

FARÍAS TORBIDONI, ESTELA INÉS

Minimización de los impactos medioambientales en los eventos deportivos en el medio natural: las marchas de bicicleta todo terreno

Apunts Educación Física y Deportes, núm. 122, octubre-diciembre, 2015, pp. 68-80

Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

Barcelona, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551656898012>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

# Minimización de los impactos medioambientales en los eventos deportivos en el medio natural: las marchas de bicicleta todo terreno

*Minimization of Environmental Impacts at Sports Events in the Countryside: Mountain Bike Competitions*

**ESTELA INÉS FARÍAS TORBIDONI**

Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña - Centro de Lleida (España)

Grupo de Investigación GISEAFE

Consultoría Socioambiental Ecogestión (España)

**Correspondencia con autora**

Estela Inés Farías Torbidoni

[efarias@inefc.es](mailto:efarias@inefc.es)

## Resumen

La práctica de cualquier tipo de actividad fisicodeportiva en el medio natural puede provocar diferentes niveles de impacto sobre el medio en el que se llevan a cabo. El rápido crecimiento de eventos deportivos desarrollados en el medio natural, como el caso que nos ocupa: marchas o pruebas de bicicleta todo terreno (BTT) o Mountain Bike (MTB), pone de manifiesto la necesidad de reflexionar y trabajar en torno a la puesta en marcha de acciones que ayuden a frenar o, si más no, minimizar, los impactos o afecciones medioambientales negativos ocasionados por la realización de este tipo de eventos. A partir de una revisión bibliográfica y una sistematización de la información recogida en la misma, el presente artículo destaca la existencia de dos grandes bloques de impactos o afecciones medioambientales claves que requieren de nuestra atención: pérdida de la cobertura vegetal y proceso de erosión del suelo. A partir de aquí, se proponen algunas recomendaciones prácticas preventivas; como la de evitar la creación de nuevos tramos de itinerarios en el diseño de los diferentes recorridos o, en el caso de hacerlo, aspectos básicos a ser considerados.

**Palabras clave:** actividades fisicodeportivas en el medio natural, minimización de impactos medioambientales, eventos deportivos, marchas de bicicleta todo terreno (BTT) o Mountain Bike (MTB)

## Abstract

*Minimization of Environmental Impacts at Sports Events in the Countryside: Mountain Bike Competitions*

*Doing any kind of sport or physical exercise in the countryside can have different levels of impact on the environment. The rapid growth of sports events in the countryside such as mountain bike routes or competitions highlights the need to think about and implement measures that help to prevent or at least minimize their negative environmental impacts or effects. Based on a review of the literature and systematization of the information it contains, this paper demonstrates the existence of two key environmental impact areas that we need to address: loss of vegetation cover and soil erosion. It sets out some practical prevention recommendations such as not creating new sections when designing circuits, or if this has to be done then how their impact can be minimized.*

**Keywords:** sport or physical exercise in the countryside, minimizing environmental impacts, sports events, mountain bike competitions

## Introducción

Durante estas últimas décadas la práctica de actividades fisicodeportivas en el medio natural ha experimentado un notable incremento, y con esta, la organización y participación en pruebas o eventos de deporte para todos en el medio natural. Según datos extraídos de estudios diversos como los desarrollados por García Ferrando (2006; García Ferrando & Llopis, 2010), actualmente se estima que el 40 % de la población española comprendida entre los 15-75 años practica de forma habitual al-

gún tipo de actividad fisicodeportiva, de los cuales, el 45 % suele utilizar para su práctica algún tipo de espacio abierto como parques, campo, montaña, mar, río, etc. En este sentido, y según datos observados en la misma y otras fuentes, el ciclismo recreativo se constituye como una de las actividades más practicadas; ocupando en este caso el segundo lugar después de la natación recreativa. Se calcula que alrededor de unos 3 millones de españoles de entre 15 y 74 años actualmente practican de forma habitual alguna variante de esta actividad, entre los

cuales, un 3,6 % (en el caso de España) y un 6,3 %, en el caso de Catalunya, participan habitualmente en pruebas de deporte para todos, incluidas las marchas o pruebas de Bicicleta Todo Terreno (BTT) o Mountain Bike (MTB) (Observatori Català de l'Esport, 2013).

En cuanto a la organización de marchas de BTT, datos analizados al respecto, avalan su creciente popularidad. Valgan de ejemplo, tal y como se puede observar en la *tabla 1*, el incremento registrado en una de las páginas webs más populares en la difusión de este tipo de eventos. Durante este último año, se organizaron más de 1.060 marchas dentro del territorio español (700 % más respecto al año 2005), de las cuales un 18,5 % se encontraban dentro de su primera edición.

Por otra parte, resulta evidente, que la práctica de BTT aporta importantes beneficios individuales (ej. actividad física deportiva, oportunidad para acercarse a la naturaleza, etc.), beneficios sociales (ej. sociabilización), beneficios medioambientales (ej. revalorización del medio natural como tal en el caso de una buena gestión del mismo) y beneficios económicos (ej. estímulo al desarrollo regional o económico). Sin embargo, el rápido crecimiento de la práctica de BTT y eventos deportivos que incluyen esta práctica también han propiciado la aparición de efectos sociales y medioambientales negativos, como la inseguridad de los practicantes, los posibles conflictos entre prácticas, la masificación de las mismas y/o la degradación del medio en el cual se desarrollan (White, Waskey, Brodehl, & Foti, 2006).

En general, los impactos o afecciones medioambientales que pueden llegar a provocar este tipo de prácticas no dependen de un solo aspecto, sino de un continuo de factores como los indicados por Hammitt y Cole (1998): *medio natural en el cual se desarrollan* (atributos ecológicos, capacidad de acogida física, social y ecológica, plasticidad o capacidad de resiliencia del medio, existencia o no de especies protegidas, presencia de ecosistemas sensibles que pueden ser afectadas, etc.), *características intrínsecas de la actividad practicada* (movilidad, requerimientos técnicos, necesidades de equipamientos y/o vehículos), *características de los practicantes que las practican* (número de integrantes por grupo, tipología de los mismos, grado de concienciación y compromiso hacia el medio ambiente, otros aspectos conductuales etc.) y *forma en que estas son practicadas* (intensidad, distribución temporal y espacial, grado de organización, nivel de implantación de la actividad en la zona o región, etc.).

