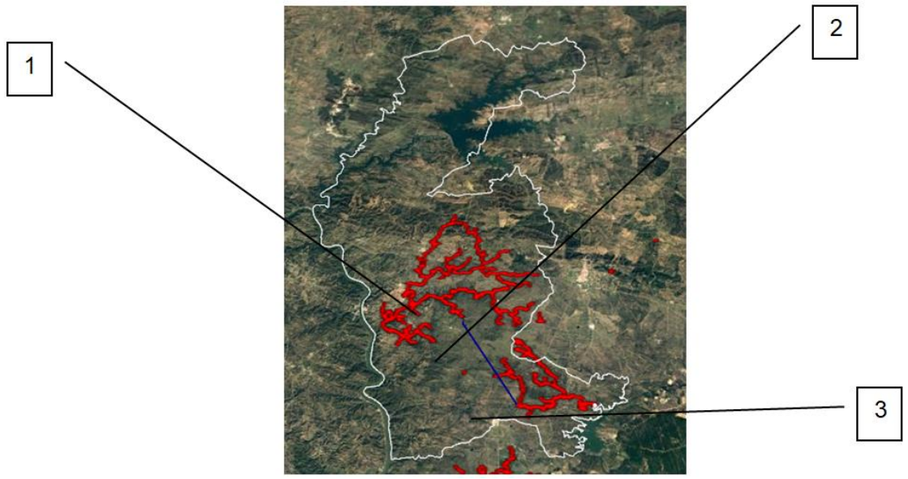



**Ilustración 104. Plan de Conservación de Helechos. El área de color rojo indica zona de aplicación del Plan que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre. Los números son los lugares de posible afección entre ambos.**

Acercándose en detalle a las tres zonas de posible solape entre el espacio ocupado por la traza del túnel y el Plan de conservación de Helechos se observa:

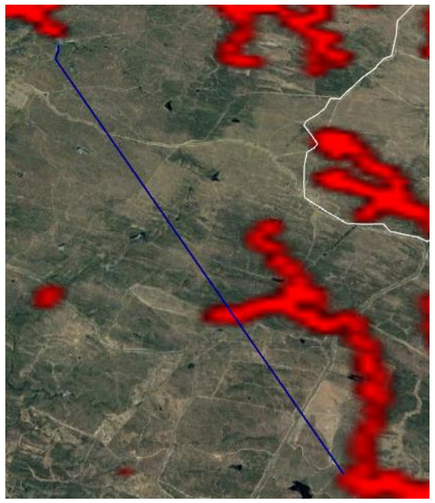
- Zona 1 boca de entrada.



Las obras no afectan al ámbito territorial del Plan de Conservación de Helechos en esta zona.

**Ilustración 105. Zona de conservación de Helechos próxima a la Boca de entrada del Túnel de San Silvestre**

- Zona 2 Centro de la traza.



La traza de la obra afecta al Plan en esta zona.

No obstante las obras en esta parte del trazado se ejecutan bajo tierra por lo que no alteran orografía ni característica alguna en la superficie del terreno, de modo la afección será mínima o nula.

**Ilustración 106. Zona de conservación de Helechos próxima al centro de la traza del Túnel de San Silvestre**

- Zona 3 boca de salida.
  La traza de la obra afecta al Plan en esta zona, en concreto en la unión con el arroyo del Cuco. Pero teniendo en cuenta que:

  - Los trabajos como se observa en la segunda imagen se ejecutan sobre la zona más antropizada del arroyo y en una superficie muy pequeña.
  - La Resolución de 6 de marzo de 2012 (ya caducada) respecto a la Autorización Ambiental Unificada (AAU) del PROYECTO CONSTRUCTIVO DE DESDOBLAMIENTO TÚNEL SAN SILVESTRE (HUELVA) indica en su página 12 " *No se tiene constancia de la presencia de especies de flora catalogada en la zona de trabajo"*.
  - Las medidas correctoras y el programa de vigilancia ambiental contemplan medidas para evitar afecciones a la vegetación.

