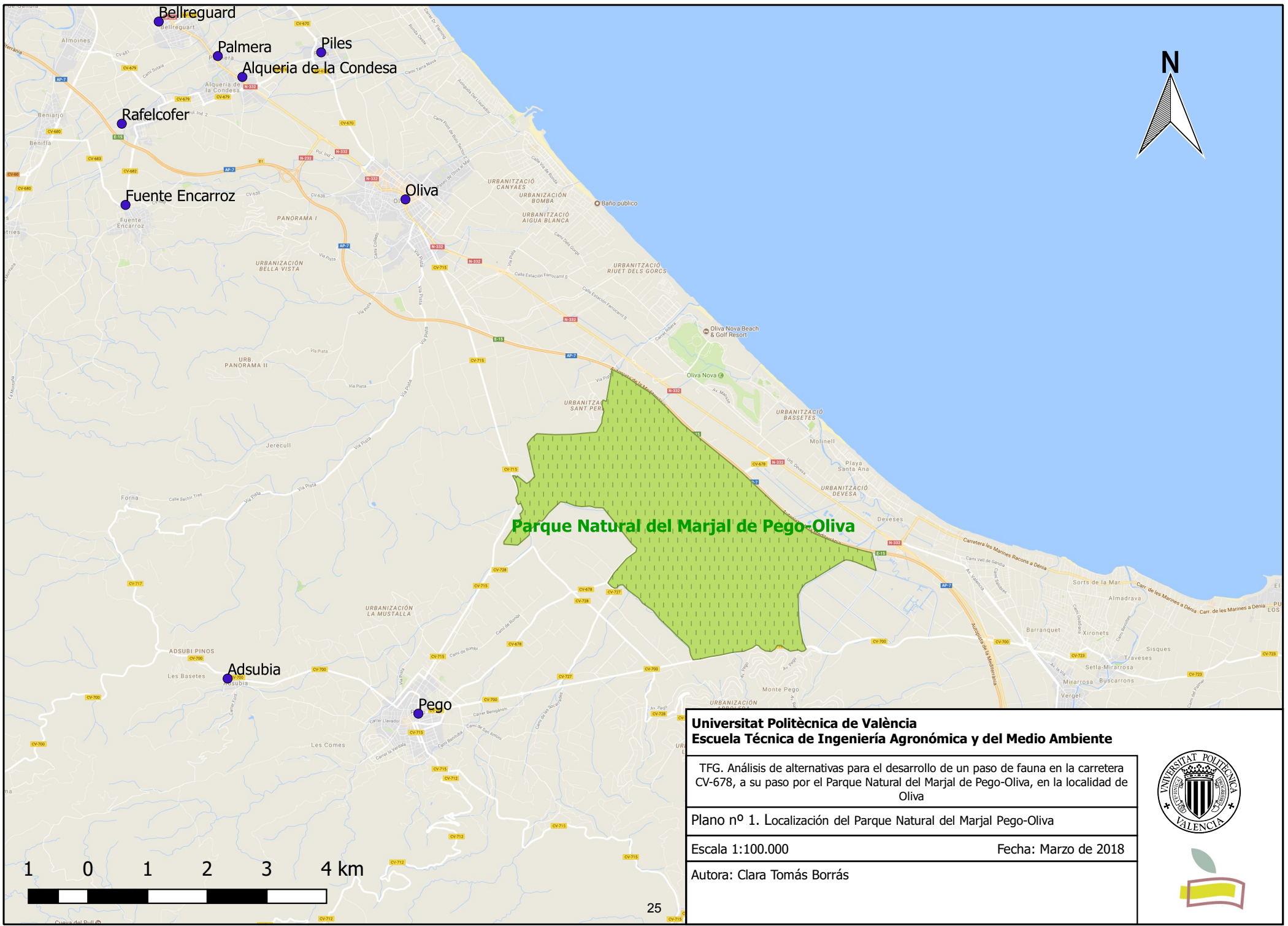


**Anexo I**  
**Mapas de localización y caracterización del Parque Natural del Marjal de**  
**Pego-Oliva**



**Universitat Politècnica de València  
Escuela Técnica de Ingeniería Agronómica y del Medio Ambiente**

TFG. Análisis de alternativas para el desarrollo de un paso de fauna en la carretera CV-678, a su paso por el Parque Natural del Marjal de Pegó-Oliva, en la localidad de Oliva

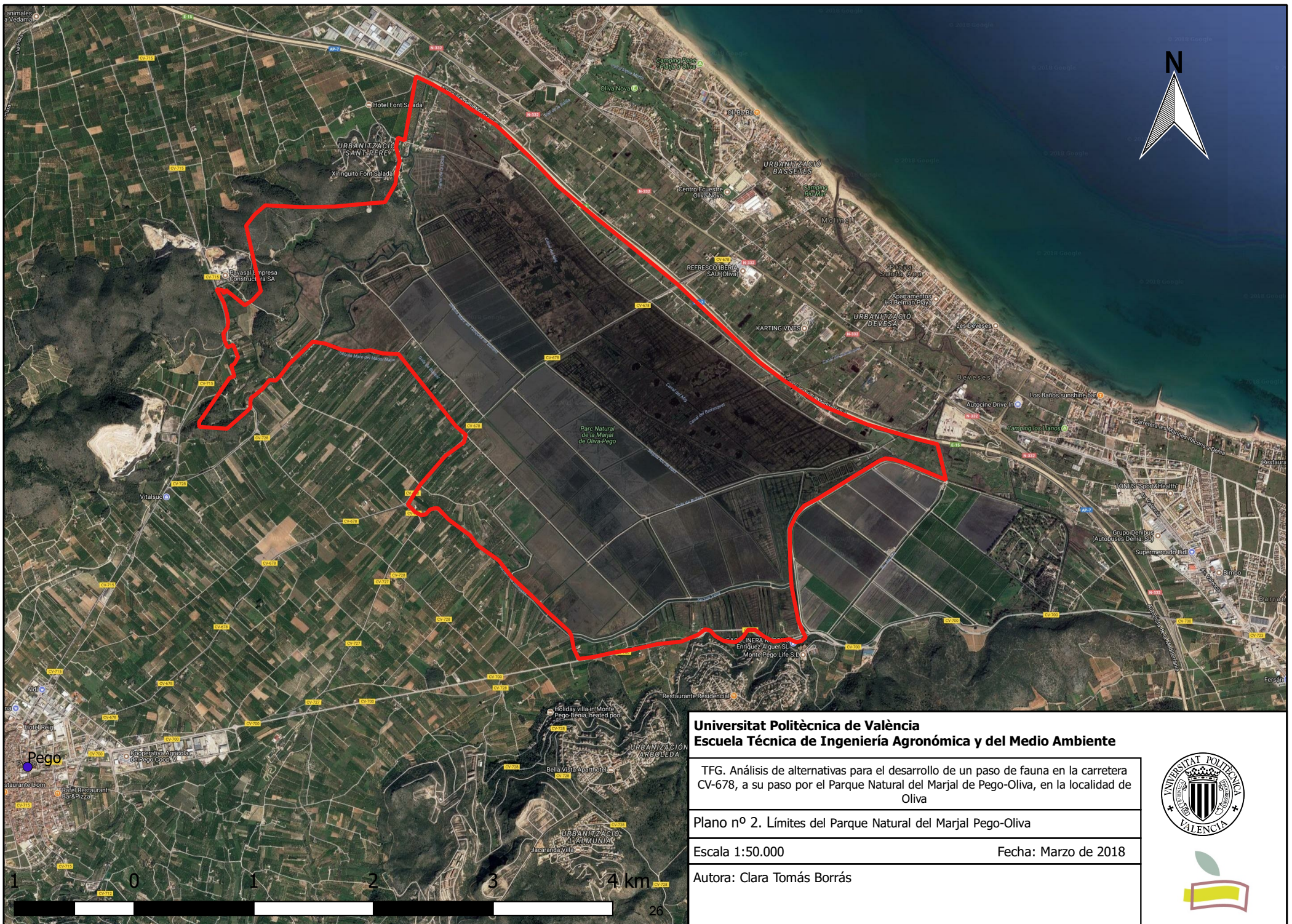
Plano nº 1. Localización del Parque Natural del Marjal Pegó-Oliva

Escala 1:100.000 Fecha: Marzo de 2018

Autora: Clara Tomás Borrás







**Universitat Politècnica de València**  
**Escuela Técnica de Ingeniería Agronómica y del Medio Ambiente**

TFG. Análisis de alternativas para el desarrollo de un paso de fauna en la carretera CV-678, a su paso por el Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva, en la localidad de Oliva

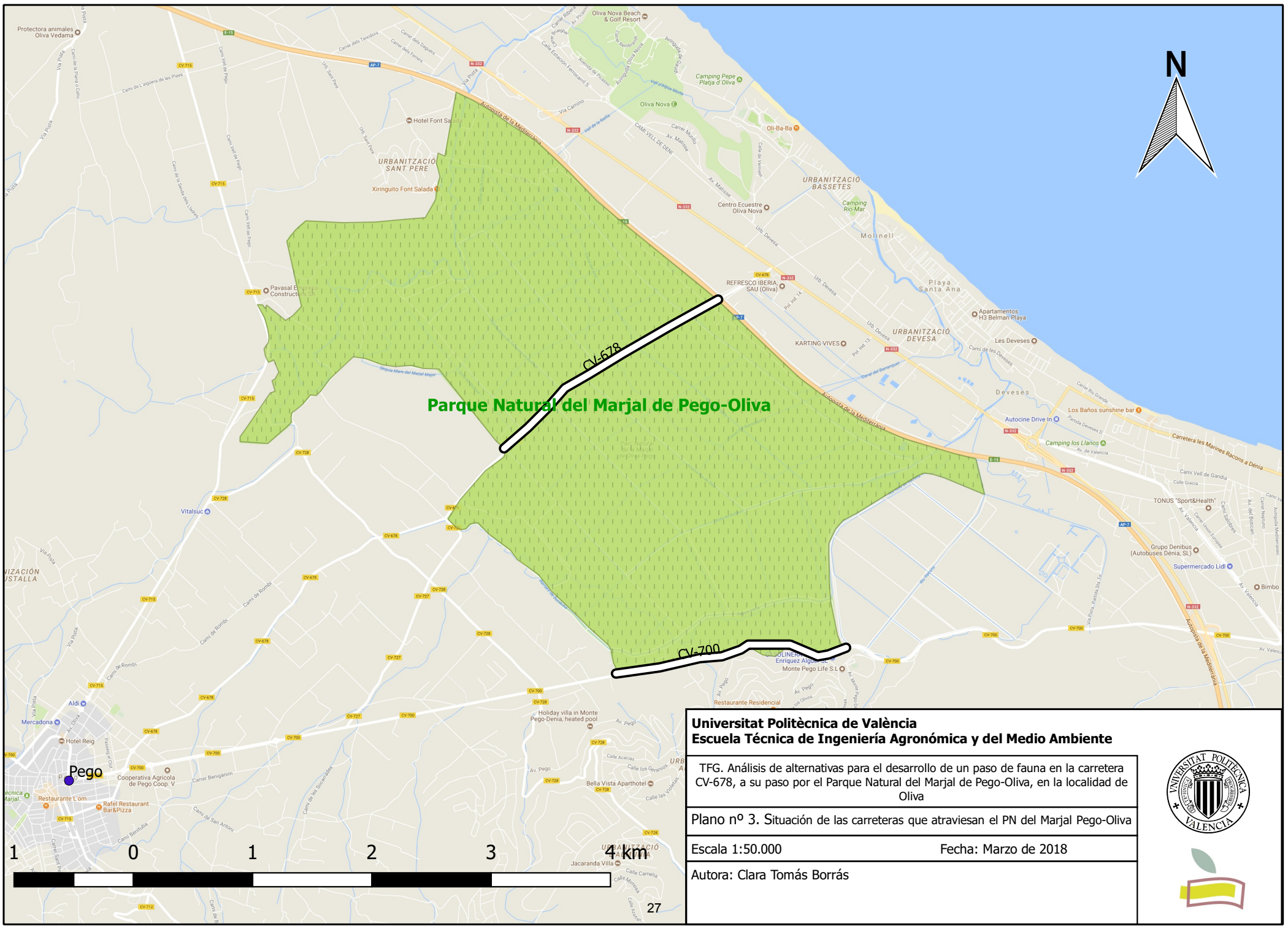
Plano nº 2. Límites del Parque Natural del Marjal Pego-Oliva

Escala 1:50.000 Fecha: Marzo de 2018

Autora: Clara Tomás Borrás







**Parque Natural del Marjal de Pegó-Oliva**

**Universitat Politècnica de València  
Escuela Técnica de Ingeniería Agronómica y del Medio Ambiente**

TFG. Análisis de alternativas para el desarrollo de un paso de fauna en la carretera CV-678, a su paso por el Parque Natural del Marjal de Pegó-Oliva, en la localidad de Oliva

Plano nº 3. Situación de las carreteras que atraviesan el PN del Marjal Pegó-Oliva