En este sentido, son numerosos los trabajos e informes que tratan sobre los diferentes impactos medioambientales que pueden ocasionar este tipo de actividades o modalidades deportivas. Así tenemos, por ejemplo, los que abordan de forma genérica, entre otros aspectos, una descripción de los principales impactos que pueden ser generados por un conjunto heterogéneo de actividades: NPCA (1992a y b), AEDENAT (1994), Andrés, Blanco, Pertejo y Prats (1995), Gómez-Limón (1996), Liddle (1997), Hammitt y Cole (1998), Sun y Walsh (1998), Villalvilla, Blázquez, y Sánchez (2000), Wenjun, Xiaodong y Chunyan (2005), Pickering & Hill (2007), Cater et al. (2008), Marion, Carr y Davis (2011); como los que de una forma más específica estudian los impactos para un determinado tipo o grupo de actividad o actividades deportiva/s sobre un espacio, zona o ecosistema natural concreto: Wilson y Seney (1994), Ecotrans-España (Andrés et al., 1995), Benayas, Blanco y Priebe (1996); Deluca, Patterson, Freimund y Cole (1998); Thurston & Reader (2001), Cessford (2003), Lynn y Brown (2003), Torn, Tolvanen, Norokorpi, Tervo y Sillamaki (2009), Farías y Sallent (2009), Pickering, Hill, Newsome & Leung (2010), Vogler & Reisch (2011) Barros, Gonnet & Pickering (2013), entre otros.

En esta línea, también resultan relevantes aquellos trabajos que de alguna forma han intentado fusionar estos dos grandes bloques temáticos: impactos medioambientales genéricos y específicos y principales connotaciones prácticas para los diferentes grupos de actividades. Trabajos como los elaborados por organizaciones como: Bundesamt für Naturschutz (Biedenkapp & Stührmann,

Año	Marchas totales	Marchas con registro de edición	1ª edición	Porcentaje 1ª edición*
2005	136	80	7	8,75%
2006	176	107	18	16,8%
2007	185	104	10	9,6%
2008	197	115	12	10,4%
2009	172	110	19	17,2%
2010	697	501	59	11,7%
2011	842	527	92	17,4%
2012	899	625	112	17,9%
2013	1066	772	143	18,5%

\* Los datos registrados en esta columna fueron calculados en base al total de marchas con registro de edición.

**Tabla 1.** Evolución del registro de marchas MTB. (Fuente: elaboración propia a partir de la consulta de la base de datos facilitada por [www.marchasbtt.com](http://www.marchasbtt.com))

2004), International Mountain Bicycling Association (IMBA 2004, 2007), Parcs Naturels Regionaux de France (Van Lierde, 2007) o Shimano American Corporation (Foti, White, Brodehl, Waskey, & Brown, 2006), son una buena muestra de ello.

Sin embargo, en lo que respecta a la organización de eventos deportivos en el medio natural propiamente dichos, el volumen de trabajos empíricos se reduce drásticamente (Newsome, 2014) y aún más si solo hacemos referencia a eventos deportivos de *pequeña escala* (excluidos mundiales, JJOO, campeonatos del mundo, etc.). En este punto es donde emergen trabajos más de tipo informativo/genérico, conocidos a nivel estatal en el ámbito de la organización de este tipo de eventos como guías de buenas prácticas o estudios piloto de eventos concretos. Citar por ejemplo, algunos de los elaborados por el Comité Olímpico Español - Comisión de Deporte y Medio Ambiente (COE, 2009), el Comité Olímpico Internacional (Tarradellas 2000, 2003), la Federación Española de Municipios y Provincias (Pernas, 2009), Green Cross España (Fragas, Perero, Pérez, & Queralt, 2008) o Territorios vivos (Oñorbe, 2014), entre otros, que si bien contemplan un gran número de aspectos a considerar, salvo escasas excepciones, suelen carecer de una correcta explicación/fundamentación de las recomendaciones propuestas.

Según Leung & Marion (2000), hoy por hoy, la esencia de la investigación y la gestión de los impactos medioambientales no solo se esconde en el deseo de incrementar los conocimientos y acabar de entender las relaciones existentes entre cada uno de los diferentes factores implicados, sino también en poder constituirse como un vehículo adecuado en la instrumentalización de mejoras en la prevención, minimización y gestión de los mismos. Y aún más en aquellos casos que el volumen de práctica así lo requiera.

Desde esta perspectiva, y tomando como caso de estudio uno de los eventos deportivos en el medio natural más popularizados en estos últimos años: marchas o pruebas de BTT o de MTB y desde el convencimiento de que conocer el *¿porqué?* y el *¿cómo?* de cada recomendación puede ayudar a concienciar, y/o “convencer” mejor a los promotores, especialistas y demás agentes implicados, de la necesidad de una correcta toma de decisiones respecto a la minimización de las afecciones o impactos medioambientales provocados por la organización de este tipo de eventos, es que se desarrolla el presente trabajo. Son objetivos de este artículo, 1) recoger el máximo de la información disponible en torno a este

tema; 2) identificar impactos o afecciones medioambientales claves propias de esta actividad, y 3) proponer recomendaciones prácticas de minimización, sobre todo en lo que respecta de estos últimos.

## Metodología

La metodología de trabajo utilizada en la sistematización de información disponible, tanto en torno a los impactos medioambientales susceptibles de ser generados por la práctica de estas actividades, como en la forma de minimizar los mismos, se basó en la consideración de las siguientes fases: recopilación de la información disponible, selección de impactos claves y elaboración de las correspondientes recomendaciones prácticas en la organización de este tipo de eventos deportivos. A continuación una descripción de las mismas.

*Fase 1.* Recopilación de la información disponible a nivel divulgativo y científico en relación con los impactos o afecciones medioambientales de este tipo de prácticas: *impactos medioambientales genéricos* que en muchos casos pueden ser común a la práctica de un mismo grupo o conjunto de actividades físicodeportivas (ejemplo: actividades de tierra, agua, aire).

*Fase 2.* Identificación y justificación, en base a la consulta de fuentes bibliográficas específicas (estudios empíricos, descriptivos, informes, etc.) de lo que en este estudio se propone como impactos medioambientales de máxima prioridad en la organización de este tipo de eventos deportivos: *impactos medioambientales clave* que como bien lo indica su nombre, resultan esenciales a la hora de valorar las principales repercusiones medioambientales del evento en cuestión, y sobre las cuales debería centrarse todo intento de minimización de los impactos o afecciones medioambientales ocasionados por la organización de este tipo de eventos deportivos. Se incluye la mención de ciertas curiosidades o datos de interés.

