

# ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA EL EMPLAZAMIENTO Y DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN PARA LA PRÁCTICA DEL DEPORTE “LONGBOARD” EN LA PROVINCIA DE CASTELLÓN

AUTOR: ADRIÁN SANTES GENOVES  
TUTOR: FRANCISCO JAVIER CAMACHO TORREGROSA

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL  
CURSO ACADÉMICO 2016-17

JUNIO DE 2017



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**MEMORIA**



## **ÍNDICE DE LA MEMORIA**

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS INICIALES .....</b>	<b>4</b>
<b>3. ELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>4. ESTUDIO DE VELOCIDADES.....</b>	<b>8</b>
<b>5. DISEÑO GEOMÉTRICO .....</b>	<b>10</b>
<b>6. RELACIÓN VALORADA .....</b>	<b>12</b>
<b>7. CONCLUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES.....</b>	<b>13</b>
<b>8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
<b>ÍNDICE DOCUMENTAL .....</b>	<b>15</b>
ANEJO 1. ANTECEDENTES Y ESTUDIOS PREVIOS.....	15
ANEJO 2. ELECCIÓN DE EMPLAZAMIENTO .....	15
ANEJO 3. DISEÑO GEOMÉTRICO.....	15
ANEJO 4. ESTUDIO DE VELOCIDADES.....	15
PLANOS .....	15



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Final de Grado tiene por finalidad estudiar el emplazamiento y la mejor disposición geométrica posible para el emplazamiento y diseño de una instalación para la práctica del deporte "Longboard", conocido popularmente como Longboard Park, en la provincia de Castellón.

Como ya se irá explicando a lo largo de los distintos documentos que componen este trabajo, se trata de un estudio nunca realizado. Con seguridad, es el primer estudio de soluciones de estas características para un Longboard Park en España y, probablemente, en el mundo.

Bien es cierto que ya existen otras infraestructuras que reciben dicho nombre e incluso que cubren las necesidades y objetivos que se plantea con el presente trabajo. No obstante, no se ha encontrado información alguna sobre estudios parecidos a este.

A lo largo de la memoria se detallará el procedimiento seguido para llevar a cabo dicho estudio de soluciones. La información que aquí se detalla, aparece explicada de una forma más extensa en los distintos anejos y documentos que componen el trabajo.

Lo primero que ha de saberse es a qué se hace referencia cuando se habla de Longboard Park. Se puede definir como aquella infraestructura que permite la práctica del Longboard, en su modalidad de deporte de inercia, alejado del tráfico rodado y permitiendo unas condiciones de seguridad para los usuarios de este.

No obstante, esta definición queda coja si no se conoce qué es el Longboard. Es algo que suele ser desconocido para el público en general. Para ello, se da paso al siguiente apartado.

## 2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS INICIALES

La idea de llevar a cabo este trabajo nace en 2015. Tras investigar y averiguar si sería posible llevar un Trabajo de Final de Grado con estas características, se decide comenzar el proceso en verano de 2016.

Desde este momento, los primeros meses consistieron en la búsqueda y recopilación de información que condiciona el estudio de soluciones. Para poder establecer unos criterios para la elección de emplazamiento y para el diseño de la propia infraestructura a emplazar en este.

Esto se realizó a través de la búsqueda en internet, contacto directo con los usuarios del deporte (de ahora en adelante: riders) y a través de una encuesta on-line.

La búsqueda en internet sirvió para poder esclarecer de una forma sencilla qué es el Longboard y qué se entiende, en particular, como Longboard en este trabajo.

El Longboard es un deporte relativamente joven que nace del Skateboard y del Surf. Cuenta con distintas modalidades de entre las que destacan dos: el Downhill y el Freeride. Ambas modalidades están integradas dentro de la familia de los deportes de inercia, es decir, usan la fuerza de la gravedad para generar movimiento. El objetivo de estas modalidades es el de descender por vías pavimentadas montados sobre la tabla. Estas vías pueden ser desde vías pecuarias pavimentadas hasta carreteras de montaña de gran capacidad.

Existen más modalidades dentro de la familia del Longboard. Lo que une a todas ellas es la longitud de la tabla, que en algunos casos es algo mayor de lo que es en una tabla de Skateboard normal y en otros, es de dimensiones parecidas a las de una tabla de Surf. Sin embargo, el resto de modalidades no busca descender por carretera, la mayoría tienen un uso urbano: cruising, freestyle o dancing son de las más conocidas.

Además, dentro del Downhill existen otras modalidades como el Street-Luge y el Buttboard que consisten en descender tumbados sobre la tabla para alcanzar mayores velocidades de descenso.

Al tratarse de deportes de inercia, estos están altamente relacionados también con otros de la misma familia: Coches de Inercia, Patinaje de Descenso, Drift Trike, Gravity Bike o el Freeboard.

El contacto directo con riders ayudó, sobre todo, a establecer unos criterios de diseño para la infraestructura en sí. En lo que respecta a lo que aquí se trata, lo más relevante es la clasificación en función del riesgo asumido para la práctica del deporte:

En lo que respecta a la encuesta realizada on-line, participaron 43 personas pertenecientes al mundo del Longboard. El objetivo de esta era el de saber a cerca de la demanda de un Longboard Park dentro de la comunidad longboarder; así como el conocimiento que estos tienen sobre lo que implica un Longboard Park y sus efectos. Los resultados de esta encuesta condicionarían si resultaba viable o no, llevarlo a cabo.



Figura 1 -Niveles de riesgo en la práctica del Downhill y el Freeride

Lo más interesante de esta encuesta gira en torno a los beneficios que tendría un Longboard Park y la ubicación ideal que tendría este. Cuestiones que se muestran en las dos siguientes listas respectivamente:

1. Seguridad frente a vehículos
2. Generación de un entorno seguro y controlado
3. Fomento de la actividad física en general
4. Fomento y promoción del longboard
5. Evitar problemas con la autoridad y situaciones de ilegalidad
6. Mejorar la imagen que se está dando del longboard al público general
7. Generación de un punto de encuentro de la comunidad longboarder
8. Zona cercana donde practicar el deporte (asumiendo que esté cerca de una zona urbana)
9. Evitar conflictos con otros deportes (skaters) al contar con un espacio propio
10. Aprendizaje y progresión en el deporte
11. Facilidad para realizar más competiciones
12. Evitar molestias a vecinos y a otros usuarios en carretera o en las zonas urbanas
13. Crecimiento del deporte

1. Cuanto mayor sea la proximidad a zona urbana, mejor
2. Cuanto más grande sea esta zona urbana mejor
3. Zona de montaña
4. Zona accesible con transporte público
5. Generar el menor impacto ambiental posible, incluso que este sea positivo

Las conclusiones finales de la encuesta fueron:



1. Los usuarios del longboard ven con buenos ojos el estudio de soluciones para un Longboard Park
2. Existe una amplia lista de necesidades relevantes que cubriría
3. El planteamiento inicial de los servicios que cubriría es bueno

La necesidad pues, queda clara, va en pro de la seguridad. No obstante, pese a tratarse de una infraestructura muy necesaria en lo que respecta a seguridad, cabe conocer si la construcción de una infraestructura así es rentable. Para ello, es menester conocer cómo se encuentra este deporte en España.