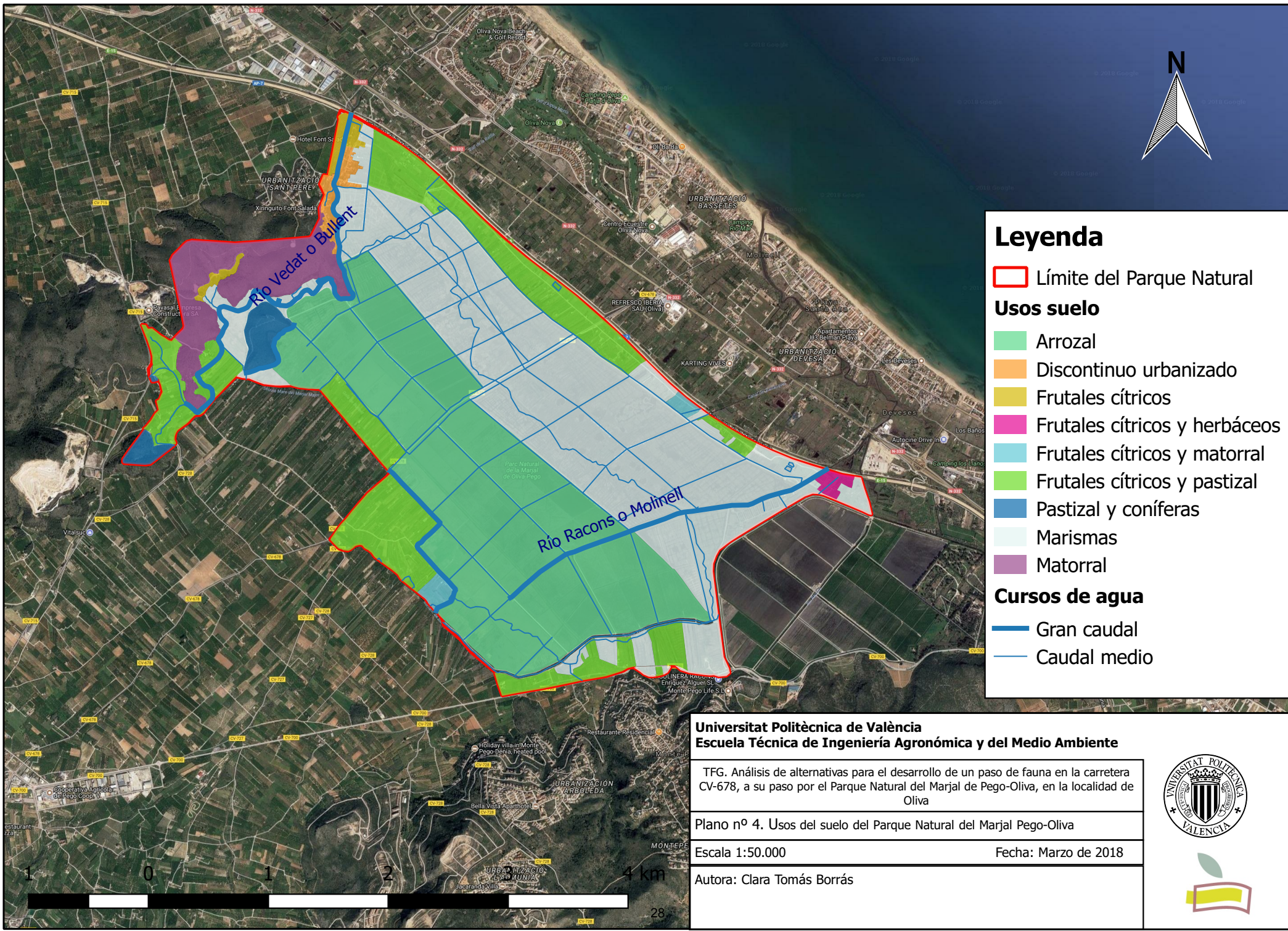
Escala 1:50.000

Fecha: Marzo de 2018

Autora: Clara Tomás Borrás







### Leyenda

Límite del Parque Natural

**Usos suelo**

- Arrozal
- Discontinuo urbanizado
- Frutales cítricos
- Frutales cítricos y herbáceos
- Frutales cítricos y matorral
- Frutales cítricos y pastizal
- Pastizal y coníferas
- Marismas
- Matorral

**Cursos de agua**

- Gran caudal
- Caudal medio

**Universitat Politècnica de València**  
**Escuela Técnica de Ingeniería Agronómica y del Medio Ambiente**

TFG. Análisis de alternativas para el desarrollo de un paso de fauna en la carretera CV-678, a su paso por el Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva, en la localidad de Oliva

Plano nº 4. Usos del suelo del Parque Natural del Marjal Pego-Oliva

Escala 1:50.000 Fecha: Marzo de 2018

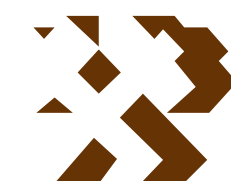
Autora: Clara Tomás Borrás





# MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000



Instituto Geológico y Minero de España

GANDÍA

796

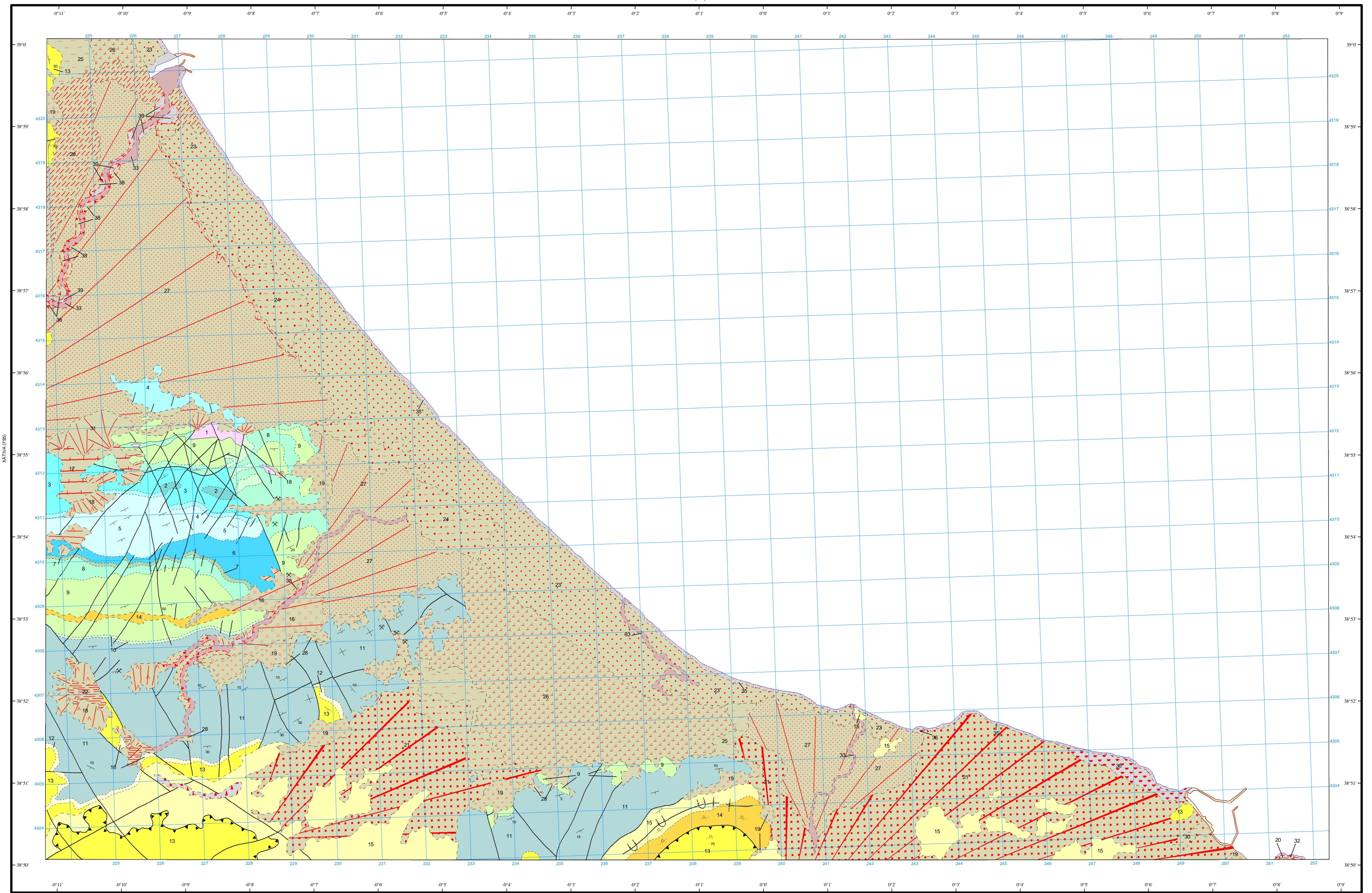
30-31

## LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO	39 Terraza 2m. Arenas, limos y cantos 38 Terraza 5m. Arenas, limos y cantos 37 Terraza 10m. Arenas, limos y cantos 36 Dunas. Arenas sin figur 35 Playa: Arenas con conchas y cordón litoral 34 Aluvial-coluvial: Cantos angulosos y redondeados
	PLEISTOCENO SUPERIOR	33 Aluvial: Depósitos de fondo de rambla
	MEDIO	32 Depósito marino: Arenas grises con fauna 31 Conos de deyección: Cantos subangulosos matriz arcillo-arenosa
TERCIA	NEOGENO INFERIOR	29 Limos de inundación: Limos arenosos y grisáceos 28 Coluvión moderno: Cantos angulosos y arcillas
	MIOCENO MEDIO	27 Abanico aluvial: Arenas arcillosas con cantos redondeados 26 Depósitos de Albufera: Fangos y turba 25 Limos grises de Albufera: Limos arenosos con gaster
CRETACICO	TURONIENSE	24 Limos eólicos: Limos grises con "poupées calcáreas"
	CENOMANIENSE	23 Limos eólicos: Limos grises con "poupées calcáreas"
	ALBIENSE	22 Culetas de descalcificación: Terra rosa 21 Glacis de acumulación: Niveles de arcillas y cantos con costras discontinuas
	APTIENSE	20 Rasa marina: Bancal marino con escaso depósito
	BARREMIENSE	19 Pie de Monte: Arcillas rojas, cantos de caliza angulosos encostrados superficialmente
	HAUTERVIENSE	18 Coluvión antiguo: Arcillas rojas con cantos heterométricos cementados superficialmente
	VALANGINIENSE	17 Calizas pulverulentas: Calizas harinosas y tobáceas
JURASICO	PORTLANDIENSE	16 Manto aluvial antiguo: Conglomerados de cantos de caliza encostrados
	KIMMERIDGIENSE	15 Margas blancas
	OXFORDIENSE	14 Conglomerados 13 Calizas microcristalinas 12 Margas con inoceramus 11 Dolomías masivas
	DOGGER	10 Margas ocreas con Orbitolinas 9 Calizas bioclásticas y dolomías 8 Arcillita margosa 7 Calcarenta y psamita
	KEUPER	6 Calizas y margas 5 Calizas microcristalinas 4 Dolomías 3 Calizas y margas con Ammonites 2 Dolomías y calizas oolíticas 1 Margas irisadas, yesos y calizas

## SIMBOLOS CONVENCIONALES

-----	Contacto concordante	-----	Contacto discordante
-----	Contacto mecánico	-----	Terraza 2m
-----	Terraza 5m	-----	Terraza 10m
-----	Atréptico	-----	Falla conocida
-----	Falla supuesta	-----	Cobalamiento conocido
-----	Sinclinal	-----	Sinclinal supuesto
-----	Sinclinal tumbado	-----	Estratificación subhorizontal
-----	Estratificación invertida	-----	Estratificación
-----	Mina activa	-----	Probable cantil fósil



Área de Sistemas de Información Geocientífica

Escala 1:50.000



Proyección y Cuadrícula UTM. Elipsoide Internacional. Huso 31

NORMAS, DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN DEL I.G.M.E  
AÑO DE REALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA: 1973

Autores: J. L. Goy Goy  
C. Zazo Cardena  
J. de Pedraza Gilsanz  
R. Vegas Martinez  
Dirección y supervisión: J. M. Barón Ruiz de Valdivia (IGME)



## **Anexo II**

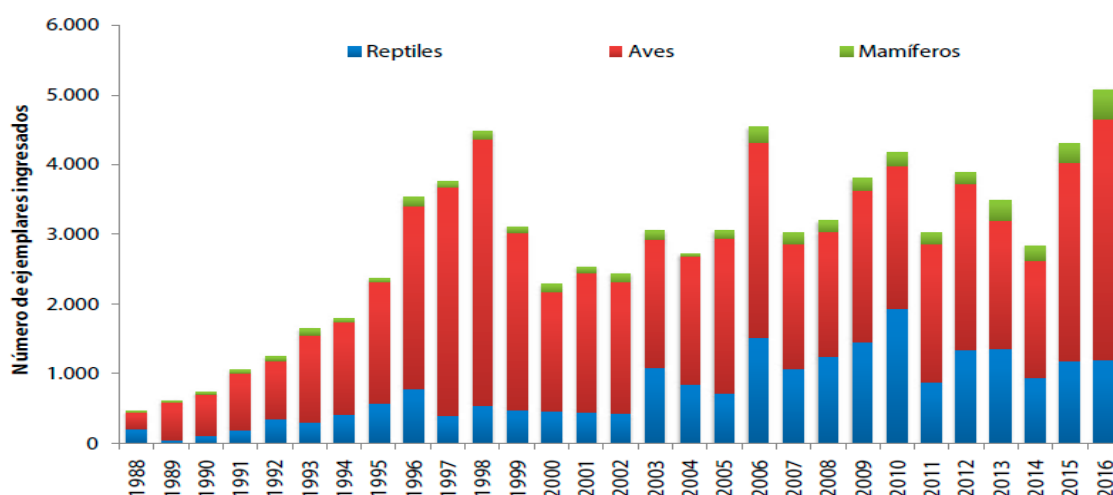
**Datos del Centro de Recuperación de Fauna La Granja de El Saler sobre la fauna recogida en el PN del Marjal de Pegó-Oliva**



El Centro de Recuperación de Fauna La Granja de El Saler, así como todos los centros de recuperación de fauna del Estado, presenta un documento de consulta pública donde se muestran las actividades que se realizan al año en el centro, correspondiente a las recogidas y suelta de animales de la provincia donde se encuentra.

El último año sobre el que se tiene información, el año 2016, pertenece al año que más ingresos registró desde la creación del centro en 1988 con 5093 entradas de animales, observando que el 24% de los ingresos corresponde al grupo de anfibios/reptiles.

Figura 1. Ingresos anuales por grupos zoológicos desde la creación del centro. Fuente: Balance de actividades del Centro de Recuperación de Fauna La Granja de El Saler.



La mayor parte de los ingresos de reptiles se debe a la entrega de tortugas por parte de sus propietarios que las poseen como mascotas. Además, se registraron 47 ingresos de tortugas autóctonas correspondientes a agua dulce en la Comunitat Valenciana: 35 ejemplares de galápagos leproso y 12 ejemplares de galápagos europeo, encontrándose la segunda catalogada como vulnerable.