*Fase 3.* Elaboración de las correspondientes recomendaciones prácticas de minimización de impactos o afecciones en la organización de este tipo de eventos deportivos.

En la *tabla 2* se puede consultar una breve descripción de los diferentes apartados considerados en la sistematización de la información finalmente recopilada

Respecto a la fase 3, vale la pena mencionar, de acuerdo con los objetivos del presente trabajo, que en la

Fases	Información considerada
Fase 1. Recopilación de información	Impactos medioambientales genéricos, incluida la consideración de otros efectos, que de forma ciertamente indirecta, pueden concurrir en un incremento del nivel de estos o en la aparición de nuevos
Fase 2. Selección de impactos medioambientales claves	Impactos medioambientales claves, incluida la recopilación de ciertos <i>datos de interés</i> que avalan la consideración de estos impactos como claves.
Fase 3. Elaboración de recomendaciones	En este caso agrupadas en tres grandes bloques, incluida una síntesis de las principales <i>medidas preventivas</i> (previas a la realización del evento deportivo) y algunos ejemplos de indicadores de alarma y seguimiento.

**Tabla 2.** Datos básicos considerados

elaboración de las correspondientes recomendaciones no se tuvieron en cuenta recomendaciones de tipo genéricas, como la gestión de accesos, la reducción de residuos, la minimización de la contaminación acústica, etc., que se abordan en las diferentes guías de buenas prácticas anteriormente referenciadas.

## El caso de las marchas de BTT o de MTB

### Impactos medioambientales genéricos

En una primera instancia, y tomando como punto de referencias fuentes bibliográficas tales como: Chávez, Winter y Baas (1993), Cessford (1995), Gander e Ingold (1997), Leung & Marion (1996), Marion y Wimpey (2007), Foti et al. (2006), Davis y Newsome (2009), Quinn y Chernoff (2010), Pickering, Rossi y Barros (2011), Newsome (2014), cinco son los principales *impactos medioambientales potenciales genéricos* que se han podido identificar respecto a la organización de este tipo de eventos deportivos: sobre la vegetación, el suelo, el agua, la fauna y otros. Pudiendo variar en presencia e intensidad, tal y como lo especifican Newsome, Lacroix y Pickering (2011), según se consideren aspectos tales como el número de participantes, la localización y la época del año.

*Sobre la vegetación:* disminución del crecimiento y diversidad de la cobertura vegetal, disminución sobre su capacidad reproductiva, alteración de la estructura de edades y cambios en la comunidades vegetales (las especies resistentes al impacto provocado por esta actividad se hacen más abundantes), alteración de microclimas y pérdida de vegetación superficial.

*Sobre el suelo:* destrucción de la capa superficial de materia orgánica, alteración del horizonte edáfico, compactación y desplazamiento del suelo, alteración de las características básicas del suelo (aireación, temperatura, fauna edáfica, textura, nutrientes), reducción de la

capacidad de infiltración, aumento del agua superficial, erosión y repercusiones sobre el crecimiento de la vegetación con pérdida total o parcial de la misma, con el incremento de la erosión potencial que este hecho implica.

*Sobre el agua:* incremento del nivel de turbidez, entrada de nuevos nutrientes, alteración de su composición e incremento en la presencia de algas.

*Sobre la fauna:* disminución de la calidad de los *habitats*, perturbación puntual de determinadas especies y modificación de su comportamiento habitual.

*Otros efectos:* posible abandono de residuos, aparición de nuevos impactos visuales negativos como consecuencia de una excesiva o inadecuada señalización y/o incremento excesivo de una denudación puntual del suelo; ya sea como consecuencia: de la creación de trazados alternativos puntuales (atajos), de ampliaciones del trazado principal en determinados tramos (circulación en paralelo, velocidad excesiva, curvas cerradas, deterioro del trazado principal, sortear vados, etc.) o deertura de nuevos itinerarios-tramos mal planificados (*fotografías 1 y 2*).

En la *tabla 3* se puede consultar una agrupación de estos impactos según hayan sido considerados por la bibliografía aquí citada como impactos de tipo directo o indirecto.

### Impactos medioambientales clave

En un segundo nivel, y teniendo en cuenta que la mayor parte, sino toda, la documentación anteriormente referenciada, incluidos trabajos tan completos como los las revisiones realizadas por: Day y Turton (2000), Lathrop (2003), Foti et al. (2006), Marion y Wimpey (2007), Newsome y Davis (2009), Quinn y Chernoff (2010) y la revisión y sistematización de los principales trabajos experimentales o quasiexperimentales desarrollados en este tema: Crockett (1986); Wilson y Seney



**Fotografía 1.** El deterioro del trazado principal hace que el practicante busque nuevas alternativas con la correspondiente ampliación del trazado principal. La flecha señala el trazado original en pleno proceso erosivo



**Fotografía 2.** La presencia de una curva cerrada con una pendiente pronunciada favorece las ampliaciones del trazado principal con la correspondiente pérdida de cobertura vegetal

Componentes				
Efectos	Vegetación	Suelo	Agua	Fauna
Directos	Reducción de altura y vigor	Pérdida de materia orgánica	Incremento de la turbidez	Degradación o pérdida de hábitats
	Alteración de la composición	Desplazamiento del suelo	Incremento de la entrada de nutrientes	Perturbación de la fauna
	Pérdida de cobertura vegetal	Compactación del suelo	Introducción de organismos patógenos	Modificación del comportamiento habitual
	Introducción de especies exóticas	Reducción de la capacidad de infiltración	Alteración de la composición del agua	Desplazamiento a otros hábitats
Indirectos	Alteración de microclima	Incremento de la escorrentía	Crecimiento excesivo de algas	Reducción de natalidad
	Incremento de la erosión potencial	Erosión del suelo e incremento de zonas fangosas	Impactos sobre invertebrados y fauna acuática	Incremento de mortalidad
	Deterioro de la calidad paisajística	Deterioro de la calidad paisajística	Impactos sobre el resto de fauna	Reducción de salud y bienestar

**Tabla 3.** Impactos medioambientales potenciales. (Fuente: adaptado de Leung & Marion, 2000)

(1994); Bjorkman (1998); Thurston y Reader (2001); Ferguson (2008); Foti et al., (2006); White et al. (2006); Goeft y Alder (2001); Chiu y Kriwoken (2003); Marion y Nate (2006); Newsome y Davis (2009); Davis y Newsome (2009); Pickering, Rossi y Barros (2011), podemos concluir, con bastante certeza, que dos de los cinco bloques de impactos medioambientales anteriormente referenciados pueden ser considerados como claves: impactos producidos sobre el suelo y la vegetación.