El Longboard en España se encuentra muy ligado a deportes como el Skateboard o el Snowboard. Los tres deportes nacen, de una forma u otra, del Surf.

En los últimos 15 años, en España, el deporte ha experimentado distintos crecimientos, estancamientos y decaídas. Al tratarse de un deporte de riesgo, el paso de algunas personas por el deporte suele ser pasajero.

Por lo tanto, se trata, hoy en día, de un deporte que aspira a crecer pero que lo hace a ritmos distintos en según qué lugar de España. Y esto se debe a varios factores. Actualmente está en proceso de consolidar una federación propia, aunque el proceso es lento, esta intención se refleja en la inclusión de este en otras federaciones como las de Surf, Deportes de Inercia o Patinaje

Las zonas en donde más triunfa el deporte son en las de costa y en las de montaña. Si tomamos en cuenta ambos condicionantes objetivos, se cae en la cuenta de que ciudades como Barcelona o San Sebastián son un núcleo irradiador perfecto para potenciar un deporte como este.

Dado que todavía el mundo del Longboard es un mundo pequeño en España, la práctica del deporte suele organizarse en grupos que algunos llaman *crews*. El acceder a un tramo de carretera, implica un riesgo, lo que implica que no es recomendable hacerlo solo.

Normalmente, las visitas a los *spots*, en su gran mayoría, se hacen asumiendo el nivel de mínimo riesgo en carretera abierta, o se busca hacerlo en carretera cerrada, ya sea a través de un evento o a través de un acuerdo tácito con algún ayuntamiento pequeño.

Como ocurre en muchos deportes, existe una temporada idónea para realizarse. En el caso de los deportes de nieve, esta temporada abarca el final del otoño, el invierno y el inicio de la primavera. En el caso del Longboard, ocurre al revés. La temporada suele comenzar al inicio de la primavera y suele finalizar al final del otoño.

En España (también en todo el mundo), una parte fundamental del deporte son los eventos que, si no se realiza competición, se llaman Freerides. En estos, los organizadores cuentan con todos los permisos necesarios para cortar el tramo de carretera en uso al tráfico rodado. Esto implica una logística especial para gestionar todas estas cuestiones y tener muy presente toda la gestión de la seguridad ya sea mediante la presencia de comisarios, protección de los márgenes o con presencia de personal sanitario.

Por último, en este apartado conviene destacar la existencia de otros Longboard Parks en el mundo. Pese a que existen muchas infraestructuras que reciben el nombre de Longboard Park, en lo que respecta a este trabajo, resultan interesantes 4.

La primera, Kaamloops Longboard Park. El primer Longboard Park conocido en el mundo. Ubicado en Kaamploops, Canadá, es un espacio ideal para la práctica del Freeride. Pese a que cuenta con 2 pistas de unos 300 metros, permite la mejorar y progresar en la técnica del deporte. Dado que no permite alcanzar grandes velocidades, no resulta ideal para el Downhill.

La segunda, también en Canadá es el Skate Sun Peaks, emplazado en la estación de esquí Sun Peaks. Al formar parte del aparato logístico y de infraestructura de una estación de esquí, da un gran salto cualitativo en lo que se refiere a seguridad y calidad del circuito. Los márgenes en las curvas están protegidos con neumáticos, el interior de las curvas marcadas con pianos y parece ser que cuenta con una mayor financiación en lo que respecta a la promoción de la infraestructura.

La tercera es conocida como Mamba Skate Park, emplazado en Salt Rock, Sud África. Se trata de un Longboard Park muy particular. Pese a tratarse de un trazado incluso más sinuoso que los dos anteriores, la presencia de peraltes exageradamente inclinados, permite trazar las curvas a mayores velocidades, por lo que hace más factible la práctica del Downhill.

Por último, la meca del Longboard, Maryhill. No se trata de un Longboard Park al uso, pero funciona como tal en las competiciones de la IDF (International Downhill Federation). Se trata de un tramo de carretera de montaña experimental que permitió llevar a cabo varios experimentos en los que se ponían a prueba los distintos tipos de pavimentos y capas de rodadura. En 1998 se restauró y ahora se realizan carreras, no solo de Downhill, sino también de bicis y coches. El tramo está totalmente cerrado al tráfico rodado.

Para mayor detalle en este aspecto, consultar el **Anejo 1**.

### 3. ELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

La elección del emplazamiento es la primera de las tres patas que sustentan este estudio de soluciones.

A priori, el área geográfica que se pretende estudiar es la de la Comunidad Autónoma Valenciana en su conjunto. Sin embargo, se reduce a la provincia de Castellón debido fundamentalmente a, por una parte, la cercanía a las zonas en donde el Longboard es más popular y, por otra, debido a la mayor acogida que tiene el deporte entre la población, al ser la provincia que alberga tres de los cuatro eventos que organiza la marca Ridersfly, una de las más reconocidas en el panorama español del Longboard. La realización de estos eventos ha facilitado el conocimiento y el reconocimiento de este deporte en muchos municipios de Castellón.

Antes de entrar en detalle con el proceso de elección de emplazamiento, se realiza un descarte de posibles emplazamientos en base a criterios eliminitorios. En este sentido, quedan descartadas todas aquellas zonas que cuenten con alguna de estas condiciones: pertenencia a un espacio de la Red Natura 2000; que el uso del suelo sea destinado a una labor productiva, residencial o de interés social; encontrarse en una zona bajo riesgo de inundación, que la inclinación media del terreno en la zona sea superior a un 30%, que exista un alto nivel de forestación, que el pie de la infraestructura no dé a valles accesibles o se encuentre en la cara norte de una montaña.

Con todo ello, quedarían cuatro alternativas posibles, 3 en la comarca del Baix Maestrat y 1 en el municipio de Castelló de la Plana.