La estacionalidad de las entradas a la Granja de El Saler aumenta en la estación estival, principalmente debido a una mayor movilización de personas, al pertenecer la provincia de Valencia a un destino turístico elegido por muchos, habiendo más accidentes sobre la fauna. La muerte de progenitores deja innumerables crías huérfanas que son recogidas y trasladadas por los propios ciudadanos a los centros especializados. Otra de las razones, es la intoxicación de aves acuáticas en las zonas húmedas por el descenso de la calidad y cantidad de agua.



Figura 2. Ingresos estacionales del año 2016. Fuente: Balance de actividades del Centro de Recuperación de Fauna La Granja de El Saler.

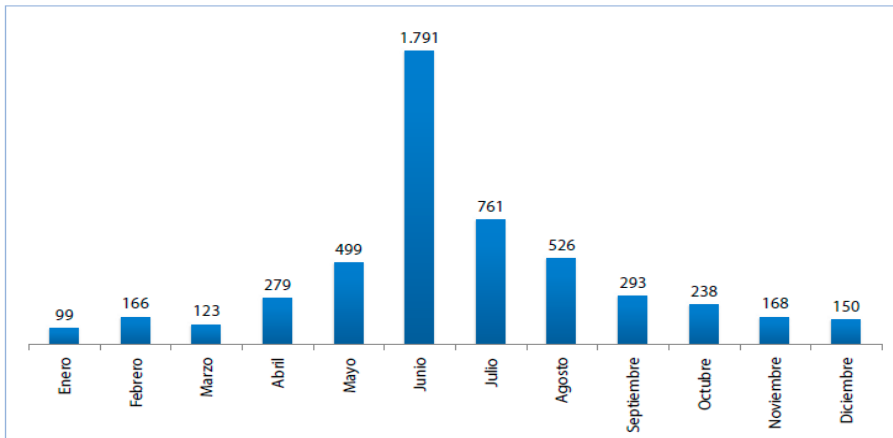
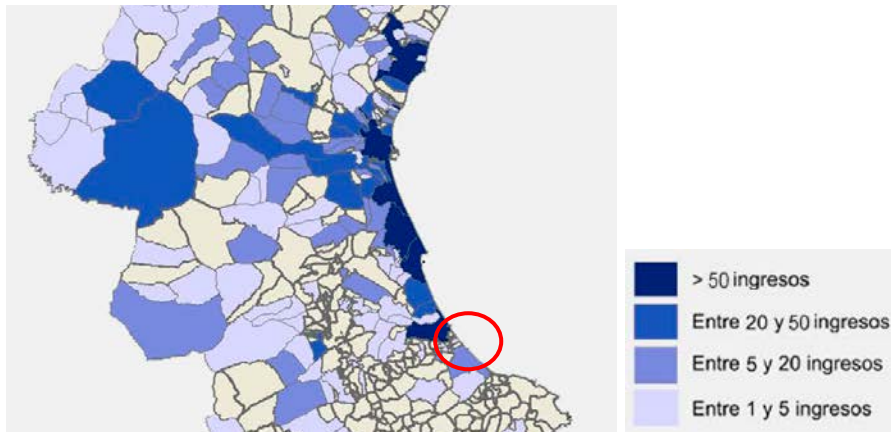


Figura 3. Ingresos por municipios del año 2016 (señalado el municipio de Oliva). Fuente: Balance de actividades del centro de recuperación de fauna La Granja del Saler.



Señalar que gracias a los centros de recuperación como la Granja de El Saler, más del 50% de los ingresos anuales se convierten en salidas a través de la liberación controlada de los individuos recuperados, sirviendo para la realización de jornadas de concienciación hacia el medio ambiente.

Centrando la vista en el PN del Marjal de Pegó-Oliva, la tabla siguiente presenta datos históricos correspondientes al período de 2000-2014 de la recogida de reptiles autóctonos.

FECHA ENTRADA	ESPECIE	CLASE	EDAD	Nº ENTRADA	CAUSA ENTRADA	TIPO ENTRADA	LOCALIDAD	PROVINCIA	TIPO SALIDA
12-nov-02	Emys orbicularis	Reptiles	-	(v)1688/04	Otras causas	Particular	Oliva	Valencia	
06-dic-02	Emys orbicularis	Reptiles	-	v2451/07	Entrega voluntaria por cautividad	OF. Personal Conselleria	Oliva	Valencia	
25-mar-03	Emys orbicularis	Reptiles	-	v1592/10	Otras causas	OF. Personal Conselleria	Pego	Alicante	
23-jun-03	Emys orbicularis	Reptiles	-	v3107/12	Otras causas	OF. Personal Conselleria	Pego	Alicante	
23-jun-03	Emys orbicularis	Reptiles	-	v3108/12	Otras causas	OF. Personal Conselleria	Pego	Alicante	
23-jun-03	Emys orbicularis	Reptiles	-	v3233/12	Hallazgo accidental	Particular	Pego	Alicante	
23-jun-03	Emys orbicularis	Reptiles	-	0476	Otras causas	Particular	Pego	Alicante	
24-sep-03	Emys orbicularis	Reptiles	-	1574/95	Cautividad	Oficial	Pego	Alicante	
22-abr-04	Emys orbicularis	Reptiles	-	(V)0459/04	Hallazgo accidental	Particular	Oliva	Valencia	Traslado
17-jun-04	Malpolon monspessulamus	Reptiles	-	(v)1022/04	Hallazgo accidental	OF. SEPRONA	Oliva	Valencia	Liberación
14-sep-07	Emys orbicularis	Reptiles	-	v1336/07	Trampeo red	OF. Personal Conselleria	Oliva	Valencia	
25-jun-08	Emys orbicularis	Reptiles	-	v1346/07	Trampeo red	OF. Personal Conselleria	Oliva	Valencia	
07-jul-08	Malpolon monspessulamus	Reptiles	-	v1347/07	Trampeo red	OF. Personal Conselleria	Oliva	Valencia	
21-nov-08	Emys orbicularis	Reptiles	-	v2118/07	Trampeo red	OF. Personal Conselleria	Oliva	Valencia	
13-oct-09	Emys orbicularis	A Reptiles	-	v2026/09	Trampeo red	Oficial	Oliva	Valencia	
23-may-10	Mauremys leprosa	Reptiles	-	v2037/09	Trampeo red	Oficial	Pego	Alicante	
11-jun-10	Emys orbicularis	Reptiles	-	v2038/09	Trampeo red	Oficial	Pego	Alicante	
19-nov-10	Emys orbicularis	Reptiles	-	v2620/10	Trampeo red	Particular	Pego	Alicante	
08-mar-11	Emys orbicularis	Reptiles	-	v2622/10	Trampeo red	Particular	Pego	Alicante	
30-ago-12	Emys orbicularis	Reptiles	Juvenil	v0509/11	Trampeo red	OF. Personal Conselleria	Pego	Alicante	En stock
30-ago-12	Emys orbicularis	Reptiles	Juvenil	v0510/11	Trampeo red	OF. Personal Conselleria	Pego	Alicante	En stock
07-sep-12	Emys orbicularis	Reptiles	Juvenil	v0511/11	Trampeo red	OF. Personal Conselleria	Pego	Alicante	En stock
05-nov-12	Emys orbicularis	Reptiles	Juvenil	v0512/11	Trampeo red	OF. Personal Conselleria	Pego	Alicante	En stock
29-abr-14	Emys orbicularis	Reptiles	Juvenil	v0513/11	Trampeo red	OF. Personal Conselleria	Pego	Alicante	En stock

Tabla 1. Reptiles recogidos en el PN del Marjal de Pego-Oliva. Fuente: Datos cedidos por el Centro de Recuperación de Fauna La Granja de El Saler.



### **Anexo III.**

#### **Datos sobre mortalidad de la fauna en el PN del Marjal de Pego-Oliva**

Tabla 2. Número de individuos accidentados por especies dentro del PN del Marjal de Pego-Oliva.  
Fuente: Incidencia de la infraestructura viaria sobre la fauna en tres humedales de la Red Natura 2000 en la Comunitat Valenciana, 2008.

<b>AVES</b>						
Nombre común	Nombre científico	Nº atropellos	D. 32/2044	Directiva hábitat	Directiva aves	Convenio Berna
Carricero común	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	2				ANEXO III
Chotacabras gris	<i>Caprimulgus europaeus</i>	1			ANEXO I	ANEXO III
Chotacabras pardo	<i>Caprimulgus ruficollis</i>	2				ANEXO III
Jilguero	<i>Carduelis carduelis</i>	3				ANEXO III
Verderón	<i>Carduelis chloris</i>	1				ANEXO III
Lúgano	<i>Carduelis spinus</i>	1				ANEXO III
Paloma	<i>Columba sp</i>	1			ANEXO I, II, III	ANEXO III
Garceta común	<i>Egretta garzetta</i>	2			ANEXO I	ANEXO III
Petirrojo	<i>Erithacus rubecula</i>	12				ANEXO III
Polla de agua	<i>Gallinula chloropus</i>	17			ANEXO II.2	ANEXO III
Golondrina común	<i>Hirundo rustica</i>	2				ANEXO III
Avetorillo común	<i>Ixobrychus minutus</i>	1			ANEXO I	ANEXO II
Ruiseñor común	<i>Luscinia megarhynchos</i>	2				ANEXO III
Roquero solitario	<i>Monticola solitarius</i>	1				ANEXO III
Gorrión común	<i>Passer domesticus</i>	14	TUTELADA			
Gorrión común	<i>Passer sp</i>	1	TUTELADA			
Mosquitero común	<i>Phylloscopus collybita</i>	8				ANEXO III
Mosquitero musical	<i>Phylloscopus trochilus</i>	1				ANEXO III
Pájaro moscón	<i>Remiz pendulinus</i>	1				ANEXO III
Avión zapador	<i>Riparia riparia</i>	1	VULNERABLE			ANEXO III
Verdecillo	<i>Serinus serinus</i>	2				ANEXO II
Curruca capirotada	<i>Sylvia atricapilla</i>	1				ANEXO III
Curruca cabecinegra	<i>Sylvia melanocephala</i>	6				ANEXO III
Curruca	<i>Sylvia sp</i>	1				ANEXO III
Mirlo común	<i>Turdus merula</i>	7			ANEXO II.2	ANEXO III
<b>TOTAL</b>		<b>91</b>				
<b>MAMÍFEROS</b>						
Nombre común	Nombre científico	Nº atropellos	D. 32/2044	Directiva hábitat	Directiva aves	Convenio Berna
Rata de agua	<i>Arvicola sapidus</i>	7	PROTEGIDA			
Perro	<i>Canis lupus familiaris</i>	1				
Musaraña	<i>Crociodura rusula</i>	3	PROTEGIDA			ANEXO II, III
Gato	<i>Felis silvestres catus</i>	5				
Comadreja	<i>Mustela nivalis</i>	2	PROTEGIDA			ANEXO III
Conejo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	8				
Murciélago	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	4		ANEXO IV		ANEXO III
Jabalí	<i>Sus scrofa</i>	2				
Zorro	<i>Vulpes vulpes</i>	1				
<b>TOTAL</b>		<b>33</b>				
<b>REPTILES</b>						
Nombre común	Nombre científico	Nº atropellos	D. 32/2044	Directiva hábitat	Directiva aves	Convenio Berna
Tortuga de agua europea	<i>Emys orbicularis</i>	3	VULNERABLE	ANEXO II, IV		ANEXO II
Lagarto ocelado	<i>Lacerta lepida</i>	1	PROTEGIDA			ANEXO II
Culebra bastarda	<i>Malpolon monspessulanus</i>	12	PROTEGIDA			
Culebra	<i>Natrix sp</i>	2				ANEXO III
Lagartija	<i>Podarcis sp</i>	1				ANEXO III
Tortuga de florida	<i>Trachemys scripta</i>	3	TUTELADA			
<b>TOTAL</b>		<b>22</b>				
<b>ANFIBIOS</b>						
Nombre común	Nombre científico	Nº atropellos	D. 32/2044	Directiva hábitat	Directiva aves	Convenio Berna
Rana común	Rana perezi	12	PROTEGIDA	ANEXO V		ANEXO III
<b>TOTAL</b>		<b>12</b>				



## **Anexo IV**

### **Medidas para la reducción del efecto barrera y la mortalidad de la fauna**

En este anexo se exponen las medidas que se utilizan para disminuir los efectos de las infraestructuras sobre el ambiente en el que se encuentran. Cabe señalar que muchas veces sería suficiente con ser más consecuentes y seguir las normas de circulación y su señalización.

Los pasos de fauna y las modificaciones en la infraestructura que posibilitan el desplazamiento seguro de los animales a través de la vía, son las medidas más importantes para mitigar la fragmentación del hábitat de una infraestructura concreta.

De manera más esquemática se pueden observar a continuación las medidas que se vienen usando para minimizar los accidentes sobre la fauna partiendo de sus objetivos.

Siguiendo con los apartados del esquema posterior, se va a realizar una descripción específica de cada medida, siendo estas especificaciones meramente orientativas para poder decidir sobre la mejor solución que ingenieros y técnicos ambientales pueden ajustar a cada situación.