Y de una forma más específica, según los datos que se exponen en la *tabla 4*: la pérdida de cobertura vegetal o denudación del suelo (como consecuencia de la acción mecánica sobre la misma) y desencadenamiento del proceso de erosión del suelo como tales.

En este sentido, resulta interesante la definición que Lathrop (2003) realiza respecto al pisoteo y el proceso de erosión del suelo. Mientras que el pisoteo, según este autor, se corresponde a la destrucción mecánica y la

Autores y tipo de estudio*	Impactos medioambientales identificados y analizados
Bjorkman (1998). <i>Biophysical impacts on and user interactions with mountain bicycle off-road trail corridors (Qs)</i>	Pérdida de cobertura vegetal Proceso de erosión del suelo
Crockett (1986). <i>Survey of Ecological impact considerations related to mountain bicycle use on the Edwards field trail at Joseph Grant County Park (Qs)</i>	Pérdida de cobertura vegetal
Chiu & Kriwoken (2003). <i>Managing recreational mountain biking in Wellington Park, Tasmania, Australia (Ex)</i>	Proceso de erosión del suelo
Davis & Newsome (2009). <i>Mountain Bike Activity in Natural Areas: impacts, assessment and implications for Management – A case study from John Forrest National Park, Western Australia. CRC for Sustainable Tourism Pty, Australia (Qs)</i>	Impactos sobre la vegetación nativa Proceso de erosión del suelo
Ferguson (2008). <i>The destructive impacts of Mountain biking on forested landscapes</i>	Pérdida de cobertura vegetal y proceso de erosión del suelo.
Foti et al. (2006). <i>Environmentally Friendly Mountain Bike Trails - Ecological Impacts - Managing for future generation. Apartado estudio de un caso.</i>	Pérdida de cobertura vegetal Proceso de erosión del suelo Acumulación de residuos y otro tipo de afecciones
Goeft & Alder (2001). <i>Sustainable mountain biking: a case study from the Southwest of Western Australia (Ex)</i>	Cambios en la composición de la vegetación Perdida de vigorosidad de la vegetación Pérdida de cobertura vegetal Proceso de erosión del suelo
Marion & Nate (2006). <i>Assessing and understanding trail degradation: results from Big South Fork National River and Recreational Area (Qs)</i>	Proceso de erosión del suelo
Newsome & Davis (2009). <i>A case study in estimating the area of informal trail development and associated impacts caused by mountain bike activity in John Forrest National Park, Western Australia (Qs)</i>	Perdida de cobertura vegetal Proceso de erosión del suelo
Pickering et al. (2011). <i>Assessing the impacts of mountain biking and hiking on subalpine grassland in Australia using an experimental protocol (Ex)</i>	Reducción de la altura y vigorosidad de la vegetación Cambios en la composición Introducción especies exóticas Proceso de erosión del suelo
Thurston & Reader (2001). <i>Impacts of experimentally applied mountain biking and hiking on vegetation and soil of a deciduous forest (Ex)</i>	Cambios de la composición de la vegetación Introducción de especies exóticas Denudación del suelo Proceso de erosión del suelo
White et al. (2006). <i>A comparative study of impacts to mountain bike trails in five common ecological regions of the southwestern (Ex)</i>	Proceso de erosión del suelo
Wilson & Seney (1994). <i>Erosional impact of hikers, horses, motorcycles, and off-road bicycles on mountain trail in Montana (Qs)</i>	Proceso de erosión del suelo

\* Quasiexperimentales (Qs) y Experimentales (Ex).

**Tabla 4.** Detalle trabajos consultados

mortalidad de la vegetación a nivel del suelo en terrenos sin traza (fuera de pista), el proceso de erosión del suelo se define como la movilización mecánica de sedimentos puntuizando que este último, puede o no incluir el primero en función de la existencia o no de un recorrido. Esto es, que en el contexto de fuera de pista, el proceso de erosión del suelo puede estar relacionado con el pisoteo.

De los datos anteriormente expuestos, resulta evidente que unas de las mayores preocupaciones respecto a los impactos medioambientales susceptibles de ser provocados por la práctica de esta actividad recaen principalmente sobre el inicio del proceso de erosión del suelo. En este sentido, se ha de tener en cuenta que el proceso de erosión del suelo incluye el desarrollo de siete fases



**Fotografía 3.** Tramo de itinerario en suelo arcilloso en donde el proceso de erosión del suelo ya se ha iniciado con las dificultades que revertir este proceso implica

bien diferenciadas: reducción del horizonte orgánico de humus y hojarasca; descenso de la materia orgánica en el horizonte mineral inferior; compactación; perdida de la capacidad de filtración del agua, saturación y anoxia a nivel de la raíz; escorrentías superficiales, y erosión del suelo (Manning, 1999). Según expertos en el tema, son las cuatro últimas fases las más críticas por su situación de irreversibilidad (Hammit & Cole, 1998). Esto es, que la compactación y la disminución de la capacidad de infiltración suelen provocar un perdida de la totalidad de la cobertura vegetal, que a su vez produce un aumento de la escorrentía superficial que termina provocando una pérdida de suelo a favor de la pendiente, muy difícil de revertir (*fotografías 3 y 4*).

Al respecto, se ha de tener en cuenta, que básicamente tres son las clases de partículas que se pueden encontrar en el suelo: arena, limo y arcilla. Cada una de estas se caracteriza por poseer un tamaño y una forma diferente que puede favorecer o frenar el proceso de erosión del suelo (capacidad de drenaje, compactabilidad, etc.). Por ejemplo, mientras que la capacidad de drenaje del terreno se incrementa según se contemple suelos predominantemente arcillosos, limosos, arenosos, la capacidad de compactabilidad del terreno se reduce según se observen suelos arcillosos, limosos y arenosos (IMBA, 2004). De aquí que sean los suelos arcillosos los más erosionables.