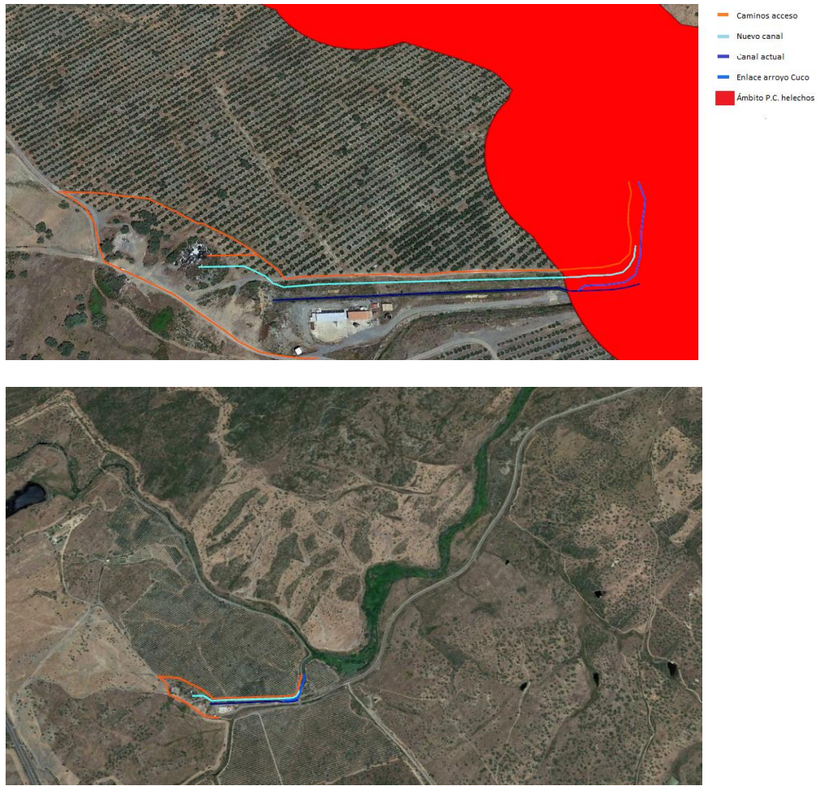



**Ilustración 107. Zona de conservación de Helechos próxima a la Boca de salida del Túnel de San Silvestre**

Por ello se considera que la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre afecta de modo muy puntual a las previsiones del Plan de Conservación de Helechos.

F) <u>Plan de Conservación de peces e invertebrados de medios acuáticos epicontinentales</u>

Tal y como se puede observar en el mapa adjunto no existe afección de las obras al ámbito de este Plan.

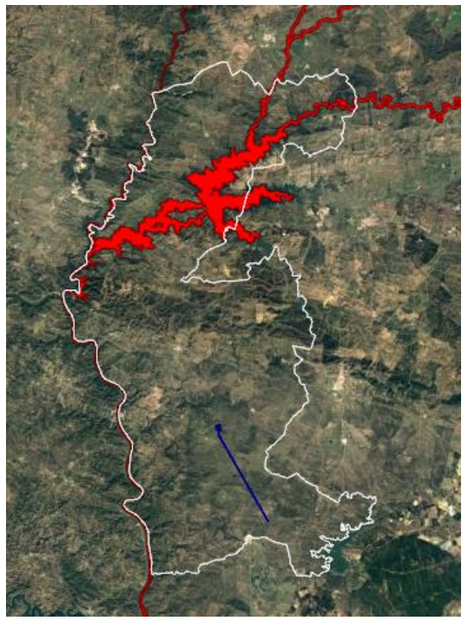


**Ilustración 108. Plan de Conservación de peces e invertebrados de medios acuáticos epicontinentales. El área de color rojo indica zona de aplicación del Plan que la línea azul refleja el lugar ocupado por la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre.**

G) Plan de Conservación de Aves de Humedales

Tal y como se puede observar en el mapa adjunto no existe afección de las obras al ámbito de este Plan.



