



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

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

TRABAJO FINAL DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

Estudiante

Clara Tomás Borrás

Tutor

Prof. D. **Juan Bautista Torregrosa Soler**

Curso académico: 2017/2018

València, mayo de 2018

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 Pego-Oliva, en la localidad de Oliva

RESUMEN

La antropización y la creación de barreras físicas lineales como son los viales interrumpen, y en muchos casos, imposibilitan la comunicación entre la fauna. Este hecho produce elevada mortandad entre las especies que intentan salvar las infraestructuras, siendo un dato alarmante el que encontramos en la *evaluación de los atropellos de vertebrados en la red de carreteras de la Comunitat Valenciana*, llevado a cabo por la llamada entonces Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient de la Generalitat Valenciana, donde nos muestra que el máximo de atropellos se concentra en los Parques Naturales con un total de 956 atropellos en el año 2008.

Dicha problemática, se vienen estudiando métodos alternativos para disminuir el impacto y esta accidentabilidad que supone un cambio en el medio ambiente, y así, protegerlo y conservarlo lo mejor posible, teniendo especial cuidado con las especies más amenazadas o endémicas.

El Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva, además de haber sido aceptado en el Convenio Ramsar como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) por su importancia a nivel de nidificaciones en épocas primaverales y otoñales de aves migratorias, contiene abundantes anfibios y reptiles, estando algunas de las especies de estas familias registradas dentro del Libro Rojo de Anfibios y Reptiles de España.

Tendrán especial relevancia a la hora de la especificación del paso de fauna los reptiles, sobre todo, a la tortuga de agua europea o galápagu europeo (*Emys orbicularis*) y a la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*) al ser las especies de reptiles más accidentadas en el parque y estar definidas como vulnerable y protegida respectivamente. A su vez, también se tendrán en cuenta a anfibios (*Pelophylax perezi*) y pequeños mamíferos.

El paso de la CV-678 por el Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva pone en alto riesgo la probabilidad de atropellos y muerte de fauna silvestre que allí se encuentra, tal y como se pone de manifiesto en el reciente trabajo *Incidencia de la infraestructura viaria sobre la fauna en tres humedales de la Red Natura 2000 en la Comunitat Valenciana*, donde se realiza un análisis de los atropellos para determinar los "puntos negros" de las carreteras prospectadas. Este análisis está realizado mediante el cálculo del Índice Kilométrico de Abundancia (IKA), medida de frecuencia que relaciona el número de atropellos con el número de kilómetros recorridos, siendo para el Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva un IKA total de 1,730 atropellos/Km.

A partir del conocimiento del medio físico que sustenta toda esta fauna, así como los antecedentes de atropellos en el período de los años 2000 al 2014, se pretende realizar un análisis sobre un paso de fauna que se ajuste a reptiles y anfibios en los emplazamientos más idóneos de la CV-678, con el fin de disminuir los accidentes ocasionados a lo largo de ella.

Palabras clave: Paso de fauna, CV-678, accidentabilidad, Parque Natural del Marjal Pego-Oliva, *Emys orbicularis*, *Malpolon monspessulanus*, *Pelophylax perezi*.

Alumna: Clara Tomás Borrás

Tutor: Prof. D. Juan Bautista Torregrosa Soler

València, 2018

Analysis of alternatives for the development of a wildlife passage on the CV-678 road, passing through the Pego-Oliva Marjal Natural Park, in the town of Oliva

ABSTRACT

Anthropization and the creation of linear physical barriers such as roads interrupt, and in many cases, make communication between wildlife impossible. This fact produces high mortality among the species that try to save the infrastructures, being an alarming fact that we find in the evaluation of the abuses of vertebrates in the road network of the Valencian Community, carried out by the call then Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient of the Generalitat Valenciana, where it shows us that the maximum of abuses is concentrated in the Natural Parks with a total of 956 abuses in 2008.

This problem, are studying alternative methods to reduce the impact and this accident that involves a change in the environment, and thus, protect and preserve it as best as possible, taking special care with the most endangered or endemic species.

Pego-Oliva Marsh Natural Park, in addition to being accepted in the Ramsar Convention as a Special Protection Area for Birds (ZEPA in spanish) because of its importance at nesting level in spring and autumn seasons of migratory birds, it contains abundant amphibians and reptiles, being some of threatened species registered in the Red Book of Amphibians and Reptiles of Spain.

There will be special relevance at the time of specifying the passage of wildlife to reptiles, especially the European water turtle or European pond turtle (*Emys orbicularis*) and the bastard snake (*Malpolon monspessulanus*) to be the most injured reptiles in the park and belong to species defined as vulnerable and protected respectively, and in turn also take into account amphibians (*Pelophylax perezi*) and small mammals.

The passage of the CV-678 through the Marjal de Pego-Oliva Natural Park puts at high risk the probability of abuses and death of wild fauna that is found there, as evidenced by the recent work Impact of the infrastructure road on the fauna in three wetlands of the Natura 2000 Network in the Valencian Community, where an analysis of the abuses is carried out to determine the "black spots" of the roads surveyed. This analysis is carried out by calculating the Kilometric Index of Abundance (IKA), a measure of frequency that relates the number of abuses with the number of kilometers traveled, being for the Marjal de Pego-Oliva Natural Park a total IKA of 1,730 abuses / Km

Based on the knowledge of the physical environment that sustains all this fauna, as well as the history of abuses in the period from 2000 to 2014, we intend to carry out an analysis on a wildlife passage that fits reptiles and amphibians in the most suitable for CV-678, in order to reduce the accidents caused along it.

Keywords: Wildlife passage, CV-678, accident rate, Pego-Oliva Marsh Natural Park, *Emys orbicularis*, *Malpolon monspessulanus*, *Pelophylax perezi*.

Student: Clara Tomás Borrás

Tutor: Prof. D. Juan Bautista Torregrosa Soler

València, 2018

A mi familia, porque gracias a su entrega y esfuerzo he podido dedicar mi tiempo a realizar una carrera tan bonita como lo es la mía y crecer como persona.

A mis compañeros de clase, ahora amigos, por hacer de este tiempo (relativamente costoso y estresante) una alegría constante con cada salida, quedada, trabajo,...

A mis profesores, por dedicar su vida a mostrar lo que saben e intentar hacerlo lo mejor posible, sobre todo a mi tutor Juan Bautista Torregrosa Soler por contestar siempre de la manera más veloz posible y servir de gran ayuda en las dudas y mejoras del trabajo.

A los profesionales que día a día trabajan y luchan mejorando nuestro entorno, cuidando de nuestra sociedad, ayudando a las especies más desfavorecidas e intentando que salgan adelante. Al gran esfuerzo que realizan todos los componentes del grupo del Centro de Recuperación la Granja del Saler, gracias a los cuales he podido disponer de datos para la realización de este trabajo y me han mostrado la gran labor que realizan y sus logros (que no son pocos).

Porque la vida es corta y con todos ellos se hace más alegre y divertida. Mil gracias.

Índice

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	1
III.	ANTECEDENTES	2
IV.	CARACTERIZACIÓN DEL PARQUE	3
i.	LOCALIZACIÓN	3
ii.	CLIMATOLOGÍA	4
iii.	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	6
iv.	HIDROLOGÍA	7
v.	FLORA	8
vi.	FAUNA	9
vii.	INSTRUMENTOS DE ORDENACIÓN	10
viii.	DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIARIA DEL PARQUE	11
V.	CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA	12
VI.	PASOS DE FAUNA PROPUESTOS	14
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
VIII.	PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE LA PROPUESTA	19
IX.	CONCLUSIONES	21
X.	BIBLIOGRAFÍA	21
XI.	ANEXOS	
I.	Mapas de localización y caracterización del Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva	
II.	Datos del Centro de Recuperación de Fauna La Granja de El Saler sobre la fauna recogida en el PN del Marjal de Pego-Oliva.	
III.	Datos sobre mortalidad de la fauna en el PN del Marjal de Pego-Oliva	
IV.	Medidas para la reducción del efecto barrera y la mortalidad de la fauna	
V.	Pasos de fauna	
A.	Ecoductos y pasos superiores de fauna	
B.	Pasos inferiores	
C.	Drenajes adaptados	
VI.	Mapas de situación y tipología del paso de fauna escogido	
VII.	Galería fotográfica	

Índice de tablas

Tabla 1. Datos sobre la hidrología en la estación meteorológica de Pego.

Tabla 2 y 3. Número de especies y ejemplares atropellados.

Tabla 4. Ventajas e inconvenientes del vallado de protección según el material

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de los pasos de fauna a nivel mundial a fecha del 8 de junio de 2016.

Figura 2. Mapa de los pasos de fauna en España a fecha del 8 de junio de 2016.

Figura 3. Localización y delimitación del Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva

Figura 4. Mapa físico de la parte donde aparece el PN del Marjal de Pego-Oliva.

Figura 5. Localización de los ríos del marjal.

Figura 6. Clasificación climática de Köppen-Geiger en la Península Ibérica e Islas Baleares.