Ahora bien, en relación con los factores potenciadores de este proceso, y a pesar de existir una cierta unanimidad sobre el conjunto de los mismos: tipo de suelo, pendiente, alineamiento lateral del trazado principal, ángulo de giro, grado de humedad y nivel de mantenimiento si cabe



**Fotografía 4.** Detalle de la pérdida de suelo una vez iniciado el proceso de erosión. Suelo de tipo arcilloso

(Price, 1985; Wilson & Seney, 1994; Cole, 1987; Leung & Marion, 1996; Hammitt & Coll, 1995; Goeft, 2000; White et al., 2006), el nivel de importancia o peso específico de cada uno de estos presenta ciertas variaciones segun se consulten los diferentes autores. Por ejemplo, Goeft & Alder (2001) identifican la pendiente y la época del año (añadiendo en esto caso la antigüedad del itinerario) como uno de los factores que mejor pueden llegar a predecir el nivel de impacto ocasionado por la práctica de esta actividad; al tiempo que Marion y Wimpey (2007) se decantan por considerar como predictores la pendiente y el alineamiento lateral del itinerario (pendiente lateral). Sin embargo, dichos autores coinciden en apuntar que los itinerarios con una pendiente superior al 16 % son más vulnerables al inicio de procesos de erosión.

En este sentido, autores como Wilson & Seney (1994), Cessford (1995), Marion & Wimpey (2007) señalan que la forma de conducir también pueden influir sobre el nivel de impacto sobre el suelo: velocidad, frenadas, ángulos de giro, derrapadas y conducción en paralelo. Incluido el tipo de rueda utilizado (con más o menos tacos, etc.).

Ahora bien, en relación con la pérdida de la cobertura vegetal o proceso de denudación del suelo propiamente dicho, son varios los trabajos que apuntan la circulación fuera de camino, senda o recorrido y abrir nuevos tramos de recorridos-itinerarios, práctica bastante común en la búsqueda de nuevas opciones de recorrido por parte de los promotores de este tipo de eventos, como los aspectos más preocupantes en este sentido (Newsome, 2014). Al respecto, se ha de tener en cuenta que es durante el primer año de la creación de un itinerario (incluido proceso de

Temática	Datos de interés
Factores responsables	La textura del suelo, la pendiente y el tipo de uso son, según los datos recopilados por Wilson & Seney (1994) en su estudio: <i>Erosional impact of hikers, horses, motorcycles, and off-road bicycles on mountain trail in Montana</i> , <b>los principales factores responsables del 70% de la erosión</b> ocasionada por la práctica del MTB entre otras modalidades deportivas. Las pendientes máximas superiores al <b>12-16%</b> y las pendientes medias del recorrido superiores al 5%, de acuerdo a las conclusiones obtenidas por Foti et al. (2006) en el estudio sobre las afecciones medioambientales de carreras de btt, suelen relacionarse, según la textura o composición del suelo, con una mayor degradación del suelo y la vegetación.
Principales valores de impacto	El nivel de impacto generado por la práctica de esta actividad puede llegar a provocar, según conclusiones alcanzadas por Thruston & Reader (2001) en su estudio: <i>Impacts of experimentally applied mountain biking and hiking on vegetation and soil of a deciduous forest</i> , un incremento de la exposición del suelo de alrededor del 49% y una pérdida de vegetación de un 100%. Según estos mismos autores, existe una mayor concentración de este tipo de impactos en la zona central del sendero, es decir, <b>en los 30 cm centrales</b> aproximadamente
Pérdida de suelo	La pérdida de suelo generada por la práctica de la MTB puede llegar a ser, según datos extraídos por Marion & Nate (2006) en su estudio: <i>Assessing and understanding trail degradation: results from Big South Fork National River and Recreational Area</i> , <b>tres veces inferior</b> a la pérdida generada por la marcha a pie ( <b>202 y 669 pies cúbicos/milla, respectivamente</b> ).
Pérdida de vegetación	El nivel de impacto generado por la práctica de esta actividad sobre la vegetación, según datos analizados por Cole (1990) en su trabajo: <i>Ecological impacts of wilderness recreation and their management</i> puede resultar severo a partir de una frecuencia de pasos equivalente a <b>500 pasos anuales</b> (número de veces que se transita en bicicleta o a pie sobre un determinado punto del sendero a lo largo de un año natural).
Nivel de impacto	Según datos extraídos por Pickering et al. (2011) en su estudio: <i>Assessing the impacts of mountain biking and hiking on subalpine grassland in Australia using an experimental protocol</i> , la actividad de MTB es responsable de un mayor daño sobre el suelo y la vegetación respecto al excursionismo solo en aquellos casos donde el nivel de uso supera los <b>500 pasos anuales</b> .

**Tabla 5.** Datos de interés

diseño y construcción) cuando se genera el mayor volumen de impacto (Leung & Marion, 1996; Marion, 2006; Marion & Wimpey, 2007). Según las mismas fuentes, el nivel de impacto generado a partir de este primer año perdura en el tiempo; llegando a desaparecer, si se deja de utilizar, según los diferentes tipos de hábitat, entre cinco y quince años. En este sentido, cabe mencionar, aunque de una forma no concluyente, que otros trabajos alertan contrariamente sobre la perdurabilidad de este tipo de impactos, incluso en aquellos casos que el itinerario o tramo deje de ser utilizado (Cole, 1987).

En *tabla 5* se pueden consultar aquellos datos de interés, que extraídos de los trabajos anteriormente referenciados, ponen números a algunos de los principales aspectos comentados.

## Recomendaciones

Llegados a este punto, y en la línea de las recomendaciones que hemos podido ir recogiendo a lo largo de la revisión y sistematización de la información aquí tratada (Foti et al., 2006; Calm, 2007; IMBA, 2007; Davis

& Newsome, 2009; entre otras), tres son, desde nuestro punto de vista, las principales acciones a ser considerados por parte de los promotores de este tipo de marchas: 1) evitar al máximo laertura de nuevos tramos o *tracks*, 2) en el caso de hacerlo, realizar una correcta planificación de la misma y 3) fomentar, desde la coherencia y el ejemplo, el comportamiento respetuoso hacia el entorno.

Al respecto, resulta interesante referenciar una de las principales conclusiones recogidas por Foti et al. (2006) en uno de los escasos trabajos de investigación aplicados a la organización de este tipo de eventos. Según estos autores, y a pesar de haber recogido la presencia de cambios en las condiciones ecológicas de la zona una vez finalizada la prueba, se posicionan en la defensa que estos cambios pueden ser mitigados con un buen diseño del recorrido y un buen uso y gestión de los mismos.

*Recomendación número 1.* Evitar al máximo laertura de nuevos tramos o *tracks*. Resulta imprescindible matizar, que si esta práctica por parte de la organización de este tipo de eventos fuese un caso aislado



**Fotografía 5.** Ejemplo obertura de un nuevo tramo en zona arenosa con buena definición del trazado. Marcha ciclista Castell-bike edición 2014

y puntual, no tendría más repercusión que una mera anécdota. Por lo contrario, y a pesar de no contar con datos cuantitativos al respecto, somos conocedores que esta práctica se ha ido generalizando en el momento que los organizadores avanzan en número de ediciones.