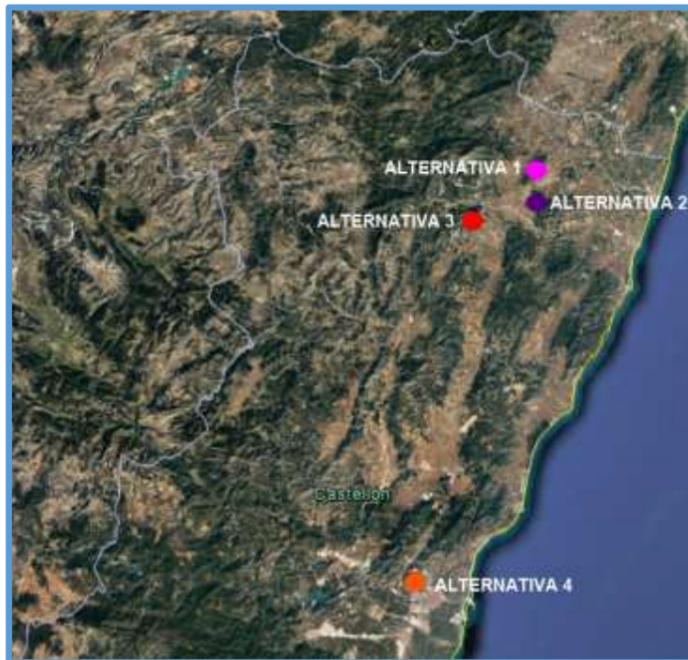


Figura 2 - Situación de las alternativas en la provincia de Castellón

Llegados a este punto, se procede a realizar la elección mediante un análisis multicriterio.

La cuestión ahora es elegir qué tipo de análisis multicriterio realizar.

Dado que se trata de un deporte que cuenta con pocos usuarios en comparación a otros deportes de la misma familia como puede ser el Skateboard o el Snowboard, se trata de plantear que la alternativa más idónea sea aquella que atraiga a un mayor número de usuarios incidiendo lo menor posible en el entorno y, a poder ser, de forma positiva.

Partiendo de esta base, el problema radica entonces en establecer cuáles

serían los criterios a tener en cuenta. Tras un proceso de más de tres meses de entrevistas, visitas de campo en los Freerides de Sant Mateu y Xert (Castellón) organizados por Ridersfly,

y reajustando los distintos criterios, se llega a la conclusión de que la mejor forma de resolver el problema es mediante el método del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) tomando como criterios principales el Impacto Ambiental, el criterio Socioeconómico y el de Accesibilidad.

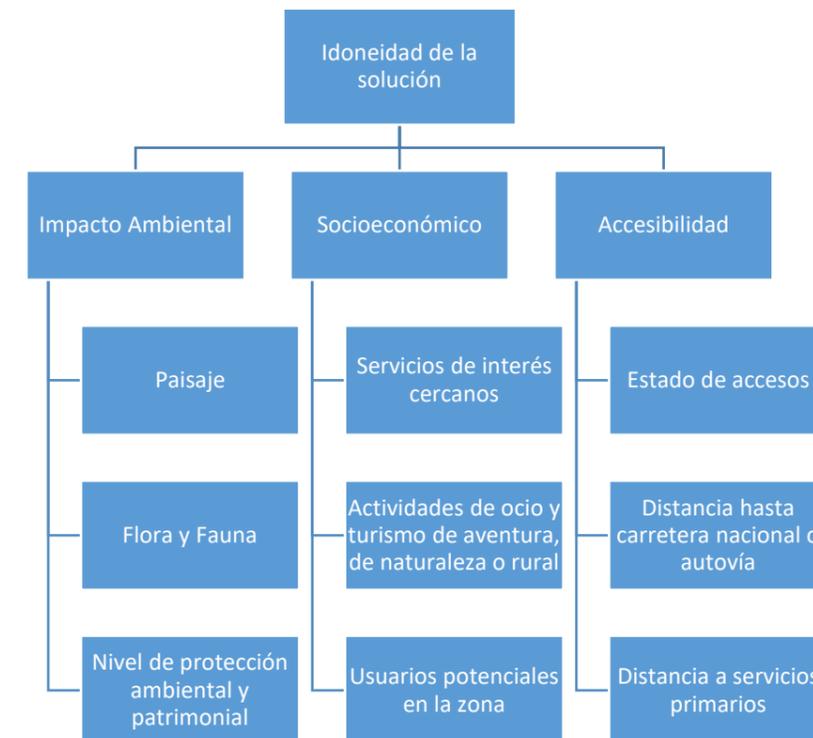
El criterio de Impacto Ambiental no tendrá en cuenta ni los factores eliminatorios ni aquellos factores referentes a las condiciones intrínsecas de la infraestructura como puede ser, entre otras, el movimiento de tierras ya que se asume que será de una afección similar para todas las alternativas.

En lo que respecta al criterio Socioeconómico, se tendrán en cuenta aquellos factores que pueden afectar al futuro desarrollo de la actividad para la que se ha planeado la infraestructura.

En cuanto al criterio de Accesibilidad, la infraestructura necesitará un acceso en condiciones tanto para construirla como para poder llegar a esta. Según el caso, la creación de este acceso puede ser de mayor o menor dificultad en función de las condiciones actuales. Teniendo en cuenta el grado de sinuosidad y el estado de la calzada.

En cuanto al método, se elige este ya que permite objetivar de una manera eficiente el resultado a decisiones que parten de análisis subjetivos. Resulta muy complicado, por ejemplo, realizar una valoración objetiva del estado de los accesos, de la idoneidad con respecto a servicios primarios o de hostelería. Para ello haría falta un desarrollo mucho más extenso que no puede plantearse en un trabajo de estas características.

Partiendo de esta base, se define en el siguiente esquema cómo quedaría la estructura jerárquica:



Esquema 1 - Niveles jerárquicos para el problema planteado



Entrando algo más en detalle en la cuestión del impacto ambiental. El paisaje se tiene en cuenta en función del nivel de afección que tiene cada alternativa a un Paisaje de Relevancia Regional, la flora y fauna se tiene en cuenta en función del nivel de afección que tiene cada alternativa a presencias vulnerables y el nivel de protección ambiental y patrimonial viene en función de la afección a microrreservas y parajes naturales locales, así como la cercanía a zonas de la Red Natura 2000.

En lo que respecta al criterio Socioeconómico; los servicios de interés cercano se tienen en cuenta, sobre todo, los de hostelería y alojamiento; la valoración de actividades de ocio, turismo de aventura, de naturaleza o rural es totalmente subjetivo y en base a la oferta turística de cada municipio cercano a las alternativas; por último, se entiende usuarios potenciales de la zona como aquellos menores de 30 años en un radio de 20 minutos de desplazamiento.

Por último, la accesibilidad velará por el estado y la distancia de los accesos y, con un peso mucho mayor, la cercanía a hospitales, centrales de policía y bomberos (que se resume para este caso en la cercanía al municipio capital de provincia o comarca).