Figura 7. Diagramas climáticos de los lugares más cercanos al PN del Marjal de Pego-Oliva, estaciones meteorológicas de Pego y Gandía.

Figura 8. Logo de la marca Parcs Naturals de la Comunitat Valenciana.

Figura 9. Datos de la Conselleria sobre atropellos de vertebrados en la Comunitat Valenciana.

Figura 10. Etapas en la metamorfosis de los anfibios.

Figuras 11-14. Paso de fauna para anfibios con la estructura de guía en embudo, curva de la estructura guía, rejilla de detección y perfil de la estructura guía prefabricada de fácil colocación.

Figuras 15 y 16. Señalización de advertencia de paso de anfibios en España.

Figura 17. Descripción de la localización de cada paso de fauna para anfibios en uno de los tramos.

Figuras 18 y 19. Tipos de vallas de protección para anfibios.

I. INTRODUCCIÓN

Tanto las especies silvestres como los hábitats a los que pertenecen se encuentran en constante cambio casi a diario. Sus movimientos migratorios, búsqueda de alimentos, zonas de nidificación o refugio,... todas ellas se ven muchas veces desconectadas por las barreras que el propio hombre crea a su alrededor, como lo son los viales.

Dicho cambio o evolución necesaria para nosotros es posiblemente negativa para los demás seres vivos. Se nota dentro de las ciudades, donde palomas y demás animales están más que acostumbrados a una dieta totalmente antropizada. Lo mismo ocurre en el campo, junto a núcleos poblacionales rurales, donde jabalíes y zorros se alimentan de nuestros desperdicios en los vertederos.

Es la huella del hombre, pues, la que marca las rutinas tanto de animales como de plantas, y las infraestructuras que a él acompañan, 166.003 km totales de la Red de carreteras de España, son la causa de la rotura de hábitats en equilibrio y una de las mayores amenazas para la preservación de la diversidad biológica.

La brecha entre los ecosistemas cada vez es mayor, ya que crece de forma exponencial el número de viales y, por supuesto, sus anchuras y velocidades de circulación, provocando la muerte de miles de animales anualmente al intentar traspasar estas barreras.

Recientes estudios afirman que millones de animales mueren en carreteras españolas anualmente, 7750 animales solo en la Comunidad Valenciana, dato alarmante, puesto que no solo muere la fauna, sino que muchos de estos accidentes provocan la muerte de personas.

Los realmente vulnerables a los atropellos son los anfibios y reptiles, ya que sus ciclos de vida incluyen normalmente la movilización o migración entre zonas húmedas y zonas forestadas, además de no presentar buena capacidad de reacción.

Aunque para la realización de las carreteras e infraestructuras viarias es fundamental el estudio previo de la zona, tanto su geomorfología como su impacto ambiental a todos los niveles, la fauna tiene costumbres que las barreras viales no pueden cambiar.

II. OBJETIVOS

A partir de este trabajo se pretenden exponer y resolver los siguientes objetivos principales:

- Identificar el tipo de fauna y flora que habita en el PN del Marjal de Pego-Oliva.
- Cuantificar el número de animales accidentados en la carretera CV-678.
- Conocer, de manera general, los tipos de pasos de fauna existentes.
- Analizar el paso de fauna más adecuado para las especies seleccionadas.
- Plantear y presupuestar de manera estimativa la solución escogida.

Además, existen unos objetivos secundarios como son:

- Concienciar de la envergadura y repercusión de las barreras antrópicas sobre la flora y fauna silvestre.
- Conocer mejor el hábitat del marjal.
- Comprender el comportamiento de reptiles y anfibios mediante sus ciclos vitales.

III. ANTECEDENTES

En primer lugar, se debe definir qué son y para qué sirven los pasos de fauna, ya que sin esta explicación el trabajo realizado no tiene sentido.

Los pasos de fauna son, así pues, estructuras realizadas a partir de diferentes materiales que permiten a los animales salvar barreras realizadas por el hombre. Pueden incluir desde puentes para grandes mamíferos hasta túneles para anfibios, pasando por escaleras para peces, azoteas verdes para mariposas y aves o tendidos de cuerdas para mamíferos arbóreos como monos o ardillas.

Estas estructuras corresponden a prácticas de conservación de los hábitats, permitiendo la unión entre ellos y disminuyendo su fragmentación. Otra de las causas por las que se construyen es para evitar las colisiones fauna-vehículo, teniendo en cuenta que no solo causa daños a la fauna, sino que puede producir graves daños e incluso la muerte a humanos. Un estudio evalúa que la incorporación de pasos de fauna a un proyecto de carretera supone solamente un incremento del 7-8% del costo total de un proyecto (Bank et al. 2002), presentando un aumento sustancial en los beneficios asociados al mismo.

Se pueden relacionar con los pasos canadienses por ser estructuras de aspecto similar, aunque poseen una función totalmente inversa a los pasos de fauna, puesto que lo que pretenden evitar es el paso de animales, sirviendo como apoyo a vallados y cerramientos, y favorecer a los vehículos.

Los inicios de los pasos de fauna se construyeron en Europa, más concretamente, en Francia en los años 50. Otros países europeos como los Países Bajos, Suiza, Alemania o España, han seguido su senda realizando y utilizando estas estructuras de cruce, tanto pasos superiores e inferiores, para minimizar el conflicto, proteger y restablecer la vida silvestre.

La Humane Society of the United States (Sociedad Protectora de Animales de los Estados Unidos) notifica que los pasos de fauna realizados en los Países Bajos, en su mayoría, han ayudado al aumento de los niveles comunitarios de diferentes especies en peligro de extinción de este país.

A nivel mundial, se puede observar que la mayor concentración de pasos de fauna hasta el año 2016 se encuentra en Europa central.

Figura 1. Mapa de los pasos de fauna a nivel mundial a fecha del 8 de junio de 2016. Fuente: <http://bitacoraturae.blogspot.com.es/2016/06/pasos-de-fauna-por-el-mundo-wildlife.html> (febrero 2018)



Los pasos de fauna representados en la imagen siguiente corresponden a parques naturales y sus zonas colindantes o a grandes viales como autopistas a nivel nacional donde se pretende reducir el número de accidentes. Es, en estos lugares, donde se tienen en cuenta en mayor medida las prestaciones de las infraestructuras para mejorar y reconexionar los hábitats, aconsejándose el uso de los pasos de fauna.

Actualmente se realizan estudios de impacto ambiental previamente a la realización de nuevas infraestructuras viarias, siendo un caso reciente los pasos superiores específicos para murciélagos en la A-7 en Alcoy. Se componen de 3 pasos elevados o puentes vegetados en los alrededores de la Cova Juliana, cubiertos mediante una red de nylon para proteger a los murciélagos de posibles acercamientos o caídas a las vías, evitando así su muerte.

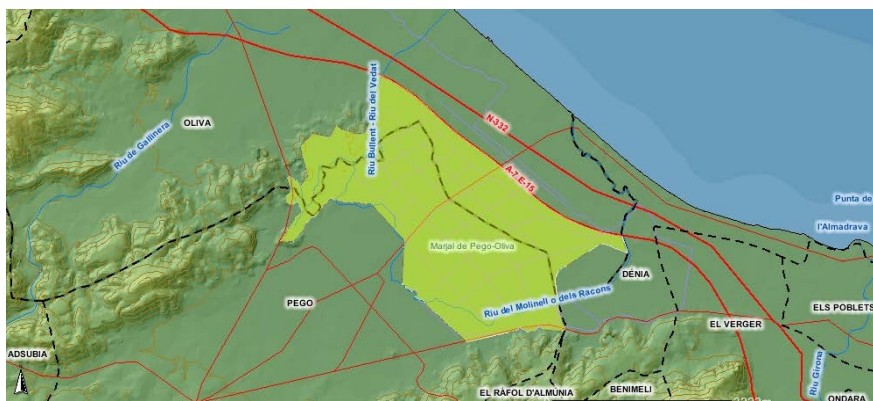
Figura 2. Mapa de los pasos de fauna en España a fecha del 8 de junio de 2016. Fuente: <http://bitacoraturae.blogspot.com.es/2016/06/pasos-de-fauna-por-el-mundo-wildlife.html> (Febrero 2018)



IV. CARACTERIZACIÓN DEL PARQUE

i. LOCALIZACIÓN

Figura 3. Localización y delimitación del Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva. Fuente: Wikipedia (https://es.wikipedia.org/wiki/Parque_natural_del_Marjal_de_Pego-Oliva#/media/File:Mapa_MarjalPegoOliva.png) (Febrero 2018)



El Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva está situado en los términos municipales de Oliva y Pego, correspondientes a las provincias de Valencia y Alicante respectivamente, y pertenece a una zona húmeda (restinga-albufera) con una extensión de 1.253 hectáreas.

Se halla en el centro de la herradura montañosa limitada, en su parte más norte, con la Sierra de Mustalla; al este, con la llanura aluvial de Pego; al oeste, con la Sierra de Segària; y al oeste, con el mar Mediterráneo.