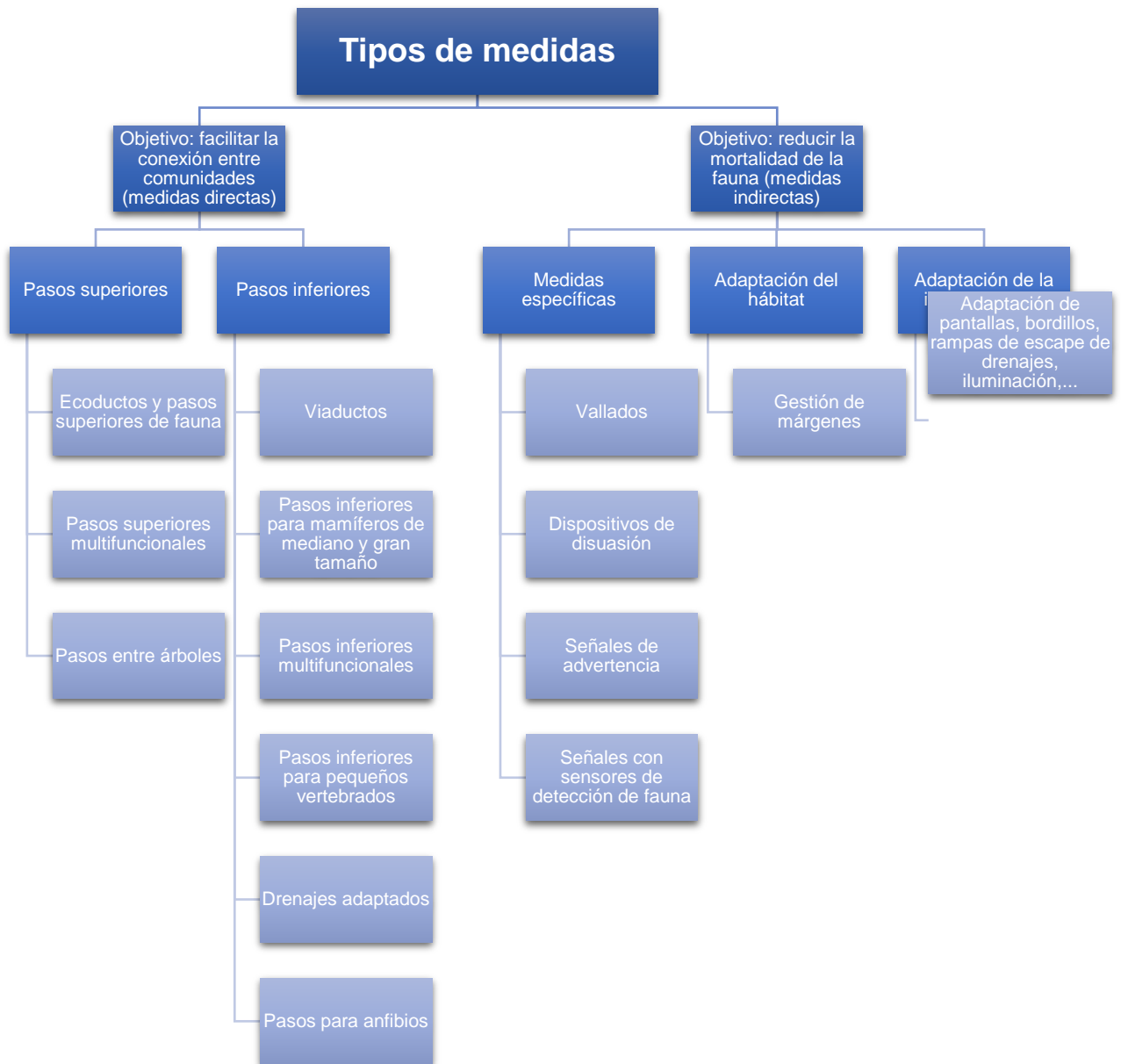
Algunas de las medidas descritas a continuación han sido bien cercioradas y se ha conseguido bastante información sobre su efectividad, mientras que otras más innovadoras todavía se encuentran en fase de desarrollo y seguimiento.

Las medidas o actuaciones para proteger a la fauna de los impactos de la infraestructura de transporte y reducir la fragmentación del hábitat se pueden dividir en dos grupos:

- Medidas directas de conexión sobre la fragmentación de los hábitats divididos por la infraestructura, como lo son los pasos adaptados (drenajes, pasos de vías pecuarias, etc.) y los específicos para la fauna (ecoductos, pasos superiores e inferiores, etc.).
- Medidas indirectas con el objetivo de mejorar la seguridad de la carretera y la reducción del impacto del tráfico en las poblaciones de animales, disminuyendo la mortalidad relacionada con los atropellos y colisiones con vehículos.

En la práctica, esta diferenciación aparece un poco confusa debido a que algunas de las medidas pueden cumplir ambas funciones, pero también pueden tener un impacto negativo asociado. Por ejemplo, los vallados perimetrales son una buena medida para disminuir el número de colisiones entre fauna de gran tamaño y vehículos, pero al mismo tiempo aumentan la fragmentación del hábitat. Por tanto, los vallados hay que considerarlos como una medida para mitigar la fragmentación solo si se utilizan combinadas con pasos de fauna que compensen su efecto barrera. Las medidas diseñadas para reducir la mortalidad de los animales también incluyen la adaptación de estructuras para evitar que puedan convertirse en trampas mortales, sobre todo para los animales pequeños, por ejemplo, los drenajes perimetrales o las arquetas.

Figura 4. Tipos de medidas aplicables para la reducción del efecto barrera y la mortalidad de la fauna. Fuente: Fauna y tráfico: Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones, 2005, acción COST 341.



### Pasos específicos para la fauna y estructuras de uso mixto

Existe otra diferenciación con respecto a los objetivos que persiguen las medidas anteriores. Se pueden plantear pasos específicos para la fauna que prohíban el paso de personas y vehículos o transformar las estructuras transversales superiores, inferiores, drenajes, etc., para incrementar la permeabilidad de la infraestructura para la fauna. En esta distinción también es difícil la separación clara de los grupos de medidas. Un paso superior lo suficientemente ancho puede compaginar el paso de fauna y el transcurso de vehículos autorizados como lo son los operarios forestales o los guardas. Observando los dos tipos de medidas, suele ser la más idónea la adaptación de las estructuras transversales como reductora del efecto barrera de las infraestructuras viarias. Estas adaptaciones no suelen ser costosas y realizan una función muy significativa con respecto a la permeabilidad.



En la elección de los distintos pasos de fauna hay que tener en cuenta tanto el paisaje, como los hábitats que se puedan ver afectados y sobre todo las especies a las que van dirigidos. La evaluación de hábitats y especies tiene especial importancia en la fase de proyecto y deben observarse desde el nivel local hasta el internacional. Por norma general, a más relevancia de conexión entre los individuos de una especie, más específicas y elaboradas deberán ser las medidas elegidas, como lo son los grandes ecoductos que se deben construir cuando un corredor ecológico de importancia regional se ve entorpecido por el paso de una gran infraestructura viaria. Por otro lado, un drenaje pequeño puede ser la solución idónea para el paso de anfibios, conservando la unión entre poblaciones de especies de importancia local. Cuando estos casos sobrepasan la teoría, suelen ser necesarias varias medidas integradas para mitigar la división del hábitat, las cuales resuelvan los problemas de cada punto en particular y de la infraestructura en general. El empleo de un paquete de medidas orientadas a diferentes grupos faunísticos es la mejor solución en muchos de los casos.

Seguidamente se van a especificar los diversos factores a tener en cuenta para plantear las posibles medidas de reconexión y protección a la fauna.

### 1) Pasos superiores o inferiores

No existen reglas o normas de uso general para saber que paso de fauna es el más idóneo, siendo la topografía la principal restricción a la hora de su elección. En una zona muy montañosa, es más factible la realización de pasos superiores que en zonas llanas, donde es más común alzar la rasante de la vía para realizar pasos inferiores cuando el nivel freático no sea muy superficial.

Tabla 3. Dimensiones de los pasos de fauna inferiores. Fuente: Fauna y tráfico: Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones, 2005, acción COST 341.

Tipo de paso	Usos	Grupo faunístico de referencia	Dimensiones del paso				
			Mínimas (A x H)		Recomendadas (A x H)		
<b>Viaducto</b>	Multifuncional	Todos	-		-		
<b>Paso inferior para grandes mamíferos</b>	Específico para la fauna	Grandes mamíferos	- Jabalí y corzo: 7x3,5 m Índice de apertura > 0,75 - Ciervo: 12x3,5 m Índice de apertura > 1,5		15 x 3,5 m		
<b>Paso inferior multifuncional</b>	Mixto: Paso de fauna + camino, vía pecuaria o drenaje	Grandes mamíferos	- Jabalí y corzo: 7x3,5 m Índice de apertura > 0,75 - Ciervo: 12x3,5 m Índice de apertura > 1,5		15 x 3,5 m		
<b>Paso para pequeños mamíferos</b>	Específico para la fauna	Pequeños vertebrados	2 x 2 m		-		
<b>Drenaje adaptado para animales terrestres</b>	Mixto: Paso de fauna + drenaje	Pequeños vertebrados	2 x 2 m		-		
<b>Drenaje adaptado para peces</b>	Mixto: Paso de fauna + drenaje	Peces	-		-		
<b>Paso para anfibios</b>	Específico para la fauna	Anfibios	Longitud (m)	<20	20-30	30-40	40-50
			Sección AxH (m)	1x0,75	1,5x1	1,75x1,25	2x1,5
			Diámetro (m)	Ø1	Ø1,4	Ø1,6	Ø2

Los pasos superiores para fauna tienen la virtud de la revegetación, más difíciles de instaurar en los pasos inferiores, produciendo microhábitats y llevando a un uso más extenso por parte de las especies que se encuentran en la zona. Una desventaja es la sequedad innata de los pasos superiores, siendo necesaria la creación de pasos inferiores para especies que requieran mayor humedad, como lo son los anfibios. Luego, la selección del tipo de paso a construir viene intrínsecamente marcado por los hábitats próximos que se quieran conexas y por las especies partícipes.

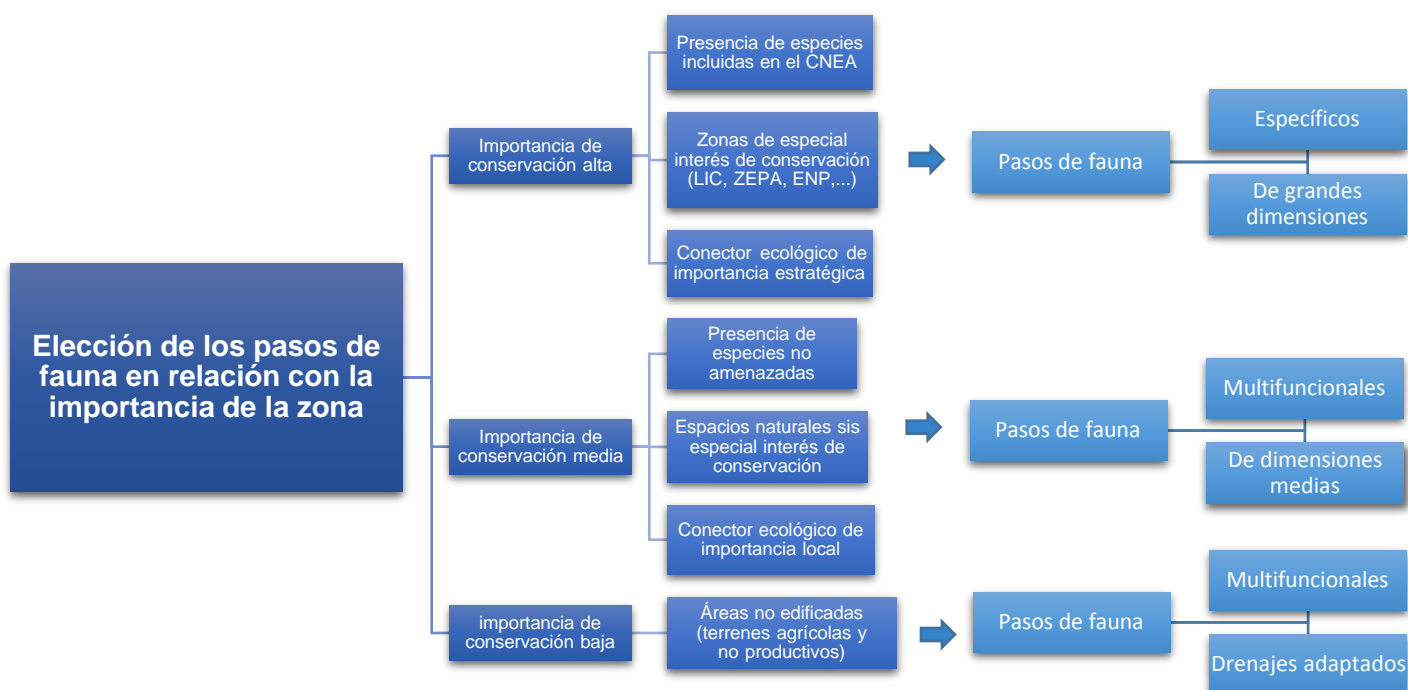
## 2) Especies de referencia

Cualquiera de las especies silvestres autóctonas puede necesitar la realización de un paso de fauna, siendo inadecuado la construcción de un paso de fauna para especies invasoras o introducidas, ya que aumentaría su poder de dispersión, salvo que constituyan un peligro para la seguridad vial. La creación de pasos de fauna y su inversión debe favorecer a las especies de interés local o regional que se encuentren en clara desventaja frente a las infraestructuras. El reconocimiento e identificación de estas especies vulnerables es el paso principal en la planificación, ya que de ellas dependerá la localización y diseño de los pasos de fauna, determinados por su distribución y patrones de movimiento, así como para establecer los programas de seguimiento para poder valorar la consecución de la medida optada.

Las especies de referencia son primordiales para determinar la necesidad de los pasos de fauna y su localización, mas su diseño no solo estará proyectado para una especie específicamente. Los pasos superiores no solo albergan el paso de grandes mamíferos, sino también a invertebrados como los insectos o pequeños mamíferos, a tener en cuenta. Cabe destacar que existen pasos de fauna más preferibles por algunas especies que por otras.

Habiendo descrito las principales particularidades a tener en cuenta a la hora de planificar los pasos de fauna, se expone a continuación de manera esquemática la elección de los pasos de fauna según la importancia de la zona donde se basa la planificación.

Figura 5. Diagrama para la elección de pasos de fauna según las características de la zona. Fuente: Fauna y tráfico: Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones, 2005, acción COST 341.



### **3) Densidad de los pasos de fauna**

La decisión de la cantidad o densidad de pasos de fauna imprescindibles para sostener la conectividad entre comunidades y hábitats pertenece a la parte más relevante en la planificación de las medidas de mitigación. El tipo y número de medidas necesarios vendrá definido por las especies de referencia y su ubicación en la zona. En ocasiones la creación de pocos pasos grandes es la solución, mientras que en otros casos el remedio son varias medidas a menor escala. Esta última opción es más acertada, en general, ya que minimiza el peligro si un paso no es efectivo para la especie para la que fue diseñado.