Aplicando el método, los resultados quedan resumidos en las siguientes tablas:

Tabla 1 - Peso relativo total de cada alternativa con respecto al Impacto Ambiental

	Impacto Ambiental			
	0,20			
	Paisaje	Flora y Fauna	Protección ambiental	
	<b>0,11</b>	<b>0,26</b>	<b>0,64</b>	
Alternativa 1	0,25	0,90	1,00	<b>0,18</b>
Alternativa 2	0,25	0,90	1,00	<b>0,18</b>
Alternativa 3	0,25	0,81	0,80	<b>0,15</b>
Alternativa 4	0,80	0,70	1,00	<b>0,18</b>

Tabla 2 -Peso relativo total de cada alternativa con respecto al criterio Socioeconómico

	Socioeconómico			
	0,20			
	Servicios Cercanos	Actividades	Usuarios potenciales	
	<b>0,58</b>	<b>0,31</b>	<b>0,11</b>	
Alternativa 1	0,60	0,65	0,40	<b>0,12</b>
Alternativa 2	0,40	0,65	0,40	<b>0,10</b>
Alternativa 3	0,70	0,80	0,40	<b>0,14</b>
Alternativa 4	1,00	0,90	0,90	<b>0,19</b>

Tabla 3 -Peso relativo total de cada alternativa con respecto a la Accesibilidad

	Accesibilidad			
	0,60			
	Estad. Accesos	Distancia	Serv. Primarios	
	<b>0,08</b>	<b>0,19</b>	<b>0,73</b>	
Alternativa 1	0,50	0,50	0,60	<b>0,34</b>
Alternativa 2	0,40	0,40	0,50	<b>0,28</b>
Alternativa 3	0,20	0,20	0,50	<b>0,25</b>
Alternativa 4	0,70	0,80	1,00	<b>0,56</b>

Tabla 4 - Idoneidad absoluta de cada alternativa

FINAL	
Alternativa 1	0,64
Alternativa 2	0,56
Alternativa 3	0,54
<b>Alternativa 4</b>	<b>0,93</b>



Figura 3 - Vista desde Google Earth de la alternativa 4

De esta forma, la alternativa más idónea es la número 4. Además, lo es con diferencia. Para que no hubiese lugar a dudas, se realizó un pequeño tanteo de sensibilidades, sin embargo, pese a reducir al mínimo el peso de los servicios primarios y de la accesibilidad, continuaba siendo la más idónea esta.

Para un mayor detalle en el desarrollo del método, acudir al **Anejo 2**.



#### 4. ESTUDIO DE VELOCIDADES

Llegados a este punto, en el que ya tenemos un emplazamiento elegido, toca definir las características geométricas de los distintos circuitos que conforman el Longboard Park y los puntos de divergencia y confluencia entre unos y otros.

Como características geométricas entendemos el diseño geométrico en planta, alzado y sección de todos los elementos viarios que componen el Longboard Park, asumiendo, de esta forma, todas las labores necesarias para desempeñar este diseño de forma completa tal y como se haría en cualquier otro trabajo de diseño geométrico de carreteras.

No obstante, en este caso contamos con una salvedad muy importante. A diferencia de un diseño geométrico de carreteras enfocadas al tráfico rodado, un Longboard Park no cuenta con una normativa específica ni ningún tipo de protocolo de homologación.

El objetivo de una normativa de diseño es el de adaptar lo mejor posible la infraestructura a los usuarios en condiciones de comodidad y seguridad. Además, haciendo un buen análisis de las distintas normativas que nos encontramos, en última instancia, el factor más relevante a la hora de elaborar estas normativas es la velocidad de los usuarios.

Siguiendo estas premisas, para el presente trabajo académico se ha realizado un estudio de velocidades que ha permitido establecer un modelo de velocidades aproximado que garantice de la forma más objetiva posible que el Longboard Park cuenta con un diseño eficiente para la práctica de este deporte.

El proceso seguido ha sido el de la toma de datos, el procesamiento de estos, la elaboración del modelo y, por último, una vez definida la geometría de los circuitos, los perfiles de velocidad de operación.

La toma de datos fue realizada en los eventos de Freeride organizados por Ridersfly en los municipios de Xert y Sant Mateu, en la comarca del Baix Maestrat, en la provincia de Castellón.

El Freeride de Sant Mateu, realizado en octubre de 2016, sirvió además para obtener una gran cantidad de información acerca de los criterios de diseño y los criterios para la elección del emplazamiento. En lo que respecta a la toma de datos de velocidad, se partía de una situación de total incertidumbre sobre cuál sería el procedimiento más idóneo.

Finalmente, los datos de velocidad se tomaron a través de aparatos GPS como registros continuos y a través de toma de datos manual y en vídeo para los registros puntuales. Con respecto a los aparatos GPS, la problemática vino a raíz de la falta de precisión de estos. Ante la falta de recursos, contar con aplicaciones GPS de precisión resultaba complicado. Además, a nivel logístico, resultaba complicado conseguir que los riders hiciesen un buen uso de estos aparatos.

Por esta razón, la toma de datos puntuales se convierte en la punta de lanza para la obtención de una muestra suficiente de velocidades de operación. En particular, la más eficiente, realizada en vídeo.



Figura 4 - Ejemplo de estación para toma de datos en el Freeride de Xert

En el Freeride de Xert, realizado en marzo de 2017, se partía de una base mucho más sólida como para planear mejor la toma de datos. Pese a contar con un día menos de trabajo por cuestiones logísticas, la toma de datos fue mucho más eficiente. Se realizaron más tomas de datos en un día que a lo largo de los dos días que se estuvo en Sant Mateu.

Con todos los datos recopilados, se procede a procesarlos. Los datos tomados a mano son pasados directamente a Excel y se obtiene la función de distribución acumulada de

las velocidades para cada estación. Para los datos tomados mediante vídeo, el proceso es el mismo, pero analizando primero los datos mediante el programa Kinovea.

Una vez se tiene la función de distribución acumulada, se pasa a estimar la velocidad de operación para cada estación. Se toma aquella que pertenece al percentil 85 de la distribución acumulada, al igual que se hace para el tráfico rodado.

Tras esto, se pasa a la elaboración de los modelos de velocidad tanto para curvas como para rectas.

Para poder realizar los modelos, mediante el programa Civil 3D y mediante la toma de datos geométricos en campo, se definen las geometrías de ambos spots. De esta forma, tenemos para cada estación los condicionantes geométricos que determinan la velocidad de operación en cada una de ellas.

En el caso del modelo de velocidad en curva, tras un análisis exhaustivo se observa, finalmente, la variable geométrica que condiciona más la velocidad en las curvas es el radio. Ante la incertidumbre que existe debido a las pocas muestras obtenidas frente a otras variables como la inclinación de la rasante, se decide descartarlas y basar el modelo únicamente en el radio.

El resultado final es el siguiente:

$$V_{85} = 92,97 - \frac{166,60}{\sqrt{R}}$$

En donde la velocidad se mide en kilómetros por hora y el radio en metros.