Figura 4. Mapa físico de la parte donde aparece el PN del Marjal de Pego-Oliva. Fuente: <https://www.avl.gva.es/documents/84900/91479/Mapa+f%C3%ADsic+de+la+Comunitat+Valenciana/19e5897f-3fa4-4bb4-83bd-b737f4508c8c> (Febrero 2018)



Sus principales características son la gran biodiversidad y excelente calidad de sus aguas. Existen dos ríos principales que recorren el marjal: el Bullent o Vedat en la parte norte y el Racons o Molinell en la sur. Además, encontramos numerosos afluentes y manantiales conocidos estos últimos con el nombre de "ullals".

Figura 5. Localización de los ríos del marjal. Fuente: visor cartográfico de la Generalitat (<http://visor.gva.es/visor/>) (Febrero 2018)

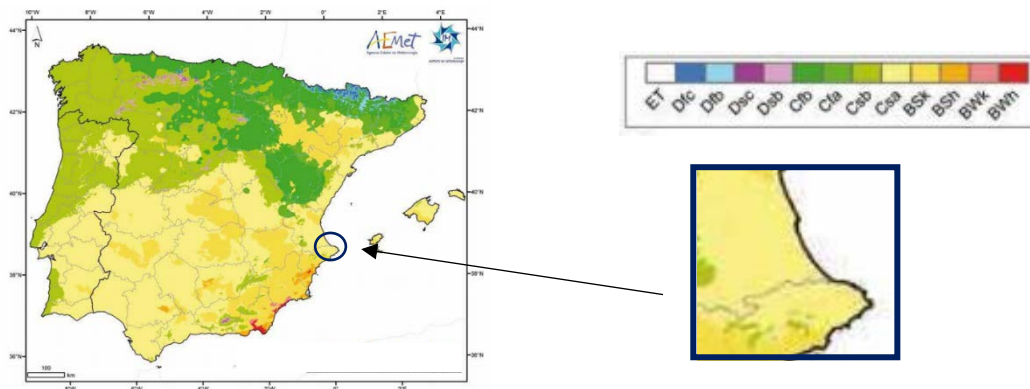


ii. CLIMATOLOGÍA

La localización del parque pertenece a una de las zonas más lluviosas del litoral valenciano, ya que las sierras Mustalla y Segària actúan como primera cadena montañosa expuesta a las inclemencias marinas, favoreciendo las precipitaciones al hacer de barrera orográfica frente a los vientos del NE, vientos que propician las precipitaciones en esta parte de España.

En verano se convierte en una zona muy seca debido a las escasas precipitaciones por la proximidad del mar y su efecto regulador de las temperaturas.

Figura 6. Clasificación climática de Köppen-Geiger en la Península Ibérica e Islas Baleares. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (www.aemet.es) (Febrero 2018)



Como se observa, el clima del parque fuente de estudio corresponde al índice Csa (templado con verano seco y caluroso) de la clasificación climática de Köppen-Geiger, clima más extendido en la península (aproximadamente el 40%).

La temperatura media anual ronda los 18°C, gracias a la suavidad de los inviernos haciendo que esta se eleve. Enero corresponde al mes más frío, con una media de 10.7°C y el más caluroso es agosto, con sus 25.5°C de media.

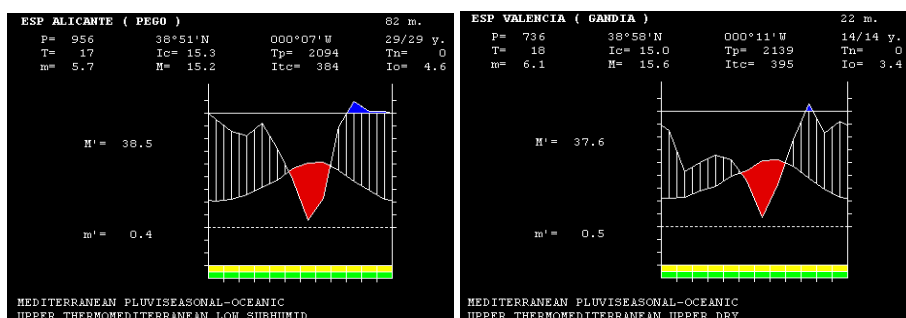
La humedad de la cuenca es elevada debido a las altas temperaturas y su cercanía al mar.

Por otro lado, la media de las precipitaciones se encuentra alrededor de los 900 mm, distribuidos a lo largo del año, con presencia de sequía en los meses de verano, y concentrándose las lluvias más abundantes en los meses de octubre y noviembre.

La concentración de precipitaciones otoñales es debida a las elevadas temperaturas que el mar presenta en esta época del año, creando inestabilidad y produciendo lluvias torrenciales e incluso la llamada *gota fría*, como resultado del choque de una masa de aire frío a mayor altura con el frente de aire cálido y húmedo proveniente del Mar Mediterráneo, formando fuertes tormentas con abundantes precipitaciones en poco tiempo.

Como se observa en los diagramas siguientes, no existe parada vegetativa (representado en verde) y en amarillo se indica que no existe riesgo de heladas durante el año, de ser así, se representaría en azul.

Figura 7. Diagramas climáticos de los lugares más cercanos al PN del Marjal de Pego-Oliva, estaciones meteorológicas de Pego y Gandía. Fuente: Sistema de clasificación bioclimática mundial (www.globalbioclimatics.org) (Febrero 2018)



Como también se describe en los diagramas, el PN del Marjal de Pego-Oliva corresponde al tipo climático mediterráneo pluviestacional-oceánico (varias épocas de lluvias y cercano al mar) entre el piso termomediterráneo bajo subhúmedo (el más representativo) y el superior seco, lo cual explica las características descritas con anterioridad.

iii. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

El Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva corresponde al ámbito estructural del Sistema Bético. Se representa por una sucesión de estratos desde el Trifásico al Mioceno con algunos ambientes de deposición marina.

La zona se caracteriza por un plegamiento suave de materiales de cobertura con dirección principal NE-SO. Los pliegos son sutiles con convergencia hacia el norte, sin abundantes fallas.

Las principales estructuras que configuran el parque son (Vegas et al., 1975):

- El anticlinal de Oliva, plegamiento de capas en forma de Λ , donde surgen materiales jurásicos en la frontera y en la parte meridional que abastece el Cretácico Superior. Existen algunas inflexiones como la sierra de Mustalla.
- El sinclinal de Pego, depresión del terreno en forma de V sobre materiales margosos del Mioceno.

La zona central del marjal se describe como la afectada por los fenómenos de subsidencia, es decir, el hundimiento progresivo de la superficie como consecuencia del colapso de cavidades subterráneas o por desecación del mismo, siendo el factor más condicionante de la evolución de dicha zona y el que más control ha ejercido respecto a la sedimentación.

Según la morfología del conjunto, pertenece a un modelo de costas micromareales también llamada *laguna cerrada*, al no encontrarse totalmente conectadas al mar.

Los elementos que representan este modelo son:

- Marjal. Pertenece a una zona donde el nivel freático se encuentra muy cercano a la capa superficial, lo que se caracteriza por la inundación, siendo variable según la estación del año y observando, así mismo, variaciones interanuales. Otra característica principal es la elevada sedimentación de origen orgánico, mayoritariamente vegetal, la cual le aporta un color negrozco a la tierra que se entremezcla con limos y arcillas, formando un nivel rico en materia orgánica, creado cuando la albufera se quedó aislada del mar al existir un cordón dunar.
- Restinga. Engloba una extensa masa sedimentaria creada por la intercalación de mantos de arena y grava de distintas características que forman parte de la agrupación deposicional costera del tramo sur del Golfo de Valencia. Esta, a su vez, se divide en:
 - o Llanura de restinga. Ocupa su mayor parte. Su estructura se compone de gravas y arenas mayoritariamente, aunque aparecen, así mismo, limos y arcillas. De topografía llana, con alturas máximas de 1 metro y normalmente encharcada. Se presentan como zonas muy degradadas.

- Cordón dunar. Configura la única formación lineal continua de depósitos de arena con forma estrecha y cuyas alturas máximas se encuentran entorno a los 5 metros. En ellas se encuentra una buena representación de vegetación psamófila, adaptada a este tipo de sustrato arenoso. En su parte más norte, su conservación es buena.
- Golas o bocanas. Pertenecen a las aberturas de la restinga que comunican el marjal con el mar. Concretamente, solo existe la del Río Molinell, ya que la del Río Vedat es artificial y constituye la red que da salida al mar de las aguas del Río Revolta que atravesaba el marjal antiguamente.
- Playa. Zona con amplitud de 100 metros y de elementos arenosos con cierta selección eólica hacia el interior. Su tramo sur presenta un notable lavado de materiales ligeros, por lo que predominan los cantos y gravas.