**Ilustración 109. Plan de Conservación de aves de humedales. Ámbito territorial. Fuente: Elaboración propia. Datos: Rediam. Junta de Andalucía.**

12.6.3.2. Conexión entre espacios de la red Natura 2000

La Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental actúa como conexión entre espacios de la Red Natura 2000.La conectividad y el libre movimiento de la fauna está ligada a la cubierta vegetal, a la presencia de agua y a otros factores del medio. Cualquier infraestructura lineal que atraviese este dominio, se comporta como una barrera con un efecto negativo sobre la fauna de mayor o menor envergadura. Este efecto es conocido como el efecto barrera.

En el caso de la infraestructura proyectada, este efecto no se producirá al tratarse principalmente de un túnel subterráneo, por lo que se evita la existencia de barreras físicas que impliquen la separación de poblaciones a lo se añade la ventaja de que su cruce no entraña ningún riesgo para la fauna terrestre (como es el caso de otras infraestructuras lineales como las carreteras o ferrocarriles).

Tan solo en los canales de entrada y salida del túnel existen obras que puede suponer riesgo para la fauna, por caída al túnel. Para evitarlo se proyecta un cerramiento que ayuda a impedir el acceso a los animales a las zonas no deseadas y así evitar accidentes y se completa con la construcción de rampas para que en el difícil caso que esto ocurra puedan escapar.

Considerando que la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre presenta las siguientes peculiaridades:

- Mínima ocupación de terrenos, tan solo las bocas de entrada y salida, caminos de acceso y área de instalaciones auxiliares.
- La solución aplicada a los caminos de acceso pasa por hacer coincidir su traza con caminos preexistentes prolongarlos solo el mínimo necesario para poder acceder a los canales de entrada y salida.
- El área de instalaciones auxiliares que actualmente está alterada al ser olivar en regadío, una vez finalice la obra será restaurada con vegetación autóctona, por lo que recuperará su función ecológica y facilitará una mayor conectividad
- La implantación de medidas de prevención y correctoras aseguradas por el programa de vigilancia ambiental minimizarán los impactos.

Por las razones expuestas se puede calificar que las obras afectarán de modo muy bajo a la conectividad entre espacios de la Red Natura 2000

**12.7. PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN**

Según lo contenido en el Plan de Gestión de la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental, se identifican las siguientes Prioridades para la gestión y conservación del espacio:

- Aves territoriales.
- Aves esteparias.
- Conectividad ecológica.

**12.7.1. Aves territoriales**

Las aves que se encuentran dentro de esta prioridad de conservación son el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*) águila real (*Aquila Chrysaetos*), la cigüeña negra (*Ciconia nigra*) o el águila perdicera (*Hieraaetus fasciatus*).

Al objeto provocar el menor impacto, y en consonancia con lo recogido en el presente DA, se tomará las siguientes medidas:

- El programa de ejecución de los trabajos se deberá adecuar a los períodos de menor incidencia sobre las especies de la fauna silvestre, exceptuando los periodos críticos de puesta, nidificación o cría (meses de marzo, abril, mayo y junio).
- En caso que se detectase la presencia de alguna especie de valor singular se dará cuenta inmediata a la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible para que ésta aplique las medidas que estime convenientes.

A continuación se analiza de modo específico las afecciones a cada una de las especies.

12.7.1.1. Águila imperial ibérica

En 2011 la Junta de Andalucía aprobó el Plan de Recuperación del Águila imperial ibérica, aprobado por Acuerdo de 18 de enero de 2011, del Consejo de Gobierno. La finalidad del Plan de Recuperación del águila imperial ibérica es alcanzar un tamaño de población y un grado de conservación tal que permita reducir el nivel de amenaza de la especie de la categoría “en peligro de extinción” a la categoría “vulnerable” en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas y para ello se estima necesario que la población andaluza alcance las 100 parejas y que la población española llegue a las 500 parejas, de acuerdo con las recomendaciones del Grupo de Trabajo de la Estrategia Nacional para la Conservación del Águila Imperial.

El Plan recoge diversas actuaciones y medidas que tienen aplicación en la totalidad del ámbito de la Zona de Especial Protección (ZEC) por la idoneidad de los hábitats y su papel como área de dispersión de la población de Doñana.

Atendiendo a lo indicado en el punto 12.6.3.1.C “Planes de Conservación y Recuperación de especies, Águila Imperial” del presente Documento Ambiental se puede considerar que las obras de construcción del nuevo túnel no afectan de modo significativo a las previsiones del Plan de Conservación del Águila Imperial.