En cuanto al modelo de velocidad en recta, no existe una restricción geométrica tan relevante como puede ser el radio en curvas, por lo que el análisis para establecer qué variables son aquellas que deben intervenir en la modelización resulta mucho más complicado.

En base a hipótesis razonables y asumiendo un nivel de incertidumbre relativamente alto para ciertas variables, se plantea un modelo basado en tres variables: la velocidad de partida, el



valor de la pendiente y la longitud de la recta. Otras variables, como el radio de la curva de salida (o posterior) fueron descartadas dada la falta de datos.

Esto se hace partiendo de la base de que las estaciones ubicadas en rectas, se emplazaron en los lugares que, en base al comportamiento de los riders parecían los puntos de máxima velocidad de las mismas.

Por lo tanto, el modelo de velocidades de operación queda así:

$$V_{85} = V_{c1} - 0,1833G^2 - 0.00013L^2 + 3,5368G + 0.0645L + 2,37$$

En donde la velocidad se mide en kilómetros por hora, la pendiente (G) en valor porcentual (y positivo ya que todos los circuitos a modelizar son en rampa, luego no es necesario el criterio convencional de signos) y la longitud en metros.

Para completar el modelo, resulta necesaria la modelización de las tasas de aceleración. Pese a que los perfiles de velocidad extraídos de los datos GPS, muchos resultaron ser muy poco precisos, algunos resultaron ser bastante aceptables y, entre estos, uno de ellos se ajustaba muy bien a las velocidades estimadas para el percentil 85. Por tanto, para la obtención de la tasa de aceleración, se toma este perfil.

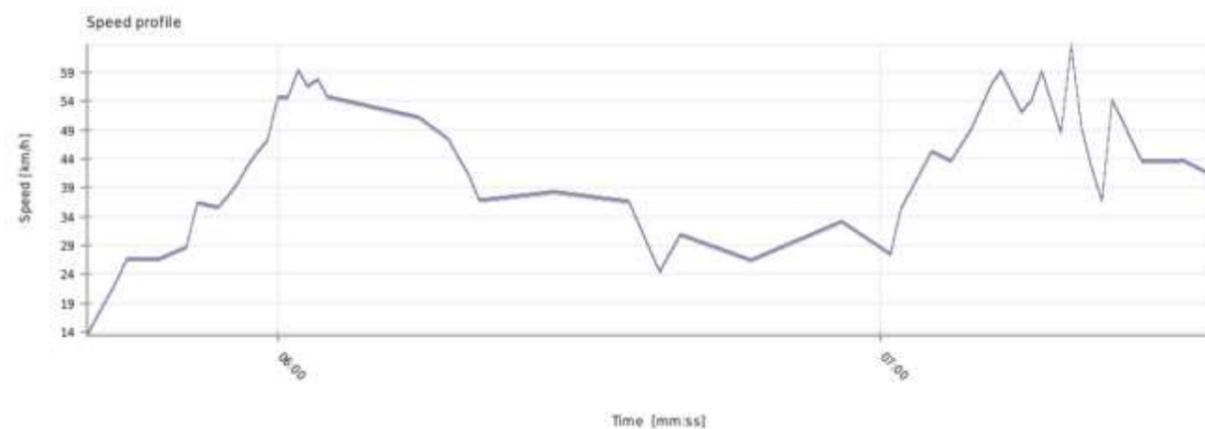


Gráfico 1 - Velocidad en función del tiempo para el perfil de velocidades del percentil 85. Gráfico realizado mediante la aplicación Utrack.

Una vez analizado el perfil y realizando las simplificaciones oportunas se decide dar los siguientes valores a la tasa de aceleración y a la de deceleración respectivamente:

**a=0.85 m/s<sup>2</sup>**

**d=0.85 m/s<sup>2</sup>**

En el caso de la deceleración, conviene hacer una salvedad. Debido a la falta de homogeneidad en las tasas de deceleración y en vista de las distintas formas de frenar en función del rider y de la modalidad que se practique, se decide dejar en el modelo un rango posible de tipos de deceleración que van desde este valor planteado hasta la tasa de deceleración ideal que implica un cambio discrecional de velocidad, simulando el caso más extremo de la técnica del *sliding*.

Ahora sí, se pueden definir los perfiles de velocidad de los 6 tramos geométricos o circuitos que componen el Longboard Park diseñado.

No sin antes, establecer las siguientes condiciones de contorno a las cabeceras y pies de cada circuito:

Tabla 1 - Condiciones de contorno en la velocidad de cada circuito

Condiciones de contorno para los perfiles de velocidad		
Circuito	Velocidad inicial	Velocidad final
Circuito principal	0	0
Variante Principal	V85 del Circuito Principal en el entronque con este	V85 del Circuito Principal en el entronque con este
Variante Freeride	0	V85 del Circuito Principal en el entronque con este
Conexión Variante-Circuito	V85 de la Variante Principal en el P.K. de la divergencia con este	V85 del Circuito Principal en el entronque con este
Nivel Medio Downhill	0	V85 del Circuito Principal en el entronque con este
Nivel Medio Freeride	0	V85 del Circuito Principal en el entronque con este

Para mayor información y visualización de los perfiles de velocidad, acudir al **Anejo 4**.



## 5. DISEÑO GEOMÉTRICO

El diseño geométrico en este caso, consta de dos partes. En un inicio se realizó un tanteo geométrico para tomarse como punto de partida para la elaboración de los modelos de velocidades. Este permitió marcar los límites en los que se entendía que el modelo debía funcionar relativamente bien.

Realizado este primer tanteo y tras tener el modelo de velocidad ya planteado, se pasa al diseño geométrico definitivo.

Como ya se indica en el apartado de Elección de Emplazamiento, la infraestructura se asienta sobre la ladera sur del Tossal Gros, que tiene como pie la Huerta de la Plana de Castelló.

Para el presente trabajo, no se realizan estudios detallados a nivel de hidrología y geotécnica. No obstante, si se tienen presentes estas cuestiones para ver hasta qué punto resulta viable lo que se va a plantear y evitar el mayor número de modificaciones posibles en el momento en que se decida ampliar este estudio de soluciones y elaborar un proyecto partiendo de dicho documento.

Se concluye que tanto la geología de la zona como la hidrología de la misma, no van a resultar un gran impedimento a la hora de llevar esta infraestructura a la realidad.

Las escorrentías que pueden formarse en momentos de lluvias torrenciales pueden dificultar mucho el funcionamiento de la infraestructura y generar un problema en el pie de esta al estar todas las alineaciones en rampa y funcionar a modo de canal en caso de lluvia. Sin embargo, se entiende que, ante un buen drenaje transversal, esto puede evitarse.