Todos los niveles litológicos se pueden observar gráficamente en el Anexo I, mapa geológico de España, Gandía (hoja 796), del Instituto Geográfico y Minero de España, siendo, el marjal de Pego-Oliva, un suelo cuaternario pleistoceno superior de depósitos de albufera: fangos y turba.

iv. HIDROLOGÍA

El Marjal de Pego-Oliva se encuentra rodeado de un continuo montañoso calizodolomítico de elevada meteorización, lo que justifica la creación de formas exokársticas, siendo características las estructuras como las paredes verticales o las dolinas. La actividad hidrológica del marjal está directamente conectada con los sistemas regionales de flujos de agua subterránea, cuya contribución depende de las precipitaciones anuales. El nivel de agua permanente depende de las variaciones estacionales, pero suele aflorar cerca de la superficie.

Tabla 1. Datos sobre la hidrología en la estación meteorológica de Pego. Fuente: Sistema de clasificación bioclimática mundial (www.globalbioclimatics.org) (Febrero 2018)

WATER INDEX CARD		ESP ALICANTE (PEGO)								
Altitude: 82 m.		Latitude: 38°51'N								
(C°/mm)	T	PE	P	VR	R	RE	DF	SP	DR	HC
Jan	10.4	21	90	0	100	21	0	69	69	3.3
Feb	11.2	23	76	0	100	23	0	53	61	2.2
Mar	13.0	38	72	0	100	38	0	34	48	0.9
Apr	15.6	56	85	0	100	56	0	29	38	0.5
May	18.6	87	62	-25	75	87	0	0	19	-0.3
Jun	23.2	131	38	-75	0	113	18	0	10	-0.7
Jul	25.4	157	6	0	0	6	151	0	5	-1.0
Aug	25.7	150	23	0	0	23	127	0	2	-0.8
Sep	22.6	105	79	0	0	79	26	0	1	-0.2
Oct	18.2	65	196	100	100	65	0	31	16	2.0
Nov	14.6	38	117	0	100	38	0	79	48	2.1
Dec	10.9	22	112	0	100	22	0	90	69	4.1
Year	17.5	892	956	*	*	571	321	385	385	0.0

T = Average temperature *VR = Variation of the reserve* *DF = Deficit* *HC = Humidity coefficient*
PE = Potential evapotranspiration *R = Reserve* *SP = Superavit*
P = Precipitation *RE = Real evapotranspiration* *DR = Drainage*

Dicho marjal se extiende sobre la zona central de la cuenca, encontrándose topográficamente deprimida y con una pendiente muy ligera hacia el mar.

Los dos arroyos principales del marjal (Río Vedat y Río Racons) son de alimentación kárstica, mayoritariamente.

Con dirección norte-sur discurría el Río Revolta, alimentado por más de una treintena de manantiales de la Sierra de Mustalla, de flujo perenne que alimentaba al actual Río Molinell, fue enterrado en el intento de desecar el marjal para su uso agrícola antes de su declaración de Parque Natural.

El agua procedente de los manantiales es dulce por norma general, debido al corto periodo de tiempo que se ubica en el acuífero y la ausencia de materiales salinos en la cuenca, aunque la estacionalidad e inconstancia de precipitaciones facilita diversos cambios químicos del humedal, siendo la influencia del agua marina uno de los factores del cambio. Estos índices de salinidad son más altos en los alrededores de la restinga y en los manantiales del último tramo del Río Racons.

El espacio del parque depende de tres reservorios hidrogeológicos: alineación de las sierras Benicadell-Almirant-Mustalla, unidad de las sierras Alfaró-Migdia-Segària y la plana de Gandía-Dénia, siendo las dos primeras alineaciones paralelas a las sierras de Mustalla y Segària y la última, ortogonal a los anteriores. De todos ellos, emergen afloramientos de agua que nutren el marjal.

v. FLORA

El ecosistema que se viene describiendo, cuenta con una gran variedad de microecosistemas como lo son las propias acequias, sus riberas, los cultivos de la zona de Pego, etc. La flora que se encuentra en cada uno de estos depende directamente de las características de cada uno de ellos: humedad, pH, salinidad,... A causa de dicha variabilidad la flora es igualmente variada, aportando una biomasa de gran valor corológico y ecológico, a diferencia de otras zonas húmedas.

La característica principal de la mayoría de la flora del marjal es que es higrófila, es decir, predominan plantas que necesitan o prefieren ambientes húmedos. Dentro del marjal se pueden observar diferentes comunidades:

- Comunidades de agua. En las aguas más calmadas o casi estancas aparecen nenúfares (*Nymphaea alba*) y lentejas de agua (*Lemna gibba*), creando un manto sobre el agua de plantas sin enraizar y siendo bioindicadoras de la contaminación de las aguas. En las zonas donde existe corriente de agua, crecen poblaciones de la especie *Potamogeton pectinatus*, de agua dulce y localización iberolevantina. En las charcas más intermitentes donde se acumula poco agua, se observa el *Ranunculus*, y las que contienen mayor salinidad, la *Salicornia*. En los “ullals”, donde las aguas son más frías y oxigenadas, se puede observar la lentibularia (*Utricularia vulgaris*).
- Comunidades de ríos y ramblas. Se pueden advertir diferentes agrupaciones de zarzamora (*Rubus ulmifolius*) en las riberas de ríos y sus inmediaciones, ocupando grandes extensiones. Estos arbustos pinchosos son la sucesión de degradación de las olmeras de tiempos del cuaternario. En las zonas de rambla donde el agua es intermitente, solo pasa cuando hay lluvias, la vegetación característica es la adelfa o baladre (*Nerium oleander*), y en las zonas más antropizadas o

remodeladas emergen los cañaverales con las especies *Arundo donax* y la correhuela mayor (*Calystegia sepium*). En los límites de barrancos donde aparecen cultivos, crecen densos herbazales de yesca (*Imperata cylindrica*).

- Comunidades de especies endémicas, amenazadas o protegidas. Las comunidades representativas del marjal son comunes en otras zonas húmedas del litoral mediterráneo. Sin embargo, la pérdida de estas las ha llevado a ser reconocidas como amenazadas, contemplando entre ellas las de los géneros *Chara*, *Ranunculus*, *Potamogeton* y especies como *Tolypella glomerata*, la *lentibularia* (*Utricularia vulgaris*), el nenúfar blanco europeo (*Nymphaea alba*) y *Lemna trisulca*. Cabe destacar que existen otras especies no tan representadas en el marjal, pero que sí son cuantiosas en otras partes de la Comunitat Valenciana: el junco espigado (*Cladium mariscus*), *Scirpus litoralis*, el malvavisco (*Althaea officinalis*), *Baldellia ranunculoides* y la marisma gloria de la mañana (*Ipomoea sagittata*). Para proteger todas estas comunidades, existe una red de microrreserva de flora, donde no solo se controlan las especies y familias anteriores, sino todas las que están o pudieran estar amenazadas.

Además de todas las comunidades nombradas en este punto, la vegetación predominante en el PN del Marjal de Pego-Oliva es, sin lugar a duda, el carrizal, que corresponde a una comunidad de crecimiento rápido y muy denso, casi impenetrable, de *Phragmites australis* y enneas de hoja estrecha. En la sucesión de degradación, aparecen los carrizales de menor talla representados por el berro acuático (*Nasturtium officinale*) y cuando el carrizal se degrada completamente pasa a pastizal representado por la hierba grama de agua (*Paspalum paspalodes*), siendo estos últimos la antigua formación de marjal. De manera casual, se pueden ver correhuelas como *Ipomoea sagittata*, *Calystegia sepium* y *Cynanchum acutum* en los suelos más profundos y acompañadas de las cañas.

vi. FAUNA

El Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva corresponde a un espacio de gran enjundia, en relación a la fauna que alberga. La triste desaparición de muchos de los humedales del litoral mediterráneo, a lo largo de los años, hace que la mayoría de las especies que utilizan o explotan estos hábitats sean verdaderas rarezas.

En él encontramos más de 450 especies de animales, correspondiendo a 130 especies de aves, 15 de mamíferos, 12 de reptiles, 5 de anfibios, 20 de peces, 20 de moluscos, 20 de crustáceos, y más de 200 especies de insectos u otros invertebrados y zooplancton.

Las extraordinarias condiciones del agua del marjal posibilitan la existencia de poblaciones de invertebrados como son los camarones o gambas de río (*Palaemonetes zariquieyi* y *Atyaephyra desmaresti*) con la presencia del endemismo llamado "gambetes" (*Dugastella Valentina*), y los petxinots o almejas de río (*Anodonta cygnea* y *Unio mancus*).

Entre las especies de peces, hay que destacar la presencia del samaruc o samarugo (*Valencia hispanica*), del cabotet o gobio común (*Pomatoschistus microps*), del *punxoset* o espinoso (*Gasterosteus aculeatus*) y de la colmilleja (*Cobitis maroccana*) y otras especies piscícolas como la anguila, la lisa, la carpa y el *black-bass*, siendo la última una especie introducida.

Los anfibios son todavía abundantes en el marjal todavía. Entre ellos destaca la rana común (*Pelophylax perezí*).