El número de pasos necesarios que se van a realizar viene descrito por el comportamiento de la especie de referencia, ya que cada especie tiene unas pautas o costumbres a la hora de su desplazamiento (cuenca de captación o zona de procedencia), datos que se deben analizar de manera rigurosa. En animales de mayor tamaño, las zonas de campeo a nivel de individuo y la intercomunicación social entre la fauna definen el uso que hagan de ese paso y, por tanto, la prolongación de la cuenca de captación.

Antes de la fijación de la densidad de los pasos de fauna, se deben contemplar todas y cada una de las posibilidades que presenten los animales de salvar la infraestructura, englobando las ya existentes, como túneles y viaductos.

Por norma, habrá mayor densidad de pasos en los lugares que crucen ambientes naturales, como bosques, humedales, zonas agrícolas tradicionales... aunque en zonas donde hay barreras artificiales, los pasos de fauna son primordiales para sustentar la permeabilidad de los corredores biológicos.

### **4) Ubicación de los pasos**

La localización exacta de los pasos de fauna debe realizarse a partir de los registros de los movimientos de los animales y el reparto de sus hábitats. Si se tiene alguna señal o indicio de la presencia del trayecto habitual de alguna especie, y esta es la especie referencia, habrá que construirlos lo más cercanos posibles a estas rutas. Como se hacía mención en apartados anteriores, muchas veces la topografía nos indica los caminos recorridos por la fauna, teniendo en consideración (luell, B. et al, 2005):

- Los valles y cursos fluviales dirigen los desplazamientos de muchas especies.
- La existencia de bosques y matorrales bordeando la vía condiciona rutas de paso habitual de animales.
- Cuando el objetivo de una estructura sea conectar tipos específicos de hábitat, el paso debe situarse en los puntos que faciliten una mayor superficie de conexión entre estos hábitats.
- Deben obviarse ubicaciones que puedan resultar afectadas por otras barreras existentes en el entorno natural.
- Debe garantizarse que el paso se mantenga funcional a largo plazo integrándolo en la planificación urbanística de su entorno.

La ubicación de estos debe asegurar que realmente se conectan todos los espacios que presenten alguna problemática. La existencia de una reducida densidad de pasos,



siendo demostrada que la permeabilidad en la infraestructura es demasiado baja, se solucionará localizando nuevos puntos para la construcción de estructuras adicionales, como caminos, adaptación de drenajes, etc.

#### **5) Integración en el entorno**

Los pasos de fauna, como podemos deducir, deben encontrarse en perfecta armonía con el medio que los rodea, bien por medio de revegetaciones que ayuden a la fauna más pequeña a salvarlos o a través de corredores ecológicos para la fauna más grande. La disposición de vallados perimetrales apropiados y la plantación de algunas especies de flora, aumentan la posibilidad de uso de los pasos de fauna, siendo fundamental la eliminación de los obstáculos que impidan la accesibilidad hasta ellos. Por lo tanto, si hubiese más de una infraestructura en el medio de estudio, se deberá realizar una propuesta integrada de desfragmentación.

Vistas las recomendaciones y posibilidades de uso de los pasos de fauna, en el anexo siguiente, se detalla cada grupo por separado, definiendo las características más relevantes y algunas recomendaciones generales a tener en cuenta, todo ello debiendo ser estudiado y planificado una vez se elija el paso de fauna a construir.

**Anexo V**  
**Pasos de fauna**

## A. Ecoductos y pasos superiores de fauna

### Descripción general y objetivos

Estos pasos corresponden a los más grandes y por ello los más costosos, construyéndose de manera general sobre vías de alta capacidad, como lo son las autovías, autopistas y trenes de alta velocidad, y teniendo una gran efectividad de minimizar el efecto barrera.

Sus medidas, prototipo, especies en la revegetación y sus accesos vendrán definidos en gran parte por la especie de referencia, siendo en su mayoría grandes mamíferos, aunque existe la posibilidad de uso de otro tipo de fauna. La enorme variedad de grandes mamíferos suele preferir los pasos anchos y la buena ubicación antes que el diseño y las particularidades de la revegetación.

La existencia de estos pasos sirve también de ruta para las aves, reduciendo sus desplazamientos por zonas abiertas a las que son reticentes, minimizando así su mortalidad.

Para que pasos superiores y ecoductos sean factibles y lo más útiles posibles, deben imitar lo más fielmente posible a los hábitats que los rodean (tipo de terreno, humedad, temperatura, luminosidad, vegetación...) para que, de esta manera, contribuyan al paso de la mayor fauna posible.

Figuras 6 y 7. Ecoducto y paso superior para fauna. Fuente: propia.



### Ubicación

Deberá fijarse considerando la conducta de las especies de referencia.

- Para grandes mamíferos, se situarán lo más ajustados posibles a sus rutas de circulación, conociéndolas a través de la inspección de sus rastros, con censos nocturnos o de animales atropellados o mediante consultas públicas y específicas a los habitantes de la zona.
- En lugares con incidencia antrópica, no deben ubicarse pasos específicos para la fauna.
- Los tramos entre grandes desniveles son inadecuados para estos pasos.
- La ubicación debe definirse considerando la permeabilidad global de la vía, y la situación del resto de posibles puntos de cruce de los distintos grupos de animales.



Cuando las especies de referencia dependan de un tipo específico de hábitat. Es necesario que este se restituya en la superficie del paso y se conecte adecuadamente con los hábitats del entorno.

### Dimensiones

#### Recomendaciones generales

##### a) Ecoductos

- Anchura mínima de 80 m. Esto hace posible la implantación de diferentes medios en la misma estructura, consiguiendo una continuidad de los sistemas naturales que encontramos a ambos lados de la vía. Aun así, la anchura idónea dependerá de la densidad e importancia de conservación de los hábitats conectados, pudiendo necesitar varios centenares de metros.

##### b) Pasos superiores para la fauna

Los grandes mamíferos necesitan de pasos más amplios para sus desplazamientos, siendo más importante para los vertebrados de menor tamaño y los invertebrados las propiedades del entorno (sobre todo la vegetación), solo pudiendo ser integradas en pasos más anchos.

- Anchura estándar de 40-50 m. Esta distancia se puede minimizar hasta 20 m si el paso de fauna va dirigido a especies no amenazadas y la topografía permite la sencilla localización de sus puntos de acceso.
- No se aconseja que la anchura del paso superior sea menor a 20m. La afluencia de animales es mayor cuanto más ancho sea el paso. Existen casos en los que se favorece el uso de pasos con una anchura inferior a los 20 m, realizando accesos en forma de embudo de ancho superior a 40 m.
- El ancho necesario aumenta dependiendo de la longitud del paso. La proporción ancho:longitud debe ser superior a 0,8.

### Vegetación

- La vegetación superficial del ecoducto o paso superior debe ser semejante a la de los hábitats que lo rodean, recomendándose el uso de plantas autóctonas de la zona.
- La siembra de semillas recolectadas en las zonas cercanas a la estructura es la mejor opción frente a la de semillas procedentes de viveros, pudiendo también trasplantar árboles y arbustos de los hábitats del entorno.
- En muchos casos ofrece resultados favorables dejar crecer de forma espontánea la vegetación herbácea.
- La plantación de arbustos en hileras en las entradas a la estructura formando setos, puede orientar a la fauna, creando zonas de refugio y pantallas de protección frente a la luz y el ruido procedente de las vías.
- Otra opción a tener en cuenta es el uso de plantas que faciliten alimento para atraer a animales herbívoros, granívoros o frugívoros hacia el paso.
- El crecimiento excesivo de los sistemas radiculares de los árboles, es en ocasiones un problema, siendo primordial la elección de las especies más

acordes para minimizarlo.

Otro factor a tener en cuenta para la subsistencia de la vegetación es este tipo de estructuras es la capa del suelo. Esta debe tener un grosor recomendado para cada tipo de plantación: 0.3m para herbáceas; 0.6m para arbustos y 1.5m para árboles, recomendándose que la capa sea extraída de algún punto próximo a la ubicación de la estructura.

### Vallados

La naturaleza de las vallas es dirigir a los animales hacia el paso construido, debiendo tener en cuenta:

- Los vallados corresponden a un componente fundamental en los alrededores de muchos de los pasos, si previamente no se han instalado pantallas de protección.
- Las vallas o pantallas establecidas como puntos limítrofes de la estructura del paso deben permanecer correctamente unidas con el vallado perimetral, favoreciendo que la fauna que se mueva de forma paralela al paso, continuando las vallas, encuentre las entradas al paso superior.

### Puntos de especial atención

- La vida útil tanto de los ecoductos como los pasos superiores está planeada para alcanzar períodos de tiempo de más de 50 años. Debido a su larga utilidad, se deben mantener sus accesos en condiciones correctas para que los animales puedan moverse de manera libre por la estructura y sus periferias. La planificación urbanística tanto a nivel local como regional tienen un importante papel en este acometido, puesto que se deben tener en cuenta la presencia de las infraestructuras para impedir que se urbanice en sus inmediaciones, ya que podría ser perjudicial para la función principal del paso.
- Es de vital importancia que se prohíban las actividades cinegéticas en el paso de fauna y en sus proximidades (entre 500 m y 2 km dependiendo de la zona) para asegurar la calma de los animales y favorecer el acercamiento al paso.
- Si está previsto el paso de peatones por el paso superior, se debe definir una senda estrecha en los bordes del mismo para intentar no perturbar a la fauna.
- Es aconsejable, si se observa que la revegetación es lenta, facilitar refugios colocando tocones de árboles, ramas secas o piedras, para así permitir el uso del paso por una mayor diversidad de especies.

## **A.1. Pasos superiores adaptados: estructuras multifuncionales**

### Descripción general y objetivos

La existencia de gran variedad de puentes usados como carreteras locales, caminos forestales o agrícolas sobre las considerables estructuras viarias, pueden servir a su vez como pasos de fauna añadiéndoles es uno de los laterales una capa de tierra vegetal, puesto que normalmente se encuentran pavimentados. Esto posibilita el paso

a pequeños vertebrados, carnívoros e incluso a algunos ungulados, minimizando el efecto barrera de la infraestructura. Con un coste añadido muy bajo se obtiene un paso de fauna.

También se pueden adaptar como pasos de fauna los falsos túneles que se fabrican para reducir el impacto visual de los gigantescos desmontes

Cabe destacar, que el uso conjunto del paso con la infraestructura viaria solo se aconseja cuando el nivel de tránsito por las vías sea de muy baja intensidad, por el contrario, ocasionará trastornos a la fauna llevando a un desuso por parte de los animales.

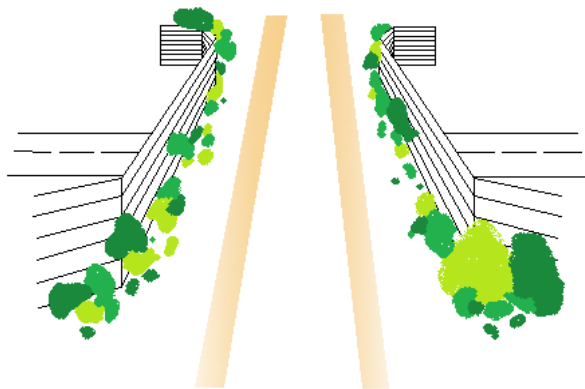


Figura 8. Paso superior de fauna multifuncional. Fuente: propia.

### Requerimientos de diseño

- El ancho de la franja de vegetación debe ser como mínimo de 1 metro
- La capa de tierra no debe ser muy profunda, unos 30 cm pueden ser suficiente, siendo recomendable esparcir la tierra y dejar que crezca vegetación de forma espontánea.

### **A.2. Pasos entre árboles**

#### Descripción general y objetivos

Los mamíferos que se mueven a través de los árboles necesitan unos pasos de fauna especiales. Algunos animales como las ardillas o garduñas no tienen problemas en salvar las carreteras por la calzada. Pero existen otros muchos animales que no descienden al suelo para cruzar las vías, prefiriendo utilizar las zonas donde las ramas de los árboles están cercanas a ambos lados de la carretera.

No obstante, una manera de facilitar el paso de este tipo de fauna es disponiendo cables o plataformas elevadas que posibiliten su paso entre árboles. Este tipo de pasos de fauna son muy comunes en zonas donde el tráfico es realmente perjudicial para los monos en América del Sur.



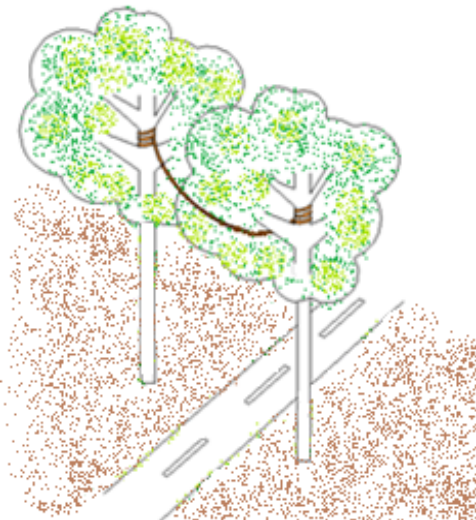


Figura 9. Paso superior de fauna multifuncional. Fuente: propia.

### Ubicación

- Tramos que trascurren por zonas forestales que sustenten poblaciones de lirones, ardillas, garduñas y martas.
- Zonas concretas en las que se apunten una elevada mortalidad de estas especies por atropellos.

### Requerimientos especiales

Las cuerdas o plataformas elevadas deberán soportar el peso de los animales, así como estar fuera del alcance de los depredadores, utilizando redes fijas por encima de las estructuras para evitar los ataques de aves rapaces. En el tramo inicial del paso, dispondrán de estructuras de refugio y deberán conectar de manera eficiente los árboles que estén a ambos lados de la infraestructura, todo ello sin causar ninguna interrupción a los automovilistas.

### Diseño

Este vendrá dado por el tipo de carretera. En carreteras locales o de menor anchura, los árboles de una y otra parte de la vía se encuentran bastante cercanos como para que los animales puedan moverse directamente entre ellos. Cuando la distancia aumenta, una cuerda o plataforma de madera puede servir para unir los árboles.

En las vías de alta capacidad, se precisa de una unión más estable, como dos cables de acero que sujetan una plataforma en medio, con un ancho suficiente para que los animales puedan moverse de manera cómoda.