En este sentido resulta comprensible la necesidad de contar, por parte de los promotores, con nuevas alternativas: ya sea para variar el recorrido, para poder conectar tramos de ruta ya existentes, para transcurrir por una determinada zona hasta el momento inaccesible, o incluso, para intentar evitar la masificación en determinados tramos. Sin embargo, no podemos olvidar las importantes repercusiones medioambientales y prácticas que se desprenden de esta acción: impactos medioambientales ocasionados durante el primer año de uso (perdida de cobertura vegetal y erosión del suelo), inclusión de los nuevos tramos dentro de la red de itinerarios existente en la zona y/o perdurabilidad de los mismos incluso en el caso de dejar de ser utilizados.

Asimismo, en la línea de algunas de las principales recomendaciones propuesta por International Mountain Bicycling Association (IMBA, 2007), una buena gestión de la práctica del MTB en el territorio consiste en disponer de una red de itinerarios bien planificada que potencie la práctica de esta actividad, sin llegar a la masificación, al tiempo que facilite el seguimiento y buen mantenimiento de la misma (*fotografías 5 y 6*).

*Recomendación número 2.* Planificar correctamente abrir nuevos tramos o *tracks*. Son numerosos los aspectos a ser considerados respecto a esta recomendación, entre los cuales cabe valorar detenidamente las diferentes opciones y repercusiones de esta opción.



**Fotografía 6.** Ejemplo de trazado con buena definición y diseño de curva utilizado recientemente para la edición de la Marcha ciclista de Transbessons 2014

Cabe destacar, en este sentido, la importancia que tiene la realización de una buena planificación del sistema o red de itinerarios, ya sea esta a nivel local, regional, etc. Cuando una red no está planificada se incrementa la creación de senderos alternativos y la aparición de posibles conflictos entre los diferentes usos (IMBA, 2004). Una buena conectividad de la red de itinerarios contribuye muy positivamente a la disminución del impacto sobre el suelo y la vegetación susceptible de ser provocada por la práctica de esta y otras modalidades deportivas.

Sirvan de ejemplo algunos de los principales problemas de mantenimiento referenciados por IMBA (2004, pp. 197-199) en su manual *Trail Solutions. Guide to building Sweet Singletrack*: tramos con pendiente excesivas (superior al 20 %), ubicación de tramos en zonas húmedas, presencia de obstáculos eventuales o fijos que fuerzan a los usuarios a circular fuera del trazado (especialmente en el caso de acumulación de agua o erosión puntual e intensa del suelo –cáravas–), intersecciones poco definidas, cambios bruscos de sentido y zonas con presencia de niveles excesivos de impactos (incluidos residuos).

En este punto creemos muy oportunas citar los principales consejos prácticos descritos por IMBA (2004, pp. 63-69) respecto a la instauración de estos nuevos tramos o *tracks*:

Primero. Intentar, por todos los medios, que la pendiente del tramo, sobre todo en caso de trialeras, no supere la mitad de la pendiente de la ladera o talud (*the half rule*). En caso contrario el nuevo tramo canalizará la caída de agua impidiendo que esta fluya a través del mismo. Por ejemplo, si la pendiente de la ladera es del 20 %, la pendiente del tramo no debería exceder el 10 %.

Segundo. Utilizar como indicador de referencia en el diseño general de la ruta o *track*, la no superación del 10 % de pendiente promedio (*the ten percent average guideline*). Esto es, dividiendo el total del desnivel acumulado en la longitud total del recorrido multiplicado por 100.

Tercero. Procurar, salvo contadas excepciones (zonas de baja pluviometría, con suelos mixtos, rocosos y con niveles de usos moderados), no superar el 20 % de pendiente máxima (*maximum sustainable trail grades*). En el caso de hacerlo, instaurar algún sistema de evacuación del agua que ayude a frenar el proceso de erosión del suelo. Asimismo, poner en marcha algún sistema de seguimiento sencillo, como visitas periódicas a la zona, pueden ayudar a discernir sobre la necesidad o no de instaurar nuevas medidas correctoras (mejorar el drenaje, colocar piedras, disuadir el uso, proteger temporalmente como la colocación de redes de contención, etc.) (fotografías 7 y 8).

Cuarto. Favorecer a lo largo de todo el nuevo tramo la evacuación correcta del agua (*grade reversals*). Al respecto, es mucho más fácil diseñar el nuevo tramo contemplando este aspecto que hacerlo un año después cuando el daño ya está hecho.

Quinto. Considerar finalmente, en el diseño del nuevo tramo, en aquellos casos que el mismo transcurra perpendicularmente a la pendiente natural del terreno o ladera, que el alineamiento lateral (pendiente lateral) no supere el 5 % de pendiente (*Outslope*).

*Recomendación número 3.* Fomentar el comportamiento respetuoso hacia el entorno desde el ejemplo. Como se puede deducir de las dos recomendaciones previas, la filo-

sofía que debería imperar en la organización de este tipo de eventos debería estar fundamentada en la prevención como el mejor método para controlar los efectos negativos que el desarrollo de este tipo de eventos genera sobre el medio natural. En este sentido, la elección de un trazado óptimo se antoja como una de las principales tareas preventivas. Sin embargo, el trabajo de prevención debe estar presente tanto en las etapas de diseño y preparación, como en la de desarrollo. La prevención implica promover un comportamiento respetuoso por parte de los participantes durante el evento (formación e información) y responsabilizarse del “día después” (limpieza de toda la zona adyacente al recorrido, especialmente zonas próximas a los diferentes avituallamientos, restauración, si hiciera falta, de zonas puntuales intensamente afectadas por el evento, con la participación de técnicos especialistas, con soporte de la organización y el voluntariado de la competición).

Restaurar, regenerar y limpiar el área en donde se ha desarrollado el evento, una vez finalizado el mismo, se constituye como uno de los elementos claves de la gestión sostenible de este tipo de acontecimientos. Así mismo, prever una gestión integral de los residuos que se puedan generar durante el evento (ej. racionalizar el consumo de los mismos, evitar los productor de usar y tirar, implementar un sistema de recogida selectiva en los avituallamientos, procurar el uso de materiales de señalización biodegradables como pinturas, cintas, etc.). Informar sobre las normas de participación de forma previa (materiales o sistemas de difusión) o durante el transcurso de la prueba (momentos previos a la salida por megafonía), son también una buena forma de transmitir un mensaje de respeto y coherencia hacia los participantes.