En cuanto a la geología y la geotecnia, el emplazamiento cae sobre una zona de calizas y margas. Tras una visita de campo, se observa que predomina la presencia de caliza con una matriz rocosa relativamente sana y sin presencia aparente de ningún karst.

Para el diseño geométrico se ha empleado el programa AutoCAD Civil 3D. El resultado de este proceso queda reflejado en el documento de Planos. Algunas de las consideraciones geométricas a tener en cuenta a la hora de elaborar el diseño son mencionadas a lo largo de los distintos anejos y apartados. Llegados a este punto, el objetivo consiste en completar esta información y añadir aquella que todavía no ha sido mencionada.

Las consideraciones geométricas en planta distan poco de lo que ya se plantea para el primer tanteo geométrico. Tras tener el modelo de velocidades hecho, sobre el primer tanteo geométrico, se definieron los perfiles de velocidad (sin tener en cuenta las tasas de aceleración). Los circuitos se aproximaban mucho a las exigencias basadas en los perfiles de velocidad.

Tras esto, las modificaciones realizadas en planta se han basado, principalmente, en ajustar la geometría de cada circuito en los puntos de entronque, para permitir que las divergencias y convergencias de los distintos circuitos sea lo más eficiente posible.

El primer paso a realizar tras el primer tanteo geométrico es el de acercar las cotas de la rasante al terreno natural, de tal forma que esto garantice la menor cantidad posible de movimiento de tierras.

Esto se consigue tanto variando la geometría en alzado como la geometría en planta. Dado que no se van a tomar los criterios de coordinación de planta y alzado para el diseño de la infraestructura, se ha decidido incluir tanto el diseño en alzado como las cuestiones de la coordinación entre este y la planta en el mismo punto.

En el primer tanteo geométrico, no se habían establecido los acuerdos verticales, por lo tanto, el siguiente paso es el de establecerlos. Según la Instrucción de Trazado 3.1. IC, estas deben de cumplir con unos criterios al respecto del parámetro Kv, la longitud de estas y el radio. Estos criterios, al igual que los de coordinación de planta alzado están pensados para mejorar la visibilidad y la comodidad de los conductores. Y estos son criterios que no atañen a nuestro trabajo. Aun así, se procurará asemejar el diseño de los acuerdos verticales a lo que en la normativa se pide, para tener un punto de referencia en el que apoyarse.

En lo que respecta al diseño de las secciones transversales, dejar claro que la inclusión de las distintas capas que conformarán la explanada y la capa de rodadura se hace para poder realizar una cubicación estimada y una relación valorada que permita hacer una idea del volumen económico y de trabajo que implicaría esta infraestructura. Por esta razón, no se han estudiado detalles constructivos tales como obras de drenaje transversal, soluciones particulares a los drenajes longitudinales o un estudio detallado de los materiales a emplear.

En este sentido, la categoría de tráfico pesado será la T41 debido a que no se estima que circulen más de 50 autobuses diarios por cada circuito y la categoría de explanada será la E3 al estar conformado el terreno por roca.

Por esta razón, y entendiendo que un autobús cargado de personas no es igual de exigente que un camión cargado de material pesado, es asumible pensar que la categoría de tráfico pesado será la **T41**. Que asume un tráfico de pesados de entre 25 y 50 vehículos diarios.

El siguiente paso es el de elegir el tipo de explanada. Como ya se explica en el apartado de geología, el terreno es de roca caliza con la posible presencia de estratos de margas (cosa que no se ha podido comprobar en la visita de campo). En este sentido, dado que el suelo es una roca, el tipo de explanada sería una **E3**. Teniendo además una cantera muy próxima y en donde el material del propio emplazamiento parece estar en buenas condiciones, se asume a efectos de este estudio que probablemente contaremos, al menos, con **suelo seleccionado**.

Lo que nos deja ante una capa de Suelo estabilizado S-EST3 para la explanada, una capa granular de zahorra mínima de 20 centímetros y una capa de mezcla bituminosa de 15 centímetros.

Además, cabe destacar el uso de muros para los terraplenes. Aunque no es objeto de este trabajo calcular este tipo de estructuras, sí se ha tenido en cuenta la necesidad de incluir muros para tramos en terraplén en donde la inclinación del talud de terraplén era muy similar al del terreno y provocaba una extensión excesiva del talud.

Por último, en lo que respecta a los peraltes, para los circuitos en los que se espera alcanzar grandes velocidades, en concreto, el Circuito Principal y la Variante Principal, la generación automática de peraltes se ha realizado aplicando la norma americana AASHTO 2011 Metric



eMax 12%. Mientras, para el resto de circuito se ha aplicado la AASHTO 2011 Metric eMax 8%.

Tras esto, se han establecido las correcciones necesarias para coordinar las secciones en los puntos de entronque y permitir que los tramos de transición en peralte tipo pajarita muy presentes en las alineaciones de esta infraestructura no afecten a la circulación de los vehículos utilizados como remotes.

Para profundizar más en el desarrollo y la justificación de dichas medidas, acudir al **Anejo 3** de Diseño Geométrico.



## 6. RELACIÓN VALORADA

Este apartado se incluye para poder hacerse a una idea del volumen económico y de trabajo que implicaría la construcción de la instalación.

Al no existir una instalación como esta en España, es muy difícil estimar este volumen. En este sentido, la relación valorada está basada en la Base de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras, tomando los precios unitarios que se indican en esta.

El precio final que se indica sería el Presupuesto de Ejecución Material (PEM), con unos costes indirectos del 6%, tomando únicamente las unidades de obra de movimiento de tierras, explanada y firmes, al ser estos los que más condicionan el precio de una infraestructura viaria.

Tabla 2 - Presupuesto y mediciones para las unidades de obra de movimiento de tierras de la instalación

Nº Precio	Código	Unidad	Descripción de la unidad de obra	P. Unitario (€)	Medición	Precio (€)
01.03.04	320.004	m3	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN ROCA CON EMPLEO DE EXPLOSIVOS, i/ AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN Y PERFILADO DE CUNETAS, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA, PERFORACIÓN DEL TERRENO, COLOCACIÓN DE EXPLOSIVOS Y VOLADURA Y LIMPIEZA DE FONDO DE EXCAVACIÓN. EXCEPTO PRECORTE.	5.73	157706.27	903656.93
01.04.01	330.002	m3	TERRAPLÉN, PEDRAPLÉN O RELLENO TODO-UNO CON MATERIALES PROCEDENTES DE LA EXCAVACIÓN, i/ EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, NIVELACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO DE TALUDES TOTALMENTE TERMINADO.	1.09	90290.08	98416.19
01.07.03	512.003	m3	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO, TIPO S-EST3, CON TIERRAS DE LA PROPIA EXCAVACIÓN, EXTENDIDO Y COMPACTADO, HUMECTACIÓN O SECADO Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ASIENTO, TOTALMENTE TERMINADO, SIN INCLUIR CEMENTO.	3.81	17103.60	65164.72
05.01.01	510.001	m3	ZAHORRA ARTIFICIAL i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDO SOBRE PERFIL TEÓRICO.	18.19	11402.20	207406.02
05.04.01	542.001	t	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC16 SURF S (S-12 RODADURA), EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL, TOTALMENTE EXTENDIDA Y COMPACTADA.	26.50	19241.50	509899.75
						1274643.85
+Costes Indirectos						<b>1351122.48</b>

Como se muestra en la tabla, el PEM sería de **Un millón trescientos cincuenta y un mil ciento veintidós con cuarenta y ocho céntimos (1.351.122,48 €)**. Si a esto añadimos el coste extra que implica la construcción en un trazado sinuoso (que no se ha tenido en cuenta en los costes indirectos), la colocación de elementos de seguridad y de balizamiento, la cifra puede estar cercana a los 2,5 millones de euros. Todo ello sin incluir instalaciones de servicio o remotes.