## **B. Pasos inferiores**

Este tipo de paso alberga todo tipo de estructuras que pasan por debajo de las infraestructuras viarias, desde los que van dirigidos a una especie en particular hasta las adaptaciones de drenajes, vías pecuarias,...

## B.1. Viaductos

### Descripción general y objetivos

En lugares en los que existe una topografía escarpada, este tipo de paso de fauna es el mejor remedio para permitir el cruce de carreteras y demás infraestructuras viarias, donde las ramblas y vaguadas sirven de caminos de circulación de una gran variedad faunística.

Los viaductos, desde la perspectiva ecológica, son primordiales para la preservación de los ecosistemas relacionados con los cursos fluviales y fundamentales para pequeños vertebrados que requieren de una vegetación específica y no toleran el uso de pasos inferiores sin vegetación.

Por la parte económica, los terraplenes suelen ser la alternativa favorita, siendo menos costosa cuando en la construcción de la vía hay excesos de material que puedan servir para este fin. En cambio, los viaductos propician la subsistencia de múltiples ecosistemas de interés, siendo su conservación la que compensa la rentabilidad económica a corto plazo.

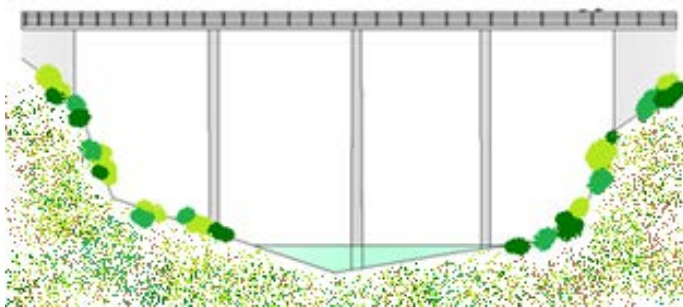


Figura 10. Viaducto adaptado como paso de fauna. Fuente: propia.

### Ubicación

- Su construcción se puede realizar en cualquier vaguada o fondo de valle y son la mejor solución en situaciones donde haya que salvar algún río.
- No se recomienda para el cruce de vías en humedales, aunque es una medida conveniente si no existe otro remedio.

### Requisitos de diseño

- La revegetación bajo el viaducto será de vital importancia para poder restituir la conexión biológica, debiendo mantener la prolongación de la vegetación en los bordes de los ríos y en las zonas de inundación temporales si se cruzan ríos.
- La altura mínima recomendable del viaducto para asegurar la continuidad de la vegetación es de 5 m en puntos con vegetación arbustiva y 10 m con vegetación arbórea.
- La longitud del paso, si atraviesa un río, deberá ser superior a 10 metros en cada uno de los márgenes de este y será primordial preservar la vegetación ribereña.
- Se aconseja pasar los prados y llanuras inundables a través de un viaducto.
- Si fuese necesario modificar el transcurso del río bajo el viaducto, se deberá mantener de la forma más naturalizada posible.

- Como en los pasos elevados, la colocación de hileras de arbustos o montones de ramas y piedras, pueden servir de refugio y dirigir los movimientos de los animales hacia los accesos del viaducto.

### Puntos de especial atención

- El tramo situado bajo del viaducto debe conservarse sin vallados u otros impedimentos. La disposición de grandes piedras repartidas aleatoriamente puede evitar que se use el terreno para otros fines que no sean el de paso de fauna.
- Se debe asegurar la conexión a largo plazo de los terrenos próximos al viaducto. La planificación urbanística tanto a nivel local como regional tienen un importante papel en este acometido, puesto que se deben tener en cuenta la presencia de las infraestructuras para impedir que se urbanice en sus inmediaciones, ya que podría ser perjudicial para la función principal del paso.

## **B.2. Pasos inferiores para mamíferos de mediano y gran tamaño**

### Descripción general y objetivos

Dirigidos fundamentalmente a ungulados (jabalí y cérvidos), carnívoros (oso, lobo, zorro,...) y lagomorfos (conejo y liebre), usados además por pequeños vertebrados, se construyen en zonas montañosas, escarpadas y sobre terraplenes. Estos pasos inferiores no son adecuados para la unión de hábitats ni para fauna voladora o que necesita vegetación para desplazarse, ya que su falta de luz y agua limita el crecimiento de la esta.



Figura 11. Paso inferior para mamíferos de mediano y gran tamaño. Fuente: propia.

### Ubicación

- Como los demás pasos de fauna, deberán situarse en los itinerarios que siguen las especies de referencia y, si resulta imposible, será fundamental dirigirlos hacia el paso con vallas o estructuras vegetales que realicen este papel. Se pueden localizar en zonas de vaguada donde se concentran los desplazamientos de la fauna y no son necesarios los vallados.
- Se deben obviar los lugares donde las actividades humanas se puedan considerar un inconveniente.

## Dimensiones

Las medidas que definen un paso inferior son: altura, anchura y longitud. La longitud viene dada por el ancho de la vía que se quiere cruzar. Por otro lado, la anchura, y de forma más indirecta la altura, corresponden a las exigencias de las especies de referencia. Para este tipo de paso, además, se tiene en cuenta el índice de apertura relativa, fruto del producto entre ancho y altura y partido por la longitud. Esta medida no se debe priorizar, ya que diferentes resultados pueden provenir de alturas o anchuras insuficientes, debiendo fijar, valores mínimos de altura y anchura, usando la apertura relativa como un dato adicional el cual revela que cuanto más longitud tenga el paso, mayor anchura y altura debe tener.

Considerando que hay animales que son reacios al uso de pasos inferiores, las dimensiones abajo sugeridas, pertenecen a las más apropiadas para mamíferos, incluyendo las especies con necesidades más estrictas.

- Anchura mínima: 15 m
- Altura mínima: 3-4 m
- Índice de apertura (ancho x alto/ longitud: >1.5)

## Vegetación

- La superficie del paso inferior debe estar tapizada por una capa de tierra.
- Deberá incentivarse el crecimiento de vegetación en los alrededores de los accesos, dirigiendo a la fauna a su interior y creando refugios.

## Vallados

- Deberán realizarse vallados perimetrales a las infraestructuras viarias de las que se quiere proteger a los animales.
- Estos vallados deben orientar a la fauna a los accesos del paso inferior.

## Puntos de especial atención

- Los pasos inferiores específicos son más apropiados que los multifuncionales, debido a que los segundos pueden reducir la eficacia del paso, sin embargo, es tolerable la conjunción entre del paso inferior con personas y vehículos siempre y cuando la intensidad de afluencia sea muy baja.
- El paso del curso de un río transversalmente al paso, puede favorecer el cruce de los animales, pero debe asegurarse que el paso no quedará inundado.
- Es de vital importancia que se prohíban las actividades cinegéticas en el paso de fauna y en sus proximidades (entre 500 m y 2 km dependiendo de la zona) para asegurar la calma de los animales y favorecer el acercamiento al paso.
- Los accesos al paso inferior se encontrarán a la misma cota que el terreno colindante y exento de barreras que obstaculicen los movimientos de pequeños animales.



### **B.3. Pasos inferiores adaptados: estructuras multifuncionales**

#### Descripción general y objetivos

La multifuncionalidad de un paso entre personas y animales solamente se aconseja en pasos con anchura superior a 10 m, aunque cabe la posibilidad de adaptar pasos de menor tamaño si su longitud no excede los 25-30 m.

Cuando se proyectan las infraestructuras de transporte, se tienen en cuenta una gran cantidad de pasos inferiores para que la fauna colindante pueda traspasarlas.

Algunos pueden modificarse para adaptarse al paso de fauna sin grandes costes. Asimismo, las adaptaciones pueden llevarse a cabo cuando la estructura ya está construida, siendo una buena elección para incrementar la permeabilidad de la fauna.

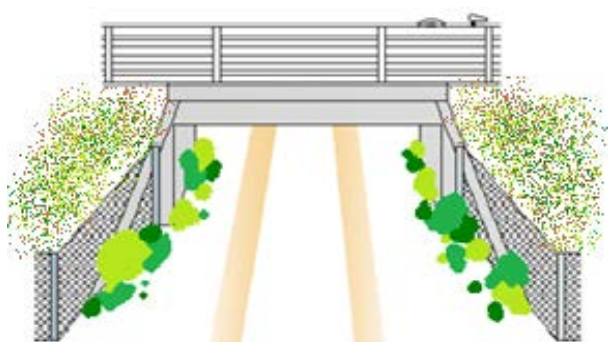


Figura 12. Paso inferior adaptado.  
Fuente: propia.

#### Requerimientos de diseño

- No es aconsejable pavimentar los caminos que atraviesan el interior del paso. Si no fuera posible, se deberá dejar a ambos laterales una banda de tierra que aumentará las posibilidades de que los animales lo usen.
- Los pasos inferiores por los que pasan ríos son los mejores para adaptarlos al paso de fauna.
- Se colocarán elementos a lo largo de las bandas de tierra que favorezcan el refugio de los animales para potenciar su paso.
- Es recomendable el uso de vallados perimetrales o similares para hacer de guía hacia las entradas de los pasos inferiores.

### **B.4. Pasos inferiores para pequeños vertebrados**

#### Descripción general y objetivos

Para los pasos inferiores dirigidos a animales pequeños se usan estructuras circulares, de dimensiones reducidas. Si bien existen los drenajes, creados para encauzar el agua, los pasos inferiores adaptados están designados únicamente al paso de fauna, aun pudiendo compaginar ambos fines, siempre que el paso perdure seco la mayor parte del año.

Estos pasos inferiores son muy útiles, ya que aumentan considerablemente la permeabilidad de la infraestructura, ayudando al esparcimiento de gran variedad de especies y como solución a una alta mortalidad en un punto concreto de una vía.

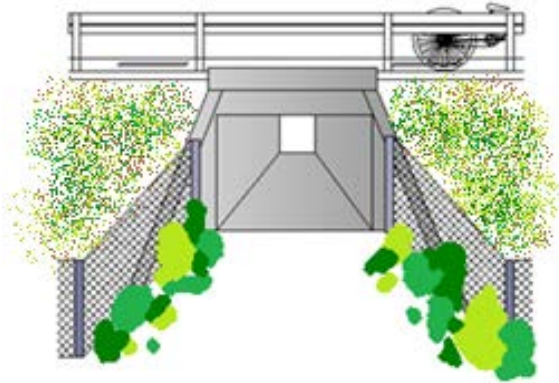


Figura 13. Paso inferior para pequeños vertebrados. Fuente: propia.

### Ubicación

- Deberán situarse en los itinerarios que siguen las especies de referencia y, si resulta imposible, será fundamental dirigirlos hacia el paso con vallas o estructuras vegetales que realicen este papel.
- Estos pasos son los más convenientes en puntos donde la vía pasa un ambiente natural sobre un terraplén, aunque además se pueden utilizar cuando la vía se encuentra al nivel de la superficie, elevando levemente la inclinación de la misma.

### Diseño

- Las estructuras circulares son de menor coste y son más fáciles de añadir a infraestructuras ya en marcha, aunque es recomendable el uso de estructuras rectangulares, más atractivas para muchas especies, debido a que las paredes verticales les guían hacia los extremos.
- La utilización de prefabricados de hormigón reduce los costes y son más sencillos de instalar.
- La superficie de estos deberá estar lo más naturalizada posible: arena, rocas etc.
- No deben existir obstáculos en las entradas del paso.
- Es recomendable el uso de vallados perimetrales o similares para hacer de guía hacia las entradas de los pasos inferiores.

### Dimensiones

- Para secciones circulares se aconseja un diámetro de 1,5-2 m y para secciones rectangulares entre 1-1,5 m de ancho. Esta diferencia se debe a que la sección rectangular proporciona una base mayor a la proporcionada por la circular.
- Es recomendable tener anchuras mínimas de 2 m si se requiere garantizar el paso de especies más exigentes.

## C. Drenajes adaptados

### C.1. Para animales terrestres

#### Descripción general

Los sistemas diseñados para canalizar el paso de agua son los drenajes, y por ellos fluyen corrientes permanentes o temporales, necesitando adaptaciones en el primero de los casos para que puedan ser utilizados tanto por animales terrestres como por peces. Estos pasos de fauna inferiores son usados por pequeños mamíferos y anfibios y fauna acuática si el drenaje mantiene niveles altos de humedad constante. Por otra parte, cuando son de mayores dimensiones y permanecen secos todo el año son aprovechados por mamíferos de mayores tallas.

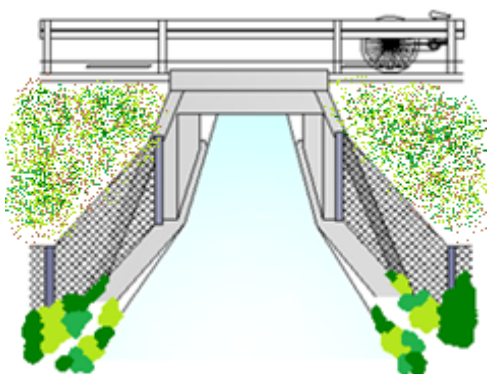


Figura 14. Drenaje adaptado para animales terrestres. Fuente: propia.

#### Adaptación del interior de los drenajes

- En el diseño de los drenajes se debe respetar la continuación del trayecto del agua y la vegetación de sus orillas.
- Si los drenajes están compuestos por tubos de acero corrugado, se deberá revestir la base de hormigón o similar para que la fauna pueda moverse con comodidad.
- En drenajes inundados permanentemente es conveniente la incorporación de banquetas laterales o plataformas elevadas dispuestas sobre el nivel del agua.

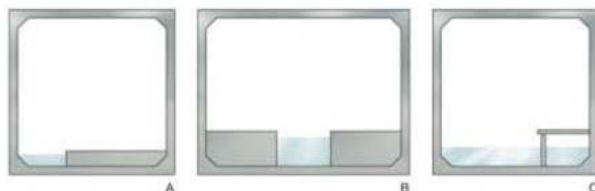


Figura 15. Tipos de plataformas en drenajes adaptados. Fuente: terexserver.net.

### C.2. Para peces y otros organismos acuáticos

#### Descripción general

Los viaductos, embalses, drenajes, etc. permanentemente inundados son estructuras que con un bajo coste de adaptación pueden servir para el paso de peces y especies acuáticas.