12.7.1.2. Águila real

El águila real es una especie sedentaria, típica en las cadenas montañosas peninsulares, aunque en invierno pueden descender en altitud las parejas que crían a mayor altura, mientras que los jóvenes e inmaduros realizan movimientos dispersivos que pueden llevarlos a zonas llanas. Suele nidificar en roca, aunque también se conocen nidos en árboles, fundamentalmente pinos, encinas y alcornoques, siendo los pinos las especies de mayor abundancia en la Zona de Especial Protección (ZEC).

El Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación Andévalo Occidental publicado por la Consejería de Medio Ambiente contiene lo siguiente “*los censos de águila real (Aquila chrysaetos), muestran cuatro territorios ocupados de reproducción y nidificación desde el año 2002. Dos de estos territorios se localizan en Puebla de Guzmán (zona del Cerro de Gibraltar y entorno del Chanza), otro en Los Romeranos, en San Silvestre de Guzmán y el cuarto en Los Millares en Sanlúcar de Guadiana siendo este último el núcleo más recientemente ocupado (año 2011)*”

La obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre se encuentra ubicada en la finca los Millares por lo que, en principio y sin poder contrastar mayor detalle territorial, se podría considerar que podría afectar al cuarto núcleo de nidificación.

Sin embargo la obra presenta una baja extensión superficial que altere el encinar (zonas de campeo y nidificación preferente) tan solo afectará en los falsos túneles y su zona de afección y caminos de servicio, donde se encuentran alrededor de 250 ejemplares de encinas las cuales se prevé el trasplante de las que sean aptas para ello.

Atendiendo a lo expuesto, junto con la presencia de las correspondientes medidas correctoras que se aplicaran conforme lo estipulado en el presente Documento Ambiental se puede considerar que las afecciones de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre al Águila real es baja.

12.7.1.3. Cigüeña negra

La cigüeña negra se distribuye mundialmente por la región paleártica, Sureste asiático y África mientras que en España ocupa el cuadrante Suroccidental. Aunque se vienen observando hábitos cada vez más sedentarios, las poblaciones europeas son territoriales parcialmente migradoras desde el África subsahariana. En Andalucía su área de distribución se sitúa al Norte del valle del Guadalquivir ocupando la práctica totalidad de Sierra Morena y el Andévalo.

El Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación Andévalo Occidental publicado por la Consejería de Medio Ambiente indica "*En la ZEC y su entorno próximo se han identificado tres territorios de cigüeña negra (Ciconia nigra). Uno está localizado en la zona de Los Millares en el término de Sanlúcar del Guadiana. Este núcleo viene siendo ocupado desde el año 2009. Otro de los territorios se localiza en El Madroñal, municipio de El Almendro, y corresponde con el último territorio ocupado en el ámbito del Plan. Por último, existe otro núcleo en el término municipal de la Puebla de Guzmán a poco más de un kilómetro del límite de la ZEC. En este caso el territorio, también ocupado en los últimos años (desde el 2009) acoge tres nidos. Así mismo, se han identificado dos dormideros de cigüeña negra. En uno de ellos, situado en el término municipal de Cartaya, concretamente en la margen del embalse del Piedras se censaron en 2007 14 individuos. El otro en El Almendro, a unos 6 km de la ZEC, en el que se ha censado un único ejemplar en el año 2008".*

A lo que se puede añadir lo que considera el documento también publicado por la Consejería de Medio Ambiente en 2015 denominado valores ambientales de la Zona Especial de Conservación Andévalo Occidental "*Al territorio ocupado con presencia contrastada en 2009 y 2010 se ha sumado uno nuevo en 2012 en el territorio entre el embalse del Chanza y el del Andévalo, en el término municipal de El Almendro. Relativamente cerca del límite oriental de la ZEC se encuentra otro territorio de cigüeña negra para el que se observa una tendencia similar con hasta tres nidos registrados en 2012".*

La obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre se encuentra alejada de los lugares referidos en ambos documentos por lo que se puede considerar que las afecciones de la obra a la cigüeña negra son muy bajas.