Hablamos pues, de una inversión bastante grande con respecto a la situación del Longboard en España. Sin embargo, si se llevase a cabo esta instalación en dos fases, la primera formada por los circuitos de iniciación, progresión y el parking, esta tendría un PEM aproximado de 250.000 euros.

Se tratan, pues, de cifras asumibles pero que necesitarían de un estudio de viabilidad económica para llevarse a cabo.

El proceso de medición y cómo se ha tenido en cuenta se indica en el Anejo 3, Apartado 5.7., por si se requiere mayor información.



## 7. CONCLUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

En esta memoria, se realiza un repaso por todos los trabajos realizados para la elaboración del Estudio de Soluciones para el emplazamiento y diseño de un Longboard Park en la provincia de Castellón, trabajos que son detallados y justificados en los distintos anejos que conforman el estudio. Llegados a este punto, en el que, partiendo de cero, se han establecido criterios para un emplazamiento idóneo y para el diseño de una infraestructura totalmente innovadora, cabe realizar algunas consideraciones finales.

Como futuros ingenieros e ingenieras civiles, los estudiantes del grado en Ingeniería Civil, tenemos el deber y la obligación de saber crear, no simplemente ejecutar de forma mecánica. Es importante que nos consideremos responsables de mantener la figura del ingeniero como aquel capaz de adaptar las condiciones del entorno a las necesidades de la sociedad.

Pieza fundamental de esto es el plantearse el progreso y la innovación como piezas clave de nuestra vida profesional. Muchos profesionales coinciden en el hecho de que es importante innovar cada vez que nos enfrentamos a un nuevo proyecto, no quedarse atrás.

Por esta razón, ante la posibilidad que brinda la elaboración de un Trabajo Final de Grado de crear, de innovar, toca realizar el mayor esfuerzo posible para alcanzar este hito.

De este pensamiento nace la creación de un Longboard Park, una infraestructura que, como ya se ha expuesto a lo largo de todos los documentos, resulta muy necesaria pero que no existe en España ni en ninguna otra parte del mundo de la manera que aquí se ha planteado.

La elaboración de este trabajo comenzó en el verano de 2016 y costó 5 meses reunir toda la información y análisis necesarios para definir, de forma precisa, en qué iba a consistir el presente trabajo.

Pese a que, en este trabajo, sólo figura un autor, no hubiera sido posible sin la colaboración de una gran cantidad de personas que han aportado información e ideas. En este sentido toca agradecer a todas aquellas personas que forman parte del mundo del Longboard en España que de forma desinteresada se ofrecieron a ayudar mediante la realización de encuestas, entrevistas y aportación de ideas; de forma más concreta, agradecer a Lydia Navarro, rider de Freeride, su implicación en la aportación de ideas y facilitar el contacto con una gran cantidad de integrantes de la comunidad Longboarder.

De los integrantes de esta comunidad longboarder no puede pasar por alto el agradecimiento a la marca deportiva Ridersfly, encabezada por Sergio Sebastiá y María Giner, quienes han sido los que mayor información e ideas han aportado para la elaboración de los criterios de elección de emplazamiento y de diseño. Además, de no ser por los eventos organizados por Ridersfly, no se habría podido obtener el modelo de velocidades, pieza clave de este Estudio de soluciones.

Por último, agradecer al tutor de este trabajo, Francisco Javier Camacho Torregrosa, al confiar en el autor de este TFG para llevar a cabo algo que nacía como una idea básica ante un terreno todavía inexplorado por la Ingeniería Civil. De no ser por docentes como él, que se implican al 100% en mejorar la calidad docente y por apostar por ideas innovadoras, muchos

de los grandes pasos que se dan en la Universitat Politècnica de València, habrían quedado en nada.

Se finaliza este trabajo con la esperanza de que este sea el pistoletazo de salida de una nueva línea de trabajo dentro de la Ingeniería Civil. No se debe de perder el rumbo de cómo la Obra Civil es capaz de transformar la sociedad. ¿Imaginamos un mundo sin puertos ni aeropuertos, ni carreteras, ni presas, ni canales, sin túneles ni puentes? El progreso en la Obra Civil, va ligado al progreso de la propia sociedad.

De la misma forma, el dotar de una infraestructura propia a un deporte puede hacerlo crecer de forma exponencial. ¿Imaginamos cómo sería la práctica del Esquí sin estaciones de esquí? ¿La Moto GP sin circuitos? ¿el Fútbol sin estadios?

En este sentido, y partiendo de la base de la capacidad transformadora que tiene la Ingeniería Civil, cabe seguir en esta línea.

En este trabajo se abren varias líneas en las que seguir profundizando. La elaboración de un estudio de velocidades más extenso en el que se tengan en cuenta las distintas modalidades por una parte y generar unos criterios de diseño o de homologación concreto para un Longboard Park que incluya la colocación de medidas de seguridad y sistemas de balizamiento por otra.

Además, para llegar a hacer viable la infraestructura que aquí se plantea, antes se ha de realizar un proyecto de construcción e incluso un estudio de explotación y viabilidad económica o la construcción de un hipotético remonte para la zona de progresión.

Por otra parte, pueden realizarse otros proyectos de interés que toquen a otras disciplinas. Uno de ellos podría ser un estudio de replantación de árboles en la zona, que ayude a regenerar parte del monte quemado en 2007 y, además, compense parte de la tala de árboles que se produciría al construir dicha infraestructura; generando, así, un entorno agradable para los usuarios del Longboard Park. Otro, podría ser el diseño las instalaciones de servicios al pie de la infraestructura como zona de camping, edificio de alquiler de material y edificio de hostelería. Por último, también resultaría interesante el diseño de los materiales a emplear en la protección de márgenes, así como unos criterios concretos para su colocación.