Los reptiles más característicos que podemos encontrar dentro del parque son la tortuga de agua europea o galápagos europeo (*Emys orbicularis*) y la tortuga de agua ibérica (*Mauremys caspica*), siendo importantes también las dos especies de serpientes de agua (*Natrix maura* y *Natrix natrix*). Otras serpientes presentes son la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*), la culebra de escalera (*Elaphe scalaris*) y la serpiente de herradura (*Coluber hippocrepis*).

Las aves se hallan de forma abundante y componen una de las mayores riquezas del marjal, en cuanto a variedad de especies y número de individuos. Este es uno de los principales motivos por los que ha sido aceptada en el Convenio Ramsar y declarada Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA).

Además de los anátidos, siendo el ánade real (*Anas platyrhynchos*) el más significativo, hay numerosas especies que destacan como nidificantes: la hoza o focha común (*Fulica atra*), la *polla d'aigua* o gallineta común (*Gallinula chloropus*), el gallo de cañaveral (*Porphyrio porphyrio*), el *cabussonet* o zampullín común (*Tachybaptus ruficollis*), la garza imperial (*Ardea purpurea*) y garza real (*Ardea cinerea*), la roseta o cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), la *camallarga* o cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*), el *fumarell carablanc* o fumarel cariblanco (*Chlidonias hybrida*), el *martinet* o martinete común (*Nycticorax nycticorax*), el *gomet* o avitorillo común (*Ixobrychus minutus*), la garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*), el avetoro común (*Botaurus stellaris*), la perdiz de mar o canastera común (*Glareola pratincola*), la buscarla unicolor (*Locustella luscinioides*), el carricero común y el tordal (*Acrocephalus scirpaceus* y *Acrocephalus arundinaceus*).

A todas estas aves se une una larga lista de especies que invernan o son migratorias.

vii. INSTRUMENTOS DE ORDENACIÓN

El marjal fue declarado Parque Natural, mediante la Ley 11/94, de 27 de diciembre de 1994, debido a su gran relevancia durante la época de migración tanto primaveral como otoñal, puesto que pertenece a una zona de paso en la ruta de gran parte de las aves de Europa occidental hacia África.

Su Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) fue redactado en el cumplimiento del artículo 4 de la derogada Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna silvestre, abolida por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Este PORN también cumple lo dispuesto en los artículos 30 y 31 de la Ley 11/1994, de 27 de diciembre, de la Generalitat de Espacios Naturales Protegidos de la Comunitat Valenciana.

Asimismo, debido a su importancia, se encuentra incluido en el Convenio Ramsar (1971) de protección mundial de zonas húmedas, dentro de la Red Natura 2000 de la Unión Europea y es también Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA).

viii. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIARIA DEL PARQUE

El Parque Natural del Marjal de Pegó-Oliva se encuentra situado entre las provincias de Valencia y Alicante, a 95 y 110 km de sus capitales respectivamente.

Los principales viales que le dan acceso son, a nivel nacional, la Autopista A-7, la N-332; y dentro de la red viaria autonómica, la CV-678, la CV-700 y la CV-715.

El estudio realizado por la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana, donde se reflejan los accidentes sobre la fauna debido a las infraestructuras viarias, transcurre por los viales CV-678 y CV-700. En este trabajo solo se ha tenido en cuenta un tramo de la carretera CV-678, la cual cruza el marjal desde Pegó para desembocar a la playa de Oliva (del punto kilométrico 4.3 al 6.5). La estructura de dicha carretera corresponde a la forma de una autonómica de dos carriles, uno para cada sentido de circulación, con una anchura total de 8 metros y sin apenas arcén. Se caracteriza por tener pendientes suaves y tramos rectos en su mayoría. Al pertenecer a una vía que da salida a la playa, es muy transitada sobre todo en los meses de verano, donde la afluencia e intensidad del tráfico aumenta sustancialmente.

La CV-678 cruza ecosistemas de carrizales y áreas de cultivo de arroz de la parte alicantina del parque, ocupando una notable extensión del mismo y caracterizado por la presencia de *Phragmites australis* subsp. *australis* en las cercanías de las acequias y en los terrenos permanentemente anegados junto con otras especies como *Typha angustifolia*, *Lythrum salicaria*, *Alisma plantago-aquatica*, *Lycopus europaeus* y *Salomus valerandi* (Urios V. et al. 1992).

La parte de cultivo de arroz está dominada por la variedad *Bomba*, arroz muy usado en la zona, aunque se encuentran también parcelas experimentales de arroz ecológico. Conjuntamente, se pueden ver distintas comunidades de plantas con necesidades ecológicas muy distintas, pero con requerimientos de nitrógeno similares para su desarrollo. Cabe hacer mención a la vegetación de cunetas, en su mayoría, especies nitrófilas por su abundante presencia.

Es de vital importancia destacar así mismo la existencia de agua a ambos márgenes de la carretera, debido a las acequias que transcurren paralela y perpendicularmente a la misma y siendo frecuentes las inundaciones por encontrarse por debajo del nivel de inundación del arroz. Este ambiente es propenso a la sustentación de la vida de la fauna hidrófila como los anfibios y reptiles y otras muchas otras especies, tal y como ya se ha nombrado en los apartados anteriores.

En lo referente al límite de velocidad, la CV-678 se encuentra restringida a 90 km/h debido a sus características y en cumplimiento a la normativa de circulación vial española. Las entradas y salidas, así como los caminos internos del parque, se encuentran bien señalizados, encontrando la marca de *Parcs Naturals de la Comunitat Valenciana* casi en todas las indicaciones.



parcs naturals
de la comunitat
valenciana

Figura 8. Logo de la marca Parcs Naturals de la Comunitat Valenciana.
Fuente: <http://www.parquesnaturales.gva.es/es> (marzo 2018)

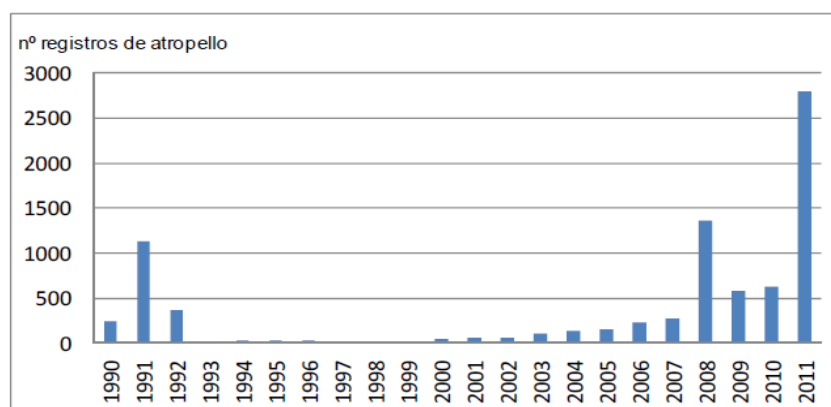
V. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA

Como se ha comentado durante el trabajo, los accidentes de fauna por atropellos sobre las redes viarias son reales y con datos extremadamente alarmantes a ámbito nacional, aproximadamente 7000 especies al año.

A una escala más reducida, se encuentran, en menor medida, los atropellos en las zonas donde existe mayor diversidad faunística debido a las características ambientales concretas como son las del Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva.

En la figura 9, y posteriormente en las tablas 2 y 3, se puede observar la cantidad de fauna accidentada: primero, el número de atropellos en relación al año en que se tomaron los datos; en segundo lugar, por grupo de especies; y por último, por especies atropelladas con más frecuencia, todo a escala provincial.

Figura 9/ Tablas 2 y 3. Datos de la Conselleria sobre atropellos de vertebrados en la Comunitat Valenciana y número de especies y ejemplares atropellados. Fuente: Evaluación de los atropellos de vertebrados en la red de carreteras de la Comunitat Valenciana, Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient, 2013 (marzo 2018)



Especie	Nº	Especie	Nº
Conejo	981	Murciélagos (<i>Pipistrellus</i> sp.)	205
Sapo (<i>Bufo</i> sp.)	574	Rana común	189
Jabalí	532	Culebra de escalera	182
Erizos (<i>Erinaceus</i> y <i>Atelerix</i>)	428	Petirrojo	136
Culebra bastarda	379	Culebra de agua	125
Gorriones (<i>Passer</i> sp.)	357	Mochuelo	120
Ratas (<i>Rattus</i> sp.)	342	Ratón de campo	116
Polla de agua	290	Culebra de herradura	98
Ardilla	281	Lagartija colilarga	98
Zorro	210	Liebre	93

Precisión	Nº de especies	Nº de registros
Aves	121	1.934
Mamíferos	31	2.955
Reptiles	20	1.068
Anfibios	7	779
TOTAL	179	6.736

A nivel de parque, según el estudio realizado a través de la antigua *Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge*, en colaboración con *Parcs Naturals de la Comunitat Valenciana*, sobre la *incidencia de la infraestructura viaria sobre la fauna en tres humedales de la Red Natura 2000 en la Comunitat Valenciana* de 2008, descrito en el Anexo II, se registran **158 atropellos** a través de la observación de 2 km (pasado el punto kilométrico 4 hasta un poco después del Pk 6 de la CV-678 a su paso por el marjal), recorriendo este tramo 25 veces, haciendo un total de 50 km prospectados a lo largo de 6 meses.