12.7.1.4. Águila perdicera

Respecto al águila perdicera, su área de distribución global es fundamentalmente tropical y subtropical abarcando el Sureste asiático, Medio Este y Mediterráneo donde es más escasa. En España se distribuye de forma bastante irregular, ocupando preferentemente toda la orla mediterránea y los macizos montañosos interiores salvo el Macizo Galaico-Portugués y la Cordillera Cantábrica. En Andalucía se distribuye por las cordilleras Penibética y Subbéticas, y Sierra Morena, existiendo parejas en las ocho provincias.

El Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación Andévalo Occidental afirma "*Se detecta una única pareja de águila perdicera (Hieraaetus fasciatus), en la frontera del espacio con Portugal, en el municipio de San Silvestre de Guzmán. Tienen un nido estable desde 2008 y en 2010 aparece una pareja reproductora*".

Esta información se completa con lo que contiene la publicación Valores Ambientales de la Zona Especial de Conservación Andévalo Occidental "*En el ámbito de la ZEC se tiene registro de un territorio con presencia constante de una pareja desde 2008. El nido se sitúa en el municipio de San Silvestre de Guzmán a unos 600 m del cauce del Guadiana".*

La lejanía de la obra al lugar de nidificación, junto con la poca superficie a cielo abierto que ocupa y la implantación de medidas correctoras hacen que el impacto sobre el Águila perdicera sea muy bajo.

**12.7.2. Aves esteparias**

La prioridad de conservación en la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental se agrupa en las especies avutarda común (*Otis tarda*), ganga ortega (*Pterocles orientalis*) y sisón común (*Tetrax tetrax*).

El Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación Andévalo Occidental publicado por la Consejería de Medio Ambiente recoge:

"*En relación con las aves esteparias, los pastizales mezclados con jarales y dehesas de baja densidad y parcelas agrícolas de la ZEC hacen que parte de su superficie se encuentre dentro del ámbito de aplicación del Plan de recuperación de aves esteparias. Esta área es especialmente importante para la avutarda (Otis tarda) donde se ha observado su presencia en varias localizaciones muy próxima a los límites de la ZEC: unos 3-5 kilómetros en Villanueva de los Castillejos y unos 2 km en Villablanca y Ayamonte. Dentro de sus límites también se ha confirmado la presencia de otras dos aves esteparias: sisón común (Tetrax tetrax) y ganga ortega (Pterocles orientalis).*

*Las poblaciones de sisón son destacables en cuanto a número de ejemplares (puntos de muestreo realizados por transecto) y se localizan tanto dentro del espacio (El Granado, Paymogo y Villanueva de los Castillejos) como en las proximidades de éste (Villanueva de los Castillejos, Puebla de Guzmán y Villablanca). Se ha confirmado la presencia de ganga ortega dentro de la ZEC (El Granado) y en las proximidades de la ZEC, justo en el límite en el municipio de Villanueva de los Castillejos, en 2007 y 2008. Los muestreos en 2010 destacan su aparición cercana a la zona central de la ZEC Andévalo Occidental, el mantenimiento de los núcleos al Sur del espacio y su detección en la zona Norte, fuera de la ZEC.*

*Todos estos datos arrojados por las campañas de seguimiento de esteparias han conducido a que parte de la ZEC Andévalo Occidental se considere como ámbito de aplicación del Plan*

*de Recuperación y Conservación de Aves Esteparias (Villanueva de los Castillejos El Granado y San Silvestre de Guzmán). Asimismo, resulta un área de interés para las aves en migración*".

Además el documento denominado Valores Ambientales de la Zona Especial de Conservación Andévalo Occidental hace referencia a estas aves esteparias y su presencia en la Zona de Especial Protección (ZEC) individualizando en las especies, así:

*Avutarda*

*Es el ave más pesada de Europa y se distribuye por la región paleártica. En España se encuentra en la región mediterránea excepto en la costa mediterránea. Se trata de una especie migradora de corta distancia. Ocupa hábitats típicamente esteparios y nidifica directamente sobre el suelo en zonas llanas con alta diversidad de usos del suelo con una fuerte componente agrícola.*

*Las principales presiones que sufre la especie están relacionadas con los cambios de usos del suelos y las infraestructuras energéticas, concretamente, mortalidad por colisión con tendidos eléctricos y aerogeneradores.*

*Estas amenazas generales se concretan en la* Zona de Especial Protección (ZEC) *Andévalo Occidental en el detrimento de la labor de secano y baldíos frente a los nuevos regadíos y, en la profusión de aerogeneradores y tendidos asociados a la* Zona de Especial Protección (ZEC).