El sistema escogido debe favorecer el desplazamiento de los peces a favor y a contracorriente, primordial para especies que necesitan remontar los cursos fluviales para depositar sus puestas.

Las especificaciones, según el tipo de especie acuática, son muy diversas por lo que se deben tener en cuenta las necesidades de las especies más pequeñas o con mayor dificultad de nado.

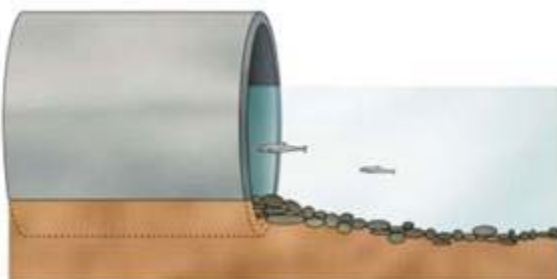


Figura 16. Drenaje adaptado para peces y otros organismos acuáticos. Fuente: terexserver.net.

### Ubicación

Estos pasos adaptados deben crear una infraestructura de empalme entre entornos de importancia para la fauna acuática, como son los ríos y las colas de embalses.

### Requerimientos de diseño

Los principios fundamentales que deben seguirse para diseñar un paso de fauna adaptado para peces son: poca longitud, profundidad y estrechez, evitando desniveles considerables, sobre todo en la salida del paso, que pueden solventarse con pendientes sutiles. Estos desniveles crean charcas de agua más apacibles por la erosión del agua, creando microhábitats beneficiosos para algunas especies, pero pueden suponer un problema para otras que con 5-10 cm de desnivel o salto ven impedida su marcha.

- El nivel de agua en el interior del paso debe ser el adecuado para el desplazamiento de los peces.
- La elevada velocidad del agua puede establecer un problema para los peces más jóvenes o de nado lento. Este criterio viene definido por la inclinación de la estructura evitándose a través de la adición de áreas embalsadas en las salidas.
- Debe impedirse el depósito de material en el paso para no entorpecer el desplazamiento de los peces y evitar inundaciones en dirección contraria a la corriente.

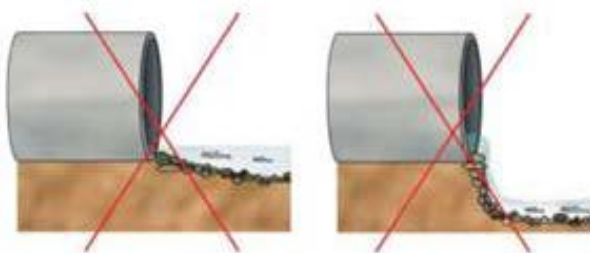


Figura 17. Recomendaciones en drenaje adaptado para peces. Fuente: terexserver.net.

Para estos pasos de fauna se usan tres tipos (luell, B. et al., 2005):

- a) **Horizontal.** Drenaje casi llano, de elevada longitud y, por consiguiente, de baja velocidad, lo que permite que se cree un lecho semejante al natural y sea más atractivo para las especies.
- b) **Diseño hidráulico.** Drenaje limitado por su tamaño, pendiente, material y localización con relación al curso fluvial, creando profundidades, velocidades, etc. ajustadas a las necesidades de nado de las especies acuáticas.
- c) **Simulación de un curso natural.** Drenaje que busca asemejarse a un curso natural de agua, emulando la velocidad, sedimentación, etc. asegurando el trascurso de gran parte de las especies. Pertenece a los drenajes más largos y con mayor anchura, superior a 10 m, de los diseños descritos.

#### Medidas adicionales

Chapas divisorias: estructuras que se incorporan para aminorar la velocidad del agua y preservar un nivel mínimo de agua. Pueden provocar acopio de materiales, debiendo realizarse limpiezas, por lo que se aconseja su uso en drenajes con alturas superiores a 150 cm.

Base rugosa: disminuyen la velocidad del agua y crea oquedades al estar compuesto por una mezcla heterogénea de materiales, que sirven como zonas para descansar o de refugio para gran variedad de peces.

Rejas: sirven para retener materiales arrastrados por la corriente y evitar su desplazamiento.

### **C.3. Para anfibios**

#### Descripción general y objetivos

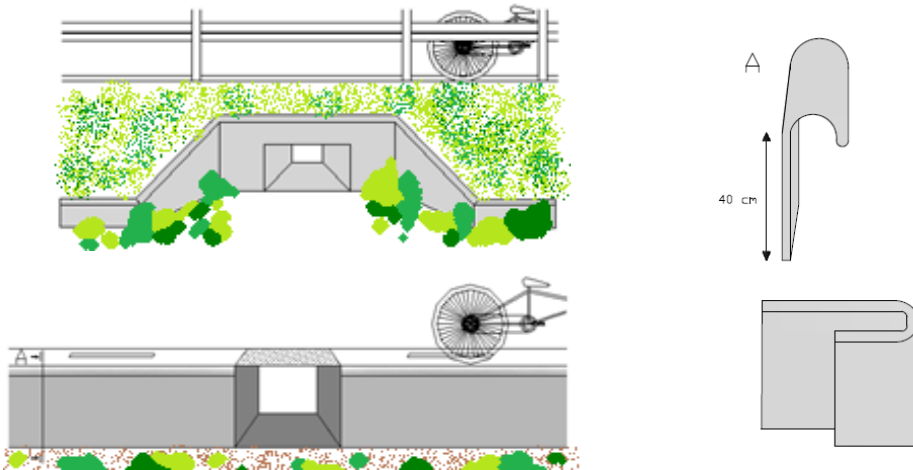
La reproducción de las especies de anfibios se lleva a cabo en el agua, estando el resto de sus fases vitales ligadas tanto a ambientes acuáticos como terrestres. Esta empieza con la puesta y el crecimiento de las larvas en el agua, donde habiendo concluido su metamorfosis, pasan a hábitats terrestres. Este tipo de desarrollo lleva a una concentración de movimiento de individuos en un periodo temporal muy reducido, que suele llevarse a finales de primavera o principios de verano.

Existen especies de anfibios que retornan al mismo punto de reproducción a lo largo de su vida fértil, lo que permite trazar caminos de desplazamiento que cruzan infraestructuras viarias y así poder fijar las localizaciones de las estructuras de paso para evitar los incidentes sobre este tipo de fauna. No precisan de pasos específicos, por lo que la mayoría de pasos inferiores se pueden ajustar a este grupo faunístico, pero cabe destacar que los drenajes adaptados y pasos dedicados a mamíferos de menor tamaño son los más idóneos. Aun así, se deben tener en cuenta las recomendaciones siguientes:

- Los vallados o estructuras dispuestas para guiar hacia los accesos del paso son de gran relevancia y deben establecerse satisfaciendo, sobre todo, las necesidades con respecto a las dimensiones.



- La necesidad de ambientes húmedos de los anfibios y en mayor medida de sus jóvenes, lleva a la realización de pasos de fauna cortos y que puedan preservar algo de humedad. Por esta razón, los drenajes o pasos adaptados por donde transcurren pequeñas corrientes de agua, son los más aconsejables.



Figuras 18, 19 y 20. Distintos pasos específicos para anfibios y detalle de la estructura de guía. Fuente: propia.

### Ubicación

- Se localizarán en los puntos de la vía donde existe una elevada cantidad de atropellos o si, existiendo una cantidad menor de atropellos, las especies afectadas están amenazadas.
- En los tramos donde el itinerario de migración hacia los lugares de reproducción de los anfibios sea interceptado por una vía.

A continuación, se presentan dos tipos de adaptaciones para anfibios, las temporales y las permanentes, cada una de ellas con finalidades distintas, pero con el objetivo común de proteger a los anfibios de los posibles accidentes a la hora de cruzar las infraestructuras viarias.

### Instalaciones temporales

Comprenden los obstáculos que se colocan solamente en la fase de migración en la época de reproducción e intentan evitar que los progenitores que se movilizan sean atropellados guiándolos hacia depósitos en los que permanecen a salvo hasta que son cogidos y transportados de forma manual al otro lado de la calzada. Serán necesarios grupos de voluntarios que regularmente, mientras perdure la migración reproductora, comprueben los depósitos y muevan a los individuos cogidos.

a) Cubos de recolección de individuos

- Deben presentar una altura mayor a 30-40 cm.
- Deberán estar hundidos, hallándose el borde del cubo al nivel de la superficie del suelo.
- Se aconseja que la separación entre ellos sea de al menos 10 m.
- Deberán planificarse entre una y tres comprobaciones cada 24 horas en los períodos de reproducción, siendo indispensable aumentar el número de observaciones cuando exista una mayor cantidad de individuos.
- Se deberán descargar los cubos del agua que pueda introducirse para que los individuos cogidos no se ahoguen.
- En ocasiones, es una buena alternativa el uso de cubos con los bordes hacia el interior para impedir que las especies trepadoras puedan escapar.

En el caso de la recolección de individuos jóvenes que retornan al hábitat terrestre para su desarrollo, los cubos no son una buena medida, por lo que se recomienda la colocación de barreras que se abrirán regularmente inmovilizando el tráfico.

b) Vallas

- Las vallas deberán ser opacas, evitando las vallas de malla o redes ya que pueden ser trepadas.
- Los cubos se situarán junto a las vallas, debido a que estas guiarán a los individuos hacia los cubos.
- En los extremos de las vallas se ubicará un cubo o se terminará la valla en forma de U para que los animales no crucen la vía.
- Deberá tener una altura de 40 cm como mínimo, y si existe alguna especie más ágil, la altura se llevará hasta los 60 cm.
- Evitando que sean trepadas, las vallas se compondrán de materiales lisos, no magnetizados y sus bordes superiores serán curvos hacia el interior.
- Las vallas no se sujetarán con estacas en el flanco donde se mueven los individuos.

Instalaciones permanentes

Son estructuras que interrumpen la circulación de anfibios y los llevan a los pasos de fauna. Se denominan estructuras de guía debido a su papel principal, debiendo estar situados estrictamente en los itinerarios de migración. Tanto reptiles como mamíferos de menor talla también se ven beneficiadas de estas estructuras.

a) Estructuras de guía

- La distancia entre pasos no superará los 60 m si la estructura de guía se dispone paralelamente a la vía. Si por el contrario presenta un diseño de embudo en sentido al paso, la medida será de hasta 100 m.
- Deberá formar con la superficie un ángulo de 90°.
- En los extremos de las vallas se ubicará un cubo o se terminará la valla en forma de U para que los animales no crucen la vía.
- Deberá tener una altura de 40 cm como mínimo, y si existe alguna especie más ágil, la altura se llevará hasta los 60 cm.
- Evitando que sean trepadas, las vallas se compondrán de materiales lisos, no magnetizados y sus bordes superiores serán curvos hacia el interior.
- La zona colindante a la estructura guía por donde se mueven los individuos, no presentará vegetación para evitar posibles obstáculos, aunque es beneficioso que si exista vegetación en la periferia para servir de refugios.
- El acoplamiento entre estructura guía y accesos al paso deberán favorecer la entrada al paso de los animales, evitando elementos salientes.

b) Pasos unidireccionales

Pertencen a los primeros métodos de paso para anfibios, estando actualmente en desuso. Consta de dos trincheras, una a cada borde de la vía y lo más pegada a ella, y una tubería con una ligera pendiente que conduce al otro lado a los individuos que intentan cruzar la vía.

No se utiliza esta alternativa ya que este sistema no es adecuado para reptiles o pequeños mamíferos y existe una pequeña probabilidad de muerte en los anfibios más jóvenes que caen en las zanjias.

c) Pasos bidireccionales

Son pasos que posibilitan los desplazamientos de la fauna en los dos sentidos, todo ello si las medidas del paso lo permiten. Estas medidas se reflejan en la Tabla 3. Es un sistema ampliamente eficaz, siendo útiles para reptiles y micromamíferos también.

Tabla 4. Dimensiones mínimas requeridas para los pasos bidireccionales destinados a anfibios según la anchura de la vía. Fuente: Fauna y tráfico: Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones, 2005, acción COST 341.

Anchura de la vía	<20 m	20-30 m	30-40	40-50 m
Paso rectangular (ancho x alto)	1 m x 0,75 m	1,5m x 1m	1,75 m x 1,25 m	2 m x 1,5 m
Paso circular (diámetro)	1m	1,4 m	1,6 m	2m
Paso semicircular (ancho x alto)	1 m x 0,7 m	1,4 m x 0,7 m	1,6 m x 1,1 m	-

### Puntos de especial atención

- Se recomienda el uso de estructuras con sección rectangular a las circulares, debido a que su base presenta mayor amplitud. Si se opta por el uso de secciones circulares, su base se deberá rellenar de hormigón para aumentar la superficie.
- Se recomienda el uso de hormigón como material de construcción.
- Si son multifuncionales, por ejemplo, paso de fauna y drenaje, y transcurre una lámina de agua permanente en su interior, se deberán disponer banquetas laterales que permanezcan siempre secas, puesto que los anfibios requieren humedad, pero no tramos anegados.

Para terminar este apartado de los anexos, se adjunta una tabla resumen con todos los tipos de pasos de fauna reglamentarios que existen a nivel mundial relacionándolos con las especies de referencia más adecuadas para cada uno de ellos.

Cabe destacar que existen otros muchos tipos de pasos de fauna no incluidos este apéndice que también obtienen iguales resultados.