Con el número de atropellos y los kilómetros observados se establece un Índice Kilométrico de Abundancia o IKA en un 1.73 atropellos/km, siendo mucho más alto que en el PN de l'Albufera con un IKA de 0.3118 atropellos/km pero más moderado que en el PN de las Salinas de Santa Pola con un IKA de 2.78 atropellos/km. Todos los valores son elevados, puesto que el número al que debería aproximarse es el 0.

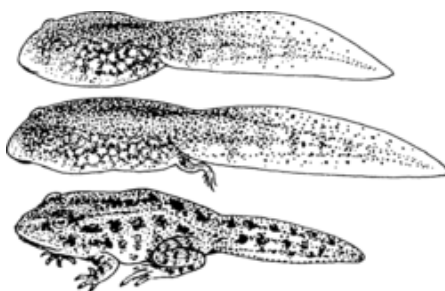
De esta gran cantidad de accidentes, cabe destacar la relacionada con los reptiles y anfibios, ya que los pasos de fauna posibles van a ir dirigidos a estas dos familias en concreto. Sobre la familia de reptiles recaen **13 atropellos**, siendo 3 de ellos de la tortuga o galápago europeo (*Emys orbicularis*) y 6 de la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*). En lo correspondiente a la familia de los anfibios, existen **12 atropellos**, todos ellos sobre la rana común (*Pelophylax perezi*), aunque pertenece a una especie puramente acuática, existe un desplazamiento colonizador hacia otros puntos de agua.

Habiendo hablado de la cantidad de atropellos de reptiles y anfibios, seguidamente se describe el ciclo vital de ellos como desarrollo a la introducción del anexo V sobre los tipos de pasos de fauna, concretamente en los pasos específicos orientados a estos grupos faunísticos y su relación con los accidentes que sufren.

En primer lugar, se describe el ciclo de vida de los anfibios, el cual tiene comienzo en el agua, destacando su fuerte relación con el medio acuático a lo largo de su vida y desarrollo. Los anfibios adultos reproductivamente activos se dirigen a las zonas con agua, ya sean charcas, lagunas o lagos, donde las hembras desovarán y los machos realizarán una fecundación externa, dando lugar a los renacuajos que permanecerán en el agua hasta, pasando por cambios fisiológicos continuos o metamorfosis, llegar a su desarrollo total como anfibios terrestres.

En la metamorfosis, el renacuajo pasa de ser un animal adaptado totalmente a la vida acuática (presencia de branquias y aleta posterior o cola natatoria) a animales adaptados a la vida terrestre (pulmones, epidermis y patas). No solo se producen cambios en el tipo de locomoción y respiración de los individuos, sino que también se modifican la composición y disposición de los órganos internos. La transformación de animal herbívoro alimentado de algas y pequeñas plantas acuáticas, a carnívoro depredador de invertebrados y hasta de peces y pequeños mamíferos, identifica a esta familia como uno de los eslabones significativos de la cadena alimenticia. Este hecho se debe a que ejerce como reguladores de ecosistemas debido a su depredación y reducción de los pequeños herbívoros invertebrados.

Figura 10. Etapas en la metamorfosis de los anfibios. Fuente: Wikipedia.org (marzo 2018)



Por otra parte, los reptiles poseen características que han conseguido separarlos absolutamente de los ambientes acuáticos. Su evolución les ha dado paso a una variedad mayor de ecosistemas gracias a pequeñas adaptaciones con respecto a los anfibios: la presencia de piel escamosa e impermeable de queratina y la producción de huevos con cáscara dura y yema en su interior.

El ciclo de vida de los reptiles empieza con una fecundación interna, la puesta de los huevos en hoyos bajo tierra y, normalmente, el desentendimiento de las crías por parte de los progenitores. Al nacer la nueva generación, se esconden y buscan alimento por ellas mismas. Los reptiles no pasan por diferentes etapas de metamorfosis, sino que salen de los huevos con aspecto de adultos en miniatura totalmente formados y preparados para la vida terrestre. Una vez son adultos sexualmente fértiles, vuelven a los mismos lugares de desove que sus antecesores, llevando a un gran cúmulo, tanto de hembras como de hoyos, en un espacio reducido de territorio. Es allí donde se vuelve a iniciar el ciclo vital de las especies de reptiles.

Ambos ciclos de vida, tanto la clase Amphibia como la Reptilia, suelen tener inicio entre finales de primavera y principios de verano. La salida y búsqueda de refugio por parte de los reptiles juveniles y la salida del agua de los anfibios, lleva a un elevado desplazamiento de individuos de una zona a otra, viéndose algunas veces interrumpida por carreteras o caminos, tal y como pasa en el Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva.

VI. PASOS DE FAUNA PROPUESTOS

Este trabajo solo se va a centrar en los pasos de fauna más idóneos para las especies de reptiles, anfibios y pequeños mamíferos o aves que anidan en el interior del parque, encontrándose estas en elevado riesgo de ser accidentadas por su lenta reacción frente a vehículos.

De todos los tipos de pasos de fauna mostrados en el Anexo V, se observan tres que se ajustan mejor a las características de los grupos faunísticos de referencia:

Pasos inferiores para pequeños vertebrados

Estos pasos van dirigidos a pequeños vertebrados terrestres, como es el caso de las tortugas, ya que no se estima que trascurra por ellos ninguna corriente de agua.

Son estructuras prefabricadas de hormigón de sección circular o rectangular de anchuras entre 1 y 2 metros, bastante amplios y con vegetación en su interior para facilitar el paso de la mayor cantidad de especies animales posible. Al ser de tamaño reducido se evita que pasen grandes mamíferos, lo cuales pueden ser depredadores de las especies que se pretende proteger.

Drenajes adaptados para animales terrestres

Corresponden a pasos de fauna muy similares estructuralmente a los anteriores, pero por estos sí se prevé el paso de agua de manera más constante, siendo necesario el acondicionamiento del paso para animales terrestres a través de banquetas laterales que permanecerán a cierta altura sobre el nivel del agua.

También presentarán una naturalización del espacio en el interior del paso con vegetación y tierra, para mayor confort de la fauna.

Al contener un curso de agua regular, este proporciona la humedad idónea para el uso por parte de los anfibios.

Pasos para anfibios

Este tipo de paso de fauna puede no considerarse realmente un paso en sí, debido a que ocasionalmente corresponde a pequeñas adaptaciones sobre los pasos previamente descritos.

Es fundamental que las adaptaciones se lleven a cabo en pasos relativamente cortos y con altos niveles de humedad para que les sean atractivos y cómodos a los anfibios, ya que un paso demasiado largo o sin humedad, llevaría a un nivel de estrés por parte de los individuos de este grupo faunístico que desembocaría en su desuso.

Algunas de las adaptaciones realizadas no tienen por qué ser estructurales ni permanentes. De hecho, se trata, en su mayoría, de acciones más bien manuales, como la colocación de cubos recolectores de individuos que intentan cruzar la carretera para luego pasarlos al otro lado evitando su atropello.

Por otra parte, la colocación de estructuras de guía permanentes que dirigen a los individuos, tanto anfibios como reptiles y pequeños mamíferos hacia los pasos de fauna, aumentan sus posibilidades de supervivencia.

Otro tipo de paso para anfibios es el unidireccional: el individuo cae en una zanja dispuesta de forma paralela a la vía, la cual tiene pendiente hacia pasos que cruzan por debajo la carretera. Al otro lado, la salida se encuentra por debajo del nivel de la zanja del margen opuesto. No obstante, estos presentan un problema, ya que en ellos pueden quedar atrapadas especies de animales como los invertebrados, convirtiéndose las zanjas en trampas. Además, al ser zanjas fuera de la vía de circulación, deben estar protegidas mediante barreras de seguridad para no causar accidentes de tráfico si el vehículo sale de la calzada.

Actualmente, los pasos que se ajustan de manera más eficaz y fácil a las vías, y por ende las más extendidas y usadas para el paso de anfibios, son la colocación de pequeñas canaletas de hormigón prefabricadas que atraviesan las carreteras y en su cubierta superior se dispone una reja para que pase la luz. Estos pasos son unos de los más cortos que existen por el hecho de medir solo la longitud de la vía.

Como se expone en el anexo V, los pasos para anfibios disponen de unas dimensiones aconsejables como son:

- Su anchura dependerá directamente de su longitud.
- La distancia máxima entre pasos será de 60 metros, pudiendo llegar a los 100 metros si las estructuras de guía se disponen en forma de embudo.
- Las estructuras de guía de material opaco (hormigón, madera, aluminio, etc.), presentarán una altura de 40 cm por norma general a no ser que exista una rana ágil en el lugar de estudio, la cual se aumentará hasta los 60 cm.