**Fotografías 7 y 8.** Ejemplos de tramos de itinerario con pendientes inferiores al 20 % en los cuales prácticamente no se aprecian síntomas de erosión

Es recomendable, siempre que sea posible, realizar el correspondiente Informe de afecciones ambientales de forma previa a la realización del evento. Y en todo caso, siempre intentar valorar de forma anticipada las medidas preventivas, correctoras y sistemas de control necesarios bajo el principio de precaución. Para más información al respecto se puede consultar el estudio piloto realizado por Oñorbe (2014), que a pesar de no coincidir en el tipo de evento aquí tratado, si puede ser de utilidad a la hora de valorar alternativas disponibles y opciones de actuación.

En la *tabla 6* se puede consultar una síntesis de las principales medidas preventivas aquí comentadas, como así también algunos ejemplos de indicadores de alarma o seguimiento, útiles a la hora controlar el buen desarrollo de las mismas, o en caso contrario, reforzar el convencimiento de la necesidad de instaurar nuevas medidas correctoras.

## Discusión

Es esencial, por parte de los promotores de este tipo de eventos, tener un mínimo de conocimiento acerca de las posibles afecciones o impactos medioambientales que la organización de este tipo de marchas o pruebas puede provocar sobre el medio que se desarrollan.

La sistematización, categorización y análisis aquí propuestas (incluida la identificación de impactos o afecciones claves) no solo puede resultar útil a la hora de reflexionar en torno a los principales aspectos a ser considerados en la organización de este tipo de eventos; sino también por la circunstancia de poder constituirse como un buen vehículo de concienciación en torno a una correcta toma de decisiones por parte de los diferentes grupos de agentes

implicados (consorcios, ayuntamientos, gestores del territorio, entidades deportivas o asociaciones diversas).

A partir de la descripción y justificación de lo que en este estudio se propone como principales impactos o afecciones medioambientales claves: pérdida de cobertura vegetal e inicio del proceso de erosión del suelo, se puede llegar a entender claramente la enorme repercusión que tiene sobre el terreno laertura o creación de nuevos tramos de itinerarios que, una vez abiertos, pasan a formar parte de la red de itinerarios de la zona, con su correspondiente uso. De aquí dos de las principales recomendaciones propuestas: evitar al máximo abrir nuevos tramos o *tracks* y, en el caso de hacerlo, realizar su correcta planificación.

En este sentido, y a pesar de no disponer de datos sistematizados, sabemos que esta práctica suele ser bastante común cuando nos referimos al diseño de las rutas o *tracks* incluidas en este tipo de eventos. Al respecto, somos conscientes de la necesidad de realizar nuevos estudios que aborden la incidencia de esta y otro tipo de prácticas ciertamente críticas en la organización de este tipo de eventos. Aquí la idea para quien quiera tomar el relevo. Estamos convencidos que la metodología aquí propuesta bien puede ser aplicada a otro tipo de eventos deportivos de creciente popularidad, como lo son también las carreras de montaña, de orientación, etc. o bien puede ayudar a desencadenar nuevos trabajos de investigación en el tema como el anteriormente comentado.

Finalmente, es nuestra voluntad, que el ejercicio de sistematización de los impactos medioambientales aquí presentado, lejos de constituirse como un mero ejercicio *intelectual*, sea una referencia en este camino como

Medidas preventivas	Indicadores de alarma o seguimiento
Evitar el paso de los nuevos tramos por zonas protegidas o especialmente frágiles, incluidas zonas húmedas o sombrías para así evitar daños mayores sobre el medio	Aparición de zonas con evidentes afecciones medioambientales de tipo: ampliaciones puntuales del itinerario principal, deterioros importantes sobre la vegetación, etc.
Delimitar en la mayor medida posible el trazado el itinerario principal.	Aparición de senderos alternativos o atajos o ampliaciones puntuales en zonas de cambio de sentido.
Minimizar al máximo la apertura de tramos nuevos con pendientes superiores a 15-20% y tratar con especial atención a sus características de drenaje.	Aparición de cárcavas o pérdidas de suelo puntuales superiores a los 10 cm.
Procurar, en el caso de la apertura de nuevas trialeras, que la pendiente máxima de la misma no supere la mitad de la pendiente de la ladera.	Aparición de cárcavas o pérdidas de suelo puntuales superiores a los 10 cm.
Evitar que el trazado transcurra por zonas arcillosas. Preferiblemente buscar zonas de suelos mixtos (arenoso, limosos, arcilloso)	Aparición de ampliaciones puntuales del itinerario, pérdida excesiva de suelo (superior a 10 cm), aparición de cárcavas, etc.

**Tabla 6.** Detalles prácticos en la instauración de las diferentes recomendaciones

elemento de concienciación, integración, implicación y participación conjunta de los diferentes actores o partes implicados. Sirvan de ejemplo iniciativas como las llevadas a cabo por IMBA, en donde la participación ciudadana en la recuperación de caminos tradicionales, mantenimiento de los ya existentes y promoción de un uso respetuoso de estas redes no es una práctica inusual.