Como puede verse, las posibilidades son tantas como puedan imaginarse. Además, no es necesario encerrarse en la cuestión del Longboard. Como ya se comenta en el trabajo, existen múltiples deportes de inercia que podrían hacer uso de esta infraestructura. De la misma forma que las estaciones de esquí han ido adaptándose a otros deportes de invierno, también puede hacerse lo mismo con un Longboard Park.

De esta forma, hablamos de la creación de espacios de ocio en montaña que permitan disfrutar de la propia montaña y de una oferta variada de deportes.

Concluyendo, este Estudio de soluciones no aspira a quedarse en un Trabajo Final de Grado, si no que pretende ser la puerta de entrada a un espacio en el que puedan desarrollarse múltiples ideas y hacerlas realidad.



## 8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. DEL CAÑIZO, S. (2012). *La historia del Longboard estrechamente ligada a la del skate*. Recuperado de <http://www.trickon.com/longboard/articulo/la-historia-del-longboard-estrechamente-ligada-la-del-skate>
2. CORAZÓN RURAL, A. *Del Sancheski al Longboard, medio siglo de Skate en España*. Recuperado de <http://www.jotdown.es/2014/03/del-sancheski-al-longboard-medio-siglo-de-skate-en-espana/>
3. MIKE (2014). *World's First Longboard Park is in Kamloops British Columbia, Canada*. Recuperado de <http://www.mylifeonboard.net/2014/09/03/worlds-first-longboard-park-is-in-kamloops-british-columbia-canada/>
4. Portal Oficial del Skate Sun Peaks. Recuperado de: <http://skatesunpeaks.com/>
5. Mapa de pistas Bike Park Sierra Nevada. Recuperado de <http://www.sierranavadabikepark.com/media/5632/planobikepark-2016.pdf>
6. (2015). *Mamba Skate Park, South Africa – An alternative type of downhill skateboarding*. Recuperado de <http://www.longboardism.com/2015/03/mamba-skate-park-south-africa-alternative-type-downhill-skateboarding.html>
7. (2016). Maryhill Museum of Art. Recuperado de <http://www.maryhillmuseum.org/visit/historic-maryhill-loops-road>
8. (2017). Zona gravedad – récords del mundo y de España. Recuperado de <http://www.zonagravedad.com/modules.php?name=News&file=article&sid=1165>
9. VANGUARDIA (2016, septiembre, 8). *Kyle Wester rompe el récord mundial de velocidad: 143.89 kilómetros por hora*. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=ciYPh46AeNU>
10. (2017). FEMECV – Información sobre la PR-CV 448. Recuperado de: <https://www.femecv.com/ca/senderos/pr-cv-448>
11. (2017). SIOSE – central de descarga. Recuperado de <http://www.siose.es/web/guest/inicio>
12. (2017). Instituto Geográfico Nacional – central de descarga. Recuperado de <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>
13. (2017). Portal de descarga de base de datos del PATRICOVA. Recuperado de <http://www.habitatge.gva.es/va/web/planificacion-territorial-e-infraestructura-verde/patricova-plan-de-accion-territorial-de-caracter-sectorial-sobre-prevencion-del-riesgo-de-inundacion-en-la-comunitat-valenciana;jsessionid=0C014156CCB32286F798EB6B5B933F2E>
14. (2017). Cartografía digital ofrecida por el Instituto Geológico y Minero de España. Recuperado de: <http://info.igme.es/cartografiadigital/portada/default.aspx?mensaje=true>
15. (2017). Portal de descargas de Terrasit. Recuperado de <http://terrasit.gva.es/es/descargas>
16. Moreno Jiménez, J.M. (2001). *El proceso analítico Jerárquico (AHP), Fundamentos, Metodología y Aplicaciones*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Jose\\_Maria\\_Moreno-Jimenez/publication/28088761\\_El\\_pesar\\_en\\_el\\_proceso\\_analitico\\_jerarquico/links/0dee518191c935ee5000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose_Maria_Moreno-Jimenez/publication/28088761_El_pesar_en_el_proceso_analitico_jerarquico/links/0dee518191c935ee5000000.pdf)
17. (2017). Rutas de senderismo en el municipio de Traiguera. Recuperado de <http://www.traiguera.es/files121/RUTAS.PDF>
18. (2017). Rutas de senderismo en el municipio de Canet lo Roig. Recuperado de [http://www.canetloroig.es/?page\\_id=114](http://www.canetloroig.es/?page_id=114)
19. (2017) Entorno turístico del municipio de Sant Jordi. Recuperado de <http://www.santjordi.es/Entorno-Turistico-de-santjordi.html>
20. (2017). Oferta turística en el municipio de Sant Mateu. Recuperado de <http://www.santjordi.es/Entorno-Turistico-de-santjordi.html>
21. (2017). Datos poblacionales de los municipios en el entorno de las alternativas. Recuperado de <http://www.foro-ciudad.com/castellon.html>
22. AGUILLELLA, A.; S. FOS & E. LAGUNA (Eds.) (2010). *Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas*. Colección Biodiversidad, 18. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge, Generalitat Valenciana. Valencia
23. (2011) *Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana. Objetivo 11: Proteger el paisaje como activo cultural, económico e identitario*. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge, Generalitat Valenciana. Valencia
24. (2016) Catálogo Valenciano de Especies de Fauna Amenazada. Recuperado de [http://bdb.cma.gva.es/HTMFolder\\_410.asp?id=100015&nombre=Cat%E1logo%20Valenciano%20de%20Especies%20de%20Fauna%20Amenazadas](http://bdb.cma.gva.es/HTMFolder_410.asp?id=100015&nombre=Cat%E1logo%20Valenciano%20de%20Especies%20de%20Fauna%20Amenazadas)
25. (2016) Catálogo Valenciano de Parajes Naturales locales. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge, Generalitat Valenciana. Valencia. Recuperado de <http://www.habitatge.gva.es/web/parajes-naturales-municipales/castellon>
26. (2016) Catálogo Valenciano de Microrreservas. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge, Generalitat Valenciana. Valencia. Recuperado de <http://www.agroambient.gva.es/web/espacios-protegidos/listado-resumen-1029>
27. España. Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1 IC Secciones de Firme, de la Instrucción de Carreteras (BOE de 12 de diciembre de 2003)
28. Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras (BOE de 4 de marzo de 2016)
29. Orden Circular 37/2016 del Ministerio de Fomento por la que se aprueba la Base de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras (enero de 2016)



## ÍNDICE DOCUMENTAL

ANEJO 1. ANTECEDENTES Y ESTUDIOS PREVIOS

ANEJO 2. ELECCIÓN DE EMPLAZAMIENTO

ANEJO 3. DISEÑO GEOMÉTRICO

ANEJO 4. ESTUDIO DE VELOCIDADES

PLANOS