También deberán realizarse tareas de siega en la zona de las estructuras de guía por donde pasan los individuos, ya que una elevada cantidad de vegetación dificulta sus desplazamientos. El desbroce no debe superar los 50 cm desde la estructura hacia el medio natural puesto que la vegetación sirve de refugio.

Figuras 11-14. De izquierda a derecha: paso de fauna para anfibios con la estructura de guía en embudo, curva de la estructura guía, rejilla de detección y perfil de la estructura guía prefabricada de fácil colocación. Fuentes: GIASA, COST 341 y www.maibach.com (marzo 2018)



Otras medidas para evitar los atropellos a la fauna son las de vallado perimetral de las infraestructuras viarias, señales de advertencia, reducción de la velocidad de circulación,... todas ellas igual de importantes que los ya mencionados pasos de fauna.

Figuras 15 y 16. Señalización de advertencia de paso de anfibios en España. Fuentes: www.mundofotos.net y www.apatita.com (marzo 2018)



VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras la descripción de los diferentes tipos de fauna, y teniendo en cuenta que la carretera CV-678 a su paso por el PN del Marjal de Pego-Oliva se encuentra casi a nivel del suelo y acompañada por acequias paralelamente a menos de 5 m de la vía, presentando un elevado nivel de humedad debido a la proximidad del nivel freático a la superficie, se plantean las siguientes soluciones:

La instalación de las estructuras prefabricadas de un paso inferior para pequeños vertebrados, debido a sus dimensiones relativamente grandes, se descarta, ya que se debería elevar el nivel de la carretera para poder pasar por debajo el paso, además de ser constructiva y económicamente inviable.

Por el contrario, el establecimiento de pequeños drenajes o pasos específicos para anfibios, donde solo sería necesario levantar líneas de asfalto transversales a la dirección de la vía para ajustar estas estructuras, presentan las medidas más idóneas, cumpliendo sobradamente el objetivo que se persigue durante todo el trabajo: ayudar a anfibios, reptiles y pequeños mamíferos a salvar las infraestructuras viales evitando sus atropellos.

Cualquiera de las opciones planteadas (drenaje adaptado o paso específico para anfibios) deberá ir acompañada de estructuras de guía, así como señalizaciones.

Como posible solución, se plantea la creación de pasos específicos para anfibios, por lo que se tendrá en cuenta:

- Rutas de paso hacia los lugares de reproducción de los individuos de las especies de referencia (rana común y galápago europeo por ser más lentos y tener desplazamientos más cortos, y en menor medida la culebra bastarda).
- Estructuras de guía dispuestas paralelamente a la carretera para facilitar la entrada a los diferentes pasos y evitar que los individuos pasen la vía.
- Levantamiento del asfalto en la ubicación de los respectivos pasos.
- Colocación de las cubetas de hormigón prefabricado con sección rectangular y con la parte superior formada por rejas de material resistente.

El estudio de las rutas de paso de la fauna referencia se escapa del contenido de este trabajo, por lo que suponemos, a *grosso modo* y según las especificaciones de este tipo de paso de fauna, que por la carretera CV-678 a su paso por el parque, pasado el kilómetro 4 (Pk 4.3) hasta entrado el 6 (Pk 6.5) haciendo un total de poco más de 2 km de distancia, cada **60 metros** aproximadamente se dispondrá de un paso de fauna, teniendo en consideración los caminos y cruces de acequias. Se establecen los 60 metros, ya que las estructuras de guía se colocarán paralelamente a la carretera y no en forma de embudo, lo que aumentaría la distancia entre pasos hasta los 100 metros.

Si solo contabilizamos matemáticamente los 2.200 m de carretera por los 60 m de distancia que se establece entre los pasos de fauna, se calculan 37 tramos de los que se obtendrían 36 pasos de fauna para anfibios.

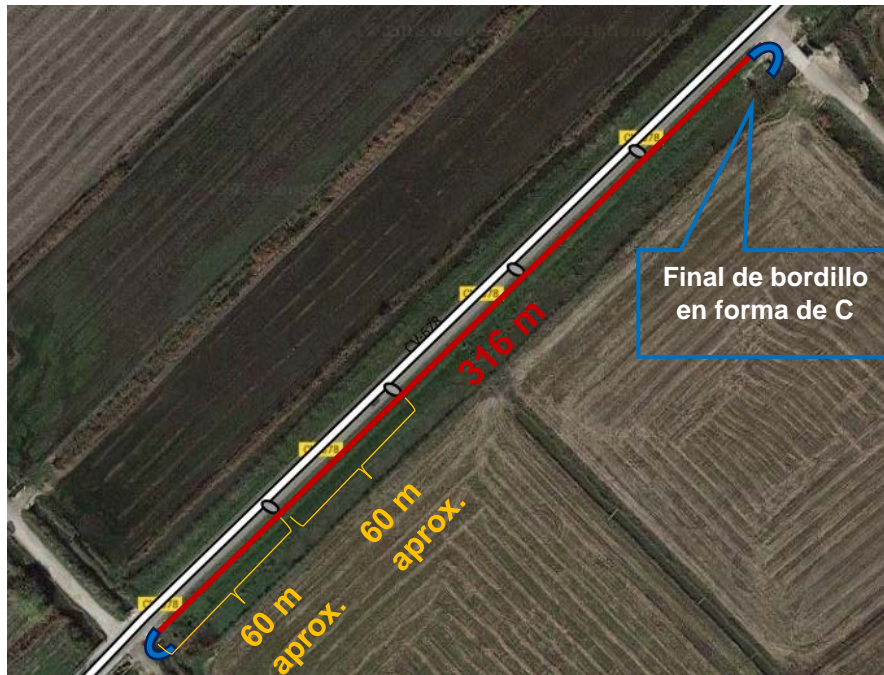
Siendo más rigurosos en los detalles que proporcionan los mapas adjuntos en el anexo VI, se planifican 21 pasos. El último tramo de la carretera, por pertenecer a la elevación de la misma a su paso por encima de la autopista, debe ser descontado para la planificación de pasos, ya que no existe desplazamiento de fauna en este punto. Considerando la última puntualización, se obtienen un total de **19 pasos de fauna para anfibios**.

Estos pasos se han localizado observando cada tramo cortado por un camino o paso subterráneo de las acequias, ya que ellos son pasos de fauna en sí mismos. Su localización exacta se encuentra en el plano nº 5 adjunto en el anexo VI.

Las propias estructuras de paso (canales de drenaje de hormigón con reja atornillada en la parte superior), serán acompañadas de una valla o bordillo de protección para asegurar que, sobre todo los anfibios más ágiles, no puedan cruzar la vía. Existen varios materiales opacos que realizan esta función, como el acero, el hormigón, la madera, el plástico,... aunque para este trabajo se han planteado dos opciones: el acero inoxidable y el poliéster.

En los extremos de los pasos de fauna, es decir, donde se pasa de la zona a proteger hacia un camino o acequia y de forma paralela a la CV-678, los bordillos de protección instalados, terminarán en forma de C, siempre hacia el interior del paso, para evitar que la fauna que llega al bordillo y lo va bordeando, consiga llegar a la carretera y vuelva al paso para cruzarla de forma segura (representado en la anterior figuras 12 y 17).

Figura 17. Descripción de la localización de cada paso de fauna para anfibios en uno de los tramos.
Fuente: propia.



A continuación, se reflejan las ventajas y desventajas de ambos materiales.

Tabla 4. Ventajas e inconvenientes del vallado de protección según el material. Fuente: Propia.

	POLIÉSTER	ACERO
<i>Ventajas</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil colocación - Fácil transporte (rollos) - Valor económico inferior 	<ul style="list-style-type: none"> - Sin posibilidad de desgarró - Bajo mantenimiento
<i>Inconvenientes</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Posibilidad de desgarró - Elevado mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación más costosa - Valor económico más elevado - Posibilidad de oxidación

Ambas vallas trabajan de igual manera, aunque la de poliéster presenta menor resistencia por lo que periódicamente se debe volver a supervisar que se encuentran en buenas condiciones para su funcionamiento. Se debe tener más en cuenta en zonas donde existe presencia de animales de mayor talla que puedan estropearlas a su paso, como lo son los jabalíes o similares.

Por otra parte, la valla de acero inox., de ninguna manera debe representar un obstáculo para los conductores y menos agravar los daños producidos en accidentes con salida de la vía. Por ello, debe permanecer por debajo de la línea de asfalto.

No ocurre igual en el vallado de poliéster al estar sujeto con varillas de acero y ser un material maleable, el cual puede ser arrastrado por los vehículos con facilidad.

VIII. PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE LA PROPUESTA

A la hora de realizar este apartado, se han tenido en cuenta dos factores: dos tipos distintos de vallas de protección o guía para los anfibios (proporcionados por la casa alemana MAIBACH) y el tiempo empleado de colocación de cada una de ellas, siendo el presupuesto nº1 con valla de poliéster y mayor facilidad y rapidez de colocación y el presupuesto nº2 con valla de acero.