	Escoductos	Pasos superiores de fauna	Pasos superiores multifuncionales	Pasos entre árboles	Visuductos	Pasos inferiores para mamíferos de mediano y gran tamaño	Pasos inferiores multifuncionales	Pasos inferiores para pequeños vertebrados	Drenajes adaptados para animales terrestres	Drenajes adaptados para peces	Pasos de anfibios
Ungulados											
Aves	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Otros cerdos y torcidos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
alcañal	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Carnívoros	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Oso pardo	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Lince	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Lobo	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Zorro	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
león	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
hiena	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Marta y garduña	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Turón y comadreja	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Guepa	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Lagomorfos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Lepus	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Conejo	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Insectívoros	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Erizos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Molesto	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Redores	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Arctia	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Urosos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
flameros y topilos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Castor	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Reptiles	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Serpientes	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Lagartos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Sorujales	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Anfibios	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Peces	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Invertebrados terrestres	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Especies de hábitats secos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Especies de hábitats húmedos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● solución óptima    ○ se puede utilizar adaptada a las condiciones locales    ? desconocida, se necesita más información    - no aplicable

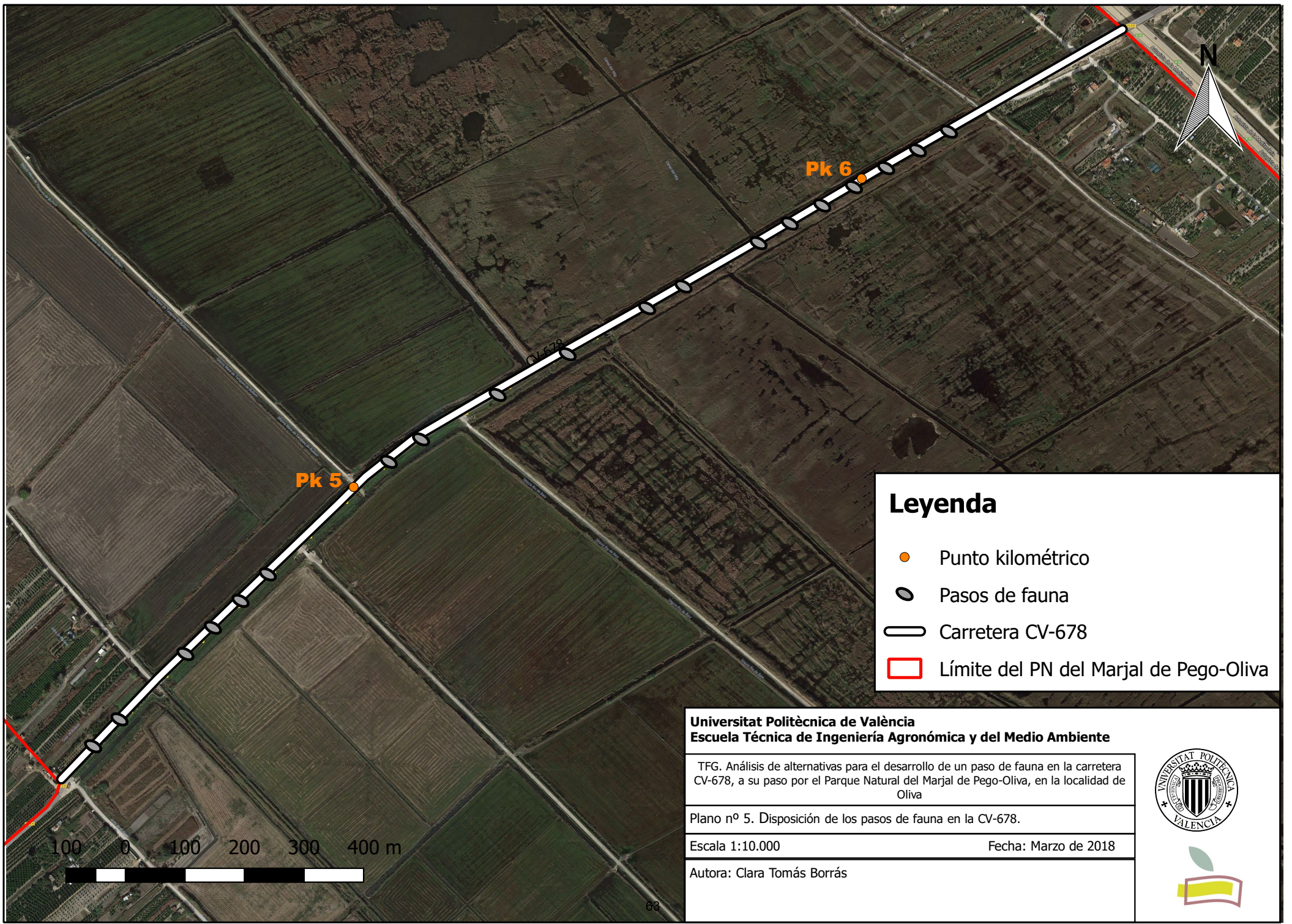
Tabla 5. Resumen de los pasos de fauna e idoneidad según las especies de referencia. Fuente: Fauna y tráfico: Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones, 2005, acción COST 341.



## **Anexo VI**

### **Mapas de situación y tipología del paso de fauna escogido**





### Leyenda

- Punto kilométrico
- Pasos de fauna
- Carretera CV-678
- Límite del PN del Marjal de Pego-Oliva

**Universitat Politècnica de València**  
**Escuela Técnica de Ingeniería Agronómica y del Medio Ambiente**

TFG. Análisis de alternativas para el desarrollo de un paso de fauna en la carretera CV-678, a su paso por el Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva, en la localidad de Oliva

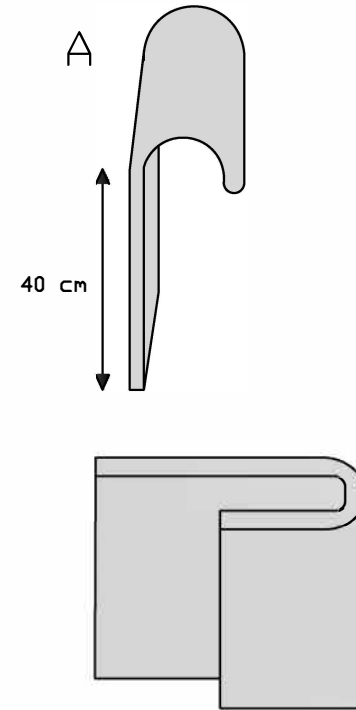
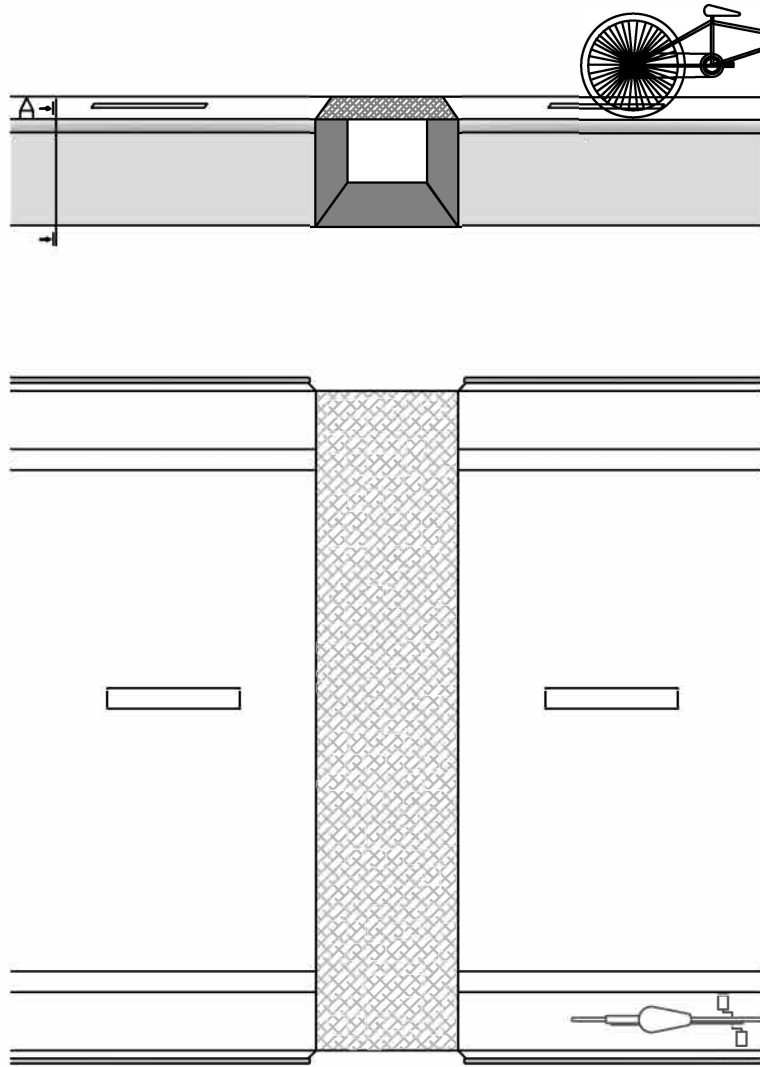
Plano nº 5. Disposición de los pasos de fauna en la CV-678.

Escala 1:10.000 Fecha: Marzo de 2018

Autora: Clara Tomás Borrás







TFG. Análisis de alternativas para el desarrollo de un paso de fauna en la carretera CV-678, a su paso por el Parque Natural del Marjal de Pegó-Oliva, en la localidad de Oliva

FECHA	Esquema del paso de fauna para anfibios	ESCALA
marzo 2018	Clara Tomás Borrás	S/E

**Anexo VII**  
**Galería fotográfica**



Todas las fotos expuestas en el siguiente anexo son fotos propias, realizadas el 31 de marzo del 2018. En ellas se ha intentado documentar gráficamente todos los entornos que componen el parque, así como la fauna y la flora que lo componen.

### Parte 1. Señalización

Actualmente existe tanto una buena señalización del Parque Natural como de las sendas, todas ellas formando parte de las señalizaciones de la red de Parques Naturales de la Comunitat Valenciana.

Figuras 21 y 22. Señalización a la entrada y comienzo de una senda del PN del Marjal de Pego-Oliva.



Figuras 23 y 24. Señalización del PN del Marjal de Pego-Oliva y seda que lleva a la Muntanyeta Verda dentro del mismo.



Figuras 25 y 26. Señalización de la senda que lleva al observatorio del Bovar y comienzo de la Provincia de Valencia (donde comienza la parte más asilvestrada del marjal, puesto que la zona de Pego es mayoritariamente arrozal).



Figuras 27 y 28. Señalización kilométrica de la carretera CV-678 y limitación establecida por la DGT (carretera regional de dos carriles y sin arcén).



## Parte 2. Entorno del Marjal

El ecosistema del marjal se compone de zonas con cursos de agua permanentes y una abundante flora, sobre todo la caña *Arundo donax*.

En la parte alicantina del parque, el marjal proporciona agua y nutrientes a los arrozales de Pego.

Figuras 29 y 30. Corrientes de agua haciendo de lindes entre los campos de arroz de Pego.





Figuras 31 y 32. Corrientes de agua haciendo de lindes entre los campos de arroz de Pego.



Figuras 33 y 34. Campos de arroz y estructura para el paso de los agricultores hasta los campos de arroz por encima de las acequias.



En la parte valenciana del parque, el marjal es la totalidad del ecosistema, sin que exista producción agrícola y proporcionando un hábitat estable para las especies que en él existen.

Figuras 35 y 36. Acequias dentro del parque con presencia de abundante vegetación a ambos flancos.





Figuras 38 y 39. Zona de descanso para la fauna semiacuática y vista lateral de una de las acequias.



Figura 40. Detalle de suelo colindante a las acequias. Se pueden observar restos de conchas de deposición marina y el color negruzco característico del marjal.



Figuras 41 y 42. Camino perteneciente al PN del Marjal de Pego-Oliva y visualización del último tramo que se eleva sobre la autopista.





### Parte 3. Flora y fauna

En el Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva existe una gran variedad de flora y fauna gracias a la elevada calidad del agua, haciendo del parque un ecosistema en equilibrio y rico en especies.

Figura 43. *Ipomea indica* en flor.



Figura 44. *Calystegia sepium* en flor.



Figura 45. *Scirpus litoralis*.



Figura 46. *Ludwigia sp.* en una de las acequias.



Figura 47. *Elodea canadensis* incluida en el Catálogo Español de Especies exóticas Invasoras, aprobado por Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto.



Figura 48. Conjunto de flora acuática y semiacuática en una laguna del PN del Marjal de Pego-Oliva. A la izquierda de la fotografía se puede observar una población de lirio amarillo (*Iris pseudacorus*).





Figuras 49 y 50. Conjunto de flora nitrófila en los laterales de la CV-678 a su paso por el PN del Marjal de Pego-Oliva.



El ecosistema del marjal acoge a una importante cantidad de peces y anfibios, así como reptiles semiacuáticos.

Figura 51. Garcetas (*Egretta garzetta*) alzando el vuelo en un campo de arroz.



Figura 52. Bandada de gaviotas por encima de los campos de arroz de Pego.



Figura 53. Silueta de un águila azor perdicera (*Aquila fasciata*) volando sobre el PN del Marjal de Pego-Oliva.



Figuras 54 y 55. Pareja de ánades reales (*Anas platyrhynchos*) y hembra con su cría.



Figura 56. *Unio mancus* o clotxina de riu, especie en estado vulnerable dentro del Catálogo Español de Especies Amenazadas.



Figuras 57 y 58. Dos ejemplares de *Natrix maura*. A la izquierda: saliendo tras haber estado cazando bajo el agua; a la derecha: reposando tras haber ingerido su caza.



Figura 59. Restos de un cangrejo de río (*Procambarus clarkii*), catalogada en el Catálogo Español de Especies exóticas Invasoras, aprobado por Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto.



#### Parte 4. Fauna accidentada

Punto fundamental de este trabajo es la problemática existente entre los vehículos y la fauna silvestre que se desplaza de un lado al otro de la CV-678, produciendo la muerte de gran variedad de especies. El día de la realización de las fotografías, se encontraron 2 tortugas accidentadas en la calzada y una polla de agua (*Gallinula chloropus*) apartada a un lado de la misma.





Figuras 60 y 61. Restos de las tortugas accidentadas en la CV-678. La primera se trata de un ejemplar de *Emys orbicularis* y la segunda es difícil de identificar, posiblemente una *Trachemys scripta*.



Figura 62. *Gallinula chloropus* accidentada y apartada de la calzada.



#### Parte 5. Actividades dentro del parque

Además de ser base fundamental para muchas especies migratorias, sedentarias y amenazadas y productor agrícola con el arroz, el marjal también acoge otras actividades como la caza y la pesca, así como el senderismo rural potenciado por el Ayuntamiento de Oliva.

Figuras 63 y 64. Otras actividades dentro del parque. A la izquierda: señalización de coto de caza. A la derecha: pesqueras del Río Molinell.



Figura 65. Hombre pescando en una de las acequias del marjal.