*Ganga ortega*

*El área de distribución de la ganga ortega es circunmediterránea, hasta Pakistán y China. En España ocupa la Meseta Norte y Sur, valle del Ebro, Extremadura y Andalucía.*

*A pesar del retroceso de la población de la especie en el ámbito provincial, dentro de la Zona del Ámbito de Aplicación del Plan de Recuperación de Aves Esteparias Andévalo Occidental, el Índice de Tendencia Espacial, que expresa la tendencia de una especie a desaparecer de un área dada, se cifra en 1 lo que se interpreta como especie sin cambios. Por otro lado las mayores densidades provinciales (3,57 aves/km$^2$) se han obtenido en Los Baldíos (El Granado), dentro de la* Zona de Especial Protección (ZEC)*. Los principales factores que amenazan a la especie en el ámbito de la* Zona de Especial Protección (ZEC) *están relacionados con el cambio de usos del suelo de pastizal con matorral a cultivos leñosos y repoblaciones forestales; con la caza furtiva y de depredación de nidos.*

*Sisón común*

*La distribución mundial del sisón común corresponde al área paleártica, muy fragmentada, desde la Península Ibérica y Marruecos hasta China occidental. En España comprende las dos Castillas, Extremadura, Madrid, valle del Ebro y Andalucía.*

*Su hábitat tanto de nidificación como de campeo corresponde con medios esteparios con mosaico de vegetación baja, pastizales y cultivos herbáceos de cereal."*

Podemos afirmar que los impactos que se puedan producir estas especies se circunscriben a los territorios de la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental que se ubiquen en el ámbito de aplicación del Plan de recuperación y conservación de aves esteparias.

El presente Documento Ambiental contiene en su punto 12.6.3.1.A "Planes de Conservación y Recuperación de especies, Aves Esteparias" un análisis de la ubicación de las obras de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre con respecto al ámbito de aplicación de dicho Plan, concluyendo que no existen coincidencias territoriales entre ambos, por lo que la afección de las obras a la conservación de aves esteparias es nula.

**12.7.3. Conectividad ecológica**

La conectividad ecológica entre distintos espacios y especies red Natura 2000 constituye un elemento territorial de vital importancia en el marco de la Red Ecológica Europea Natura 2000. La Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental, se presenta como un elemento conector entre los distintos hábitats presentes en el espacio y una vía de comunicación que permite el desplazamiento y refugio de especies.

El Plan de Gestión de la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental y el documento Valores Ambientales de la Zona Especial de Conservación Andévalo Occidental realizan una distinción entre el corredor terrestre y acuático.

12.7.3.1. Corredor terrestre

En su componente terrestre, el espacio es un elemento conector entre los distintos hábitats presentes y una vía de comunicación que permite el desplazamiento y refugio de especies.

La ZEC se presenta como un área potencial para *Lynx pardinus* que podría permitir el intercambio genético de una de las especies más amenazadas de la Península Ibérica, cuya conservación mundial depende en gran medida de áreas que conecten entre sí .

Este aspecto ha sido ya analizado en el punto 12.6.3.1.B "Planes de Conservación y Recuperación de especies, Lince Ibérico", donde se ha reflejado que debido a las

características del proyecto, su solución constructiva y la aplicación de medidas correctoras, la afección de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre respecto al lince ibérico es baja.