Figuras 18 y 19. Tipos de vallas de protección para anfibios. A la izquierda: valla de poliéster; a la derecha: valla permanente de acero. Fuente: MAIBACH (abril 2018)



Para la realización de las zanjas en el asfalto y la colocación de los canales de drenaje y sus respectivas rejillas, se deberá cortar la CV-678 temporalmente hasta la finalización de las obras.

Presupuesto nº1 de la obra de introducción de pasos de fauna en la CV-678 en el PN del Marjal de Pego-Oliva

Num	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
A		Acondicionamiento del terreno			1.760,00
A.1	m2	Limpieza de basuras y cunetas	2.000	0,30	600
A.2	m2	Despeje y desbroce del terreno	2.000	0,58	1.160
B		Levantamiento de la calzada			979,23
B.1	m2	Corte del pavimento asfáltico (43 cm anchura)	65,36	2,14	139,87
B.2	m3	Demolición del firme	29,42	28,53	839,36
C		Estructuras prefabricadas de hormigón			16.321,76
C.1	m.l.	Canal de drenaje CanalFix CA-40 31x40x45hx43x100	152	56,91	8.650,32
C.2	m.l.	Reja de fundición dúctil para el modelo CA-40	152	50,47	7.671,44
D		Estructura de guía y protección			42.592,00
D.1	m.l.	Valla poliéster resistente (4 m y 40 cm altura). Enganches incluidos	4.000	7,21	28.840
D.2	h	3 peones de régimen general	720	19,10	13.752
E		Señalización			202,88
E.1	Ud	Señal provisional de obra de acero galvanizado triangular L=70 cm. Caballete incluido	2	8,18	16,36
E.2	Ud	Señal de peligro triangular L=90 cm (paso de fauna)	4	29,15	166,60
E.3	Ud	Valla normalizada desviación tráfico, colocada	8	2,49	19,92
TOTAL PRESUPUESTO					61.855,87

Asciende el presupuesto nº1 de la obra de introducción de pasos de fauna en la CV-678 en el PN del Marjal de Pego-Oliva a la expresada cantidad de SESENTA Y UN MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

València, abril 2018

Clara Tomás Borrás

Presupuesto nº2 de la obra de introducción de pasos de fauna en la CV-678 en el PN del Marjal de Pego-Oliva

Num	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
A		Acondicionamiento del terreno			1.760,00
A.1	m2	Limpieza de basuras y cunetas	2.000	0,30	600
A.2	m2	Despeje y desbroce del terreno	2.000	0,58	1.160
B		Levantamiento de la calzada			979,23
B.1	m2	Corte del pavimento asfáltico (43 cm anchura)	65,36	2,14	139,87
B.2	m3	Demolición del firme	29,42	28,53	839,36
C		Estructuras prefabricadas de hormigón			16.321,76
C.1	m.l.	Canal de drenaje CanalFix CA-40 31x40x45hx43x100	152	56,91	8.650,32
C.2	m.l.	Reja de fundición dúctil para el modelo CA-40	152	50,47	7.671,44
D		Estructura de guía y protección			142.920,00
D.1	m.l.	Valla acero resistente (4 m y 40 cm altura). Enganches incluidos	4.000	30	120.000
D.2	h	3 peones de régimen general	1200	19,10	22.920
E		Señalización			202,88
E.1	Ud	Señal provisional de obra de acero galvanizado triangular L=70 cm. Caballete incluido	2	8,18	16,36
E.2	Ud	Señal de peligro triangular L=90 cm (paso de fauna)	4	29,15	166,60
E.3	Ud	Valla normalizada desviación tráfico, colocada	8	2,49	19,92
TOTAL PRESUPUESTO					162.183,87

Asciende el presupuesto nº2 de la obra de introducción de pasos de fauna en la CV-678 en el PN del Marjal de Pego-Oliva a la expresada cantidad de CIENTO SESENTA Y DOS MIL CIENTO OCHENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

València, abril 2018

Clara Tomás Borrás

Las medidas especificadas en los presupuestos corresponden a (cotas en m):

- Longitud del tramo a trabajar de la CV-678 = **2.000**
- Longitud transversal de la CV-678 = **8**
- Sección del canal de drenaje = **0,43 x 0,45**
- Número de pasos de fauna = **19**

Para el cálculo de las horas de los peones se ha estimado, para la colocación de la valla de poliéster:

1 peón x 40 horas/semana x 6 semanas = 240 horas

3 peones x 240 horas= **720 horas**

Por otra parte, para la valla de acero de mayor dificultad:

1 peón x 40 horas/semana x 8 semanas= 400 horas

3 peones x 400 horas= **1200 horas**

En ninguno de ambos presupuestos se ha tenido en cuenta el transporte de materiales hasta el punto de la obra ni la recogida de residuos tras la misma.

IX. CONCLUSIONES

Analizado de manera general el ecosistema del Marjal, y más específicamente el de Pego-Oliva con sus características edáficas, topográficas, climáticas,... así como las particularidades de la CV-678, sus inmediaciones y necesidades de la fauna referencia (galápago europeo, culebra bastarda y la rana común), se ha llegado a la conclusión de la planificación de **19 pasos de fauna específicos para anfibios** acompañados de una línea, a ambos márgenes de la carretera, de vallas de protección para asegurar el traspaso por los mismos y evitar el cruce por la vía. Esta resulta ser la mejor opción al adaptarse a todo lo anterior mencionado.

Dentro de las posibilidades que alberga esta solución, se ha optado por presupuestar dos tipos de vallado de protección distintos, uno de poliéster y el otro de acero, presentando el poliéster una mejor oferta económica pero, a su vez, requiere de un mayor mantenimiento debido a la posibilidad de desgarrar por animal o vehículo.

El resultado del presupuesto con la valla de poliéster asciende a un total de **61.855,87 €** y con la de acero se eleva a **162.183,87 €**

X. BIBLIOGRAFÍA

- *Incidencia de la infraestructura viaria sobre la fauna en tres humedales de la Red Natura 2000 en la Comunitat Valenciana*, Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, Llibreries de la Generalitat, 2008. 108 pp.
- Iuell, B., Bekker, G.J., Cuperus. R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlavác, V., Keller, V., B., Rosell, C., Sangwine, T., T;irsl0v, N., Wandall, B. le Maire, (Eds.) 2005. *Fauna y tráfico: Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones*. 166 pp.
- Álvarez G., Baulies X., Delibes A., Echeverría D., González M., Manzanares M.T., Pérez E., Ursúa C., (Eds.) 2006. *Prescripción técnica para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales*.

- Balance de actividades con respecto a ingresos de fauna en la provincia de Valencia. Datos cedidos por el Centro de Recuperación de Fauna La Granja Del Saler, sobre el periodo 1991-2016.
- Especies Catalogadas de Flora y Fauna en los Parques Naturales de la Comunitat Valenciana, Parque Natural de la Marjal de Pego-Oliva, Servei de vida silvestre, 2015.
- Viñals Blasco, M.J. (1996). *El marjal Pego-Oliva. Evolución geomorfológica. Valencia*. Generalitat Valenciana, Conselleria de agricultura y medio ambiente.
- Urios Moliner, V., Donat Torres, P. y Viñals Blasco, M.J. (1993). *La Marjal de Pego-Oliva : El Medi Natural de la Marjal de Pego-Oliva i el seu entorn*. Valencia, España. Institut d'Estudis Comarcals de la Marina Alta.
- Atlas climático ibérico temperatura del aire y precipitación (1971-2000), Agencia Estatal de Meteorología Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Fred G. Bank, C. Leroy Irwin, Gary L. Evink, Mary E. Gray, Susan Hagood, John R. Kinar, Alex Levy, Dale Paulson, Bill Ruediger, Raymond M. Sauvajot, David J. Scott, Patricia White (2002). *Wildlife Habitat Connectivity Across European Highways*. Publication No. FHWA-PL-02-011.
https://international.fhwa.dot.gov/wildlife_web.cfm (visto en abril de 2018)
- El ciclo vital de los reptiles, publicado el 6 de junio de 2013 (visto en febrero de 2018).
<https://laoropendolasostenible.blogspot.com.es/2013/06/el-ciclo-vital-de-los-reptiles.html>
- El ciclo vital de los anfibios, *ranas y sapos enciclopedia ilustrada* (<http://www.ranapedia.com>), y <http://findeoctubrebsas.blogspot.com.es> publicado el 22 de octubre de 2013 (vistos en febrero de 2018).
- Información sobre el desecamiento del Río Revolta, publicado el 29 de febrero de 2017 (visto en marzo de 2018).
<https://espacios-naturales.blogspot.com.es/2016/02/antecedentes-y-conflictos.html>

Programas o softwares utilizados:

- **Microsoft office**, realización del trabajo y exposición de los datos obtenidos.
- **Qgis**, elaboración de los mapas del PN del Marjal de Pego-Oliva.
- **AutoCAD**, confección de los planos de los diferentes pasos de fauna.
- **Arquímedes**, desarrollo al presupuesto estimativo de la propuesta planteada.