Así mismo, parte del espacio se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Plan de Recuperación y Conservación de Aves Esteparias, el cual incluye muy próximo a la ZEC a uno de los dos núcleos reproductores de Otis tarda en Huelva. La influencia de la obra dentro de estos aspectos ha sido desarrollada en los puntos anteriores con la conclusión de la muy baja nula creación de impactos

Tanto el Plan de gestión de la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental como su Valoración Ambiental afirman que la conectividad en el corredor terrestre en la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental se basa en la presencia de los siguientes Hábitats de Interés Comunitario:

- 4030. Brezales secos europeos.
- 5330. Matorrales mediterráneos y preestépicos.
- 6310. Dehesas perennifolias de Quercus spp.
- 8220. Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica.
- 8230. Roquedos silíceos con vegetación pionera del sedo-scleranthion o del sedo albi-veronicion *dillenii.*
- 9340. Encinares de *Quercus rotundifolia.*

Este Documento Ambiental incluye en los puntos 12.5.2 “Ubicación de hábitats de interés comunitario respecto a la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre” y 12.5.3 “Afección a los de hábitats de interés comunitario por la ejecución de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre” la incidencia de las obras sobre los Hábitats de Interés Comunitario, concluyendo que de éstos solo afecta a uno, en concreto:

- 6310. Dehesas perennifolias de *Quercus spp.*

En el referido punto 12.5.3 del presente Documento Ambiental se concluye que el impacto de las obras sobre éste Hábitat de Interés Comunitario es muy bajo debido a que la superficie que ocupa es muy pequeño (dado que la mayor parte de la obra se ejecuta bajo tierra) y que éste quedará corregido con la reposición y trasplante de encinas que se prevén en la medidas preventivas y correctoras.

12.7.3.2. Corredor acuático

La Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental, en su función como corredor acuático, acoge especies piscícolas, anfibios, reptiles, además de mamíferos como *Lutra lutra*, conformándose como medio de dispersión, refugio y alimento para las mismas.

En los documentos de gestión de la Zona de Especial Protección (ZEC) Andévalo Occidental se afirma que los Hábitat de Interés Comunitario vinculados con la función de conectividad ecológica del medio acuático son los siguientes:

- 3150. Lagos eutróficos naturales con vegetación *Magnopotamion o Hydrocharition.*
- 3170. Estanques temporales mediterráneos.
- 6420. Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion-Holoschoenion.*
- 91B0. Fresnedas termófilas de *Fraxinus angustifolia.*
- 92A0. Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba.*
- 92D0. Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (*Nerio-Tamaricetea y Securinegion tinctoriae*).

El presente Documento Ambiental incluye en los puntos 12.5.2 “Ubicación de hábitats de interés comunitario respecto a la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre” y 8.5.3 “Afección a los de hábitats de interés comunitario por la ejecución de la obra de construcción de desdoblamiento túnel de San Silvestre” la incidencia de las obras sobre los Hábitat de Interés Comunitario, concluyendo que de éstos solo afecta a uno, en concreto:

- 92D0-0 Adelfares y tarajales (Nerio-Tamaricetea).

En el referido punto 12.5.3 se concluye que no se prevé que las obras produzcan impactos negativos al Hábitat de Interés Comunitario pues su ejecución no afectará a la superficie donde vegetan las plantas dado que lo que se produce es cruce bajo tierra.

**DIRECCIÓN DE LOS TRABAJOS:**

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

Juan Carlos de Cea. Subdirector General Adjunto de Infraestructura y Tecnología

**EQUIPO REDACTOR:**

Luis Fernández Almiñana
Ingeniero de Caminos

Jorge Lozano Lozano
Ingeniero de Montes





Ana Molina Rojas. Bióloga. Máster en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua

Ana Vindel Gonzalo. Ingeniero Civil

Francisco José Molina. Geólogo

Octubre 2021

Madrid

**GLOSARIO:**

AAU.- Autorización ambiental unificada.

BIP.- Bien de interés patrimonial.

DHTOP.- Demarcación Hidrográfica Tinto, Odiel y Piedras.

DA.- Documento Ambiental.

DO.- Dirección de obra.

ENP.- Espacio Natural Protegido.

EPRN2000.- Espacio Protegido Red Natura 2000

HIC.- Hábitat de interés comunitario.

IAPH.- Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico.

LER.- Lista europea de residuos.

LIC: Lugar de interés comunitario.

MITERD.- Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

PHDHTOP.- Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica Tinto, Odiel y Piedras.

PVA.- Programa de vigilancia ambiental.

RCD.- Residuo de construcción y demolición.

REDIAM.- Red de Información Ambiental de Andalucía.

SCIPA.- Sistema compartido de información del paisaje de Andalucía.

SIMA.- Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía.

TM.- Término municipal.

ZEC.- Zona Especial Conservación.

ZEPA.- Zona especial protección de aves.

# APÉNDICES

# APÉNDICE 1. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

# APÉNDICE 2. PLANOS

**APÉNDICE 2. PLANOS**

1. SITUACIÓN E ÍNDICE
2. PLANTA GENERAL
3. SECCIONES TIPO Y DETALLES
   - 3.1. CONEXIÓN CON AZUD DE MATAVACAS
   - 3.2. CANAL DE ENTRADA
   - 3.3. TÚNEL
   - 3.4. CANAL DE SALIDA
   - 3.5. CANAL DE DESCARGA DEL ALIVIADERO
4. PERFILES LONGITUDINALES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
   - 4.1. CONEXIÓN CON AZUD DE MATAVACAS
   - 4.2. CANAL DE ENTRADA
   - 4.3. TÚNEL
   - 4.4. CANAL DE SALIDA
   - 4.5. CANAL DE DESCARGA DEL ALIVIADERO
   - 4.6. CAMINO
5. VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO
6. ESPACIOS PROTEGIDOS Y PATRIMONIO
   - 6.1. SITUACIÓN
   - 6.2. ZONA DE ESPECIAL CONSERVACIÓN “ANDÉVALO OCCIDENTAL (ES6150010)”
   - 6.3. HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO "FORMACIONES ADEHESADAS PERENNIFOLIAS DE *QUERCUS SPP* - 6310_0"
   - 6.4. HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO “ADELFARES Y TARAJALES (*NERIO-TAMARICETEA*) - 92D0_0"
   - 6.5. HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO. PLANTA DETALLE
   - 6.6. PARTE DEL HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO OCUPADO PLANTA DETALLE
   - 6.7. VÍAS PECUARIAS
7. CAMINOS DE ACCESO Y ÁREAS AUXILIARES
   - 7.1. PLANTA GENERAL
   - 7.2. INSTALACIONES AUXILIARES
     - 7.2.1. PLANTA
     - 7.2.2. PERFIL LONGITUDINAL
   - 7.3. VERTEDEROS DE INERTES
     - 7.3.1. PLANTA
     - 7.3.2. PERFILES TRANSVERSALES
8. MEDIDAS CORRECTORAS
   - 8.1. PLANTA GENERAL
   - 8.2. DETALLES
     - 8.2.1. JALONAMIENTO Y PROTECCIÓN DEL ARBOLADO
     - 8.2.2. BALSA DE DECANTACIÓN DE INSTALACIONES AUXILIARES
     - 8.2.3. BALSA DE DECANTACIÓN Y RECOGIDA DE VERTIDOS DEL TÚNEL
       - 8.2.3.1. DEFINICIÓN ARMADURAS
       - 8.2.3.2. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA
     - 8.2.4. CERRAMIENTO
     - 8.2.5. PLANTA DEL CERRAMIENTO
     - 8.2.6. RAMPA DE SALIDA DE ANIMALES ATRAPADOS Y LAVARRUEDAS

# APÉNDICE 3. SOLICITUD DE OCUPACIÓN DE VÍAS PECUARIAS

# APÉNDICE 4. PLAN DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS

# APÉNDICE 5. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

# APÉNDICE 6. ESTUDIO DE MANEJO Y USO DE MATERIALES PROCEDENTES DEL TÚNEL

# APÉNDICE 7. AUTORIZACIÓN AMBIENTAL UNIFICADA DEL PROYECTO DE DESDOBLAMIENTO DEL TÚNEL DE SAN SILVESTRE, RESOLUCIÓN DE 6 DE MARZO DE 2012

# APÉNDICE 8. EVALUACIÓN DE REPERCUSIONES EN RN2000

# APÉNDICE 9.- SOLICITUD DE SUBSANACIÓN DE INFORMACIÓN EN DOCUMENTO AMBIENTAL