## Conflictos de intereses

La autora declara no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

- AEDENAT. (1994). *El impacto de las actividades deportivas y de ocio/recreación en la Naturaleza*. València: AEDENAT.
- Andrés, A., Blanco, R., Pertejo, J., & Prats, M. (1995). *Manual para la mejora de la calidad ambiental de las actividades recreativas en la naturaleza*. Madrid: ECOTRANS-España. Secretaría General de Turismo.
- Barros, A., Gonnet, J., & Pickering, C. (2013). Impacts of informal trails on vegetation and soils in the highest protected area in the Southern Hemisphere. *Journal of Environmental Management*, 127, 50-60. doi:10.1016/j.jenvman.2013.04.030
- Benayas, J., Blanco, R., & Priebe, C. (1996). *Análisis de los impactos ocasionados por el barranquismo en el Parque de la Sierra y los Cañones de Guara. Propuesta de Regulación*. Servicio de Espacios Naturales Protegidos, Caza y Pesca. Aragón: Departamento de Agricultura y Medio Ambiente. Diputación General de Aragón. Tomo I, II, III.
- Biedenkapp, A., & Stührmann, E. (2004). Tourismus, Naturschutz und Wassersport. *Skripten*, 113.
- Bjorkman, A. W. (1998). *Biophysical impacts and user interactions with mountain bicycle off-road trail corridors* (PhD dissertation). University of Wisconsin, Madison.
- Burgin, S. & Hardiman, N. (2012). Is the evolving sport of mountain biking compatible with fauna conservation in national parks?. *Australian Zoologist*, 36(2), 201-208. doi:10.7882/AZ.2012.016
- Cater, R., Buckley, R., Hales, D., Newsome, C., Pickering, C., & Smith, A. (2008). *High impact activities in parks: best management practice and future research*. Gold Coast, Queensland: Cooperative Research Centre for Sustainable Tourism, Griffith University.
- Calm, A. (2007). *Mountain bike management guidelines DRAFT*. Department of Conservation and Land Management, Perth. Australia.
- Chavez, D. J., Winter, P., & Baas, J. M. (1993). Recreational mountain biking: a management perspective. *Journal of Park and Recreation Administration*, 11(3), 1-7.
- Cessford, G.R (1995). Off-road impacts of mountain bikers: a review and discussion off-road impacts of mountain bikes NZ: Department of Conservation. *Science & Research Series* (92). 41 pp.
- Cessford GR (2003) Perception and reality of conflict: Walkers and mountain bikes on the Queen Charlotte Track in New Zealand. *Journal for Nature Conservation*, 11(4), 310-316. doi:10.1078/1617-1381-00062
- Chiu, L., & Kriwoken, L. (2003). Managing recreational mountain biking in Wellington Park, Tasmania, Australia. *Annals of Leisure Research* 6:339-361. Recuperado de [http://eprints.utas.edu.au/2948/1/Managing\\_Recreational\\_Mountain\\_Bike.pdf](http://eprints.utas.edu.au/2948/1/Managing_Recreational_Mountain_Bike.pdf)
- Cole, D. N. (1987). *Research on soil and vegetation in wilderness: a state-of-knowledge review. Proceedings - national wilderness research conference: issues, state-of-knowledge, future directions. USDA Forest Service General Technical Report INT-220*. USDA Forest Service, Intermountain Research Station: 134-177.
- Cole, D. N. (1990). Ecological impacts of wilderness recreation and their management. En Hendee, Stankey & Lucas. *Wilderness Management* (pp. 425-462). Colorado: Editorial. Golden.
- Crockett, C. S. (1986). *Survey of Ecological impact considerations related to mountain bicycle use on the Edwards field trail at Joseph Grant County Park*. Santa Clara county (CA): Parks Department.
- Davies, C., & Newsome, D. (2009). *Mountain Bike Activity in Natural Areas: impacts assessment and implications for management*. In: *a case study from John Forrest National Park*. Western Australia. Sustainable Tourism Cooperative Research Centre Report, Griffith University, Gold Coast.
- Day, T. J., & Turton, S.M. (2000). Ecological impacts of recreation along biking tracks and walking tracks. En J. M. Bentrupperbaumer & J. P. Reser (Eds.), *Impacts of visitation and use: psychosocial and biophysical windows on visitation and use in the wet tropics of Queensland World Heritage Area* (vol. 2) (pp. 143-152). Research Centre, James Cook University, Cairns.
- Deluca, T. H., Patterson W. A., Freimund, W. A., & Cole, D. N. (1998). Influence of llamas, horses, and hikers on soil erosion from established recreation trails in western Montana, USA. *Environmental Management*, 22(2), 255-262.
- COE - Comisión de Deporte y Medio Ambiente (2009). Guía de buenas prácticas ambientales para la celebración de eventos deportivos. Madrid. Recuperado de <http://www.madrid.es/UnidadWeb/Contenidos/Publicaciones/TemaMedioAmbiente/Guiasbuenaspracticasdeportes/practambenvdep.pdf>
- Farías, E. I., & Sallent, O. (2009). El impacto ambiental de las actividades físico-deportivas en el medio natural. El caso de la práctica del Mountain Bike o bicleta todo terreno. *Revista Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación* (16), 31-35
- Federación Española de Municipios y Provincias (2011). *Guía de buenas prácticas ambientales para eventos deportivos*.
- Ferguson, K. (2008). The destructive impacts of Mountain biking on forested landscapes. *The Environmentalist*, 28(2), 67-67. doi:10.1007/s10669-007-9146-0
- Foti, P. E., White, D. D., Brodehl, G., Waskey, T., & Brown, E. (2006). *Planning & Management Environmentally Friendly Mountain Bike Trails - Ecological Impacts - Managing for future generation - Resources* (59 pp). Recuperado de [http://advocacy.shimano.com/publish/content/advocacy/en/us/index/conservation\\_-bike/environmentally\\_mtbe\\_trails.download.-mainParsys-0002-download-File.html/Mtn.%20Bike%20Guidebook.pdf](http://advocacy.shimano.com/publish/content/advocacy/en/us/index/conservation_-bike/environmentally_mtbe_trails.download.-mainParsys-0002-download-File.html/Mtn.%20Bike%20Guidebook.pdf)
- Fraguas, A., Perero, E., Pérez, I., & Queralt, J. (2008). *Guía de medio ambiente y sostenibilidad aplicada a los deportes no olímpicos*. Barcelona: Fundació Barcelona Olímpica & Fundació Ernest Lluch. Recuperado de <http://www.fundacioernestlluch.org/files/Guia-Castellano.pdf>
- Gander, H., & Ingold, P. (1997). Reactions of male alpine chamois rupicapra r. rupicapra to hikers, joggers and mountainbikers. *Biological Conservation*, 79(1), 107-109.
- García Ferrando, M. (2006). Veinticinco años de análisis del comportamiento deportivo de la población Española (1980-2005). *Revista Internacional de Sociología*, LXIV(44), 15-38.
- García Ferrando, M., & Llopis, G. R. (2010). *Encuesta sobre los hábitos deportivos en España 2010. Ideal democrático y bienestar personal*. Consejo Superior de Deportes. Recuperado de <http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/dep-soc/encuesta-habitos-deportivos2010.pdf>
- Goeft, U. (2000). Managing mountain biking in Western Australia. *Australian Parks and Leisure*, 3, 29-31.

- Goetz, U., & Alder, J. (2001). Sustainable mountain biking: a case study from the Southwest of Western Australia. *Journal of Sustainable tourism*, 9(3), 193-211.
- Gómez-Limón, F. J. (1996). *Uso Recreativo de los Espacios Naturales. Frecuentación, factores explicativos e impactos asociados. El caso de la comunidad de Madrid* (Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, España).
- Hammitt, W. E., & Cole, D. N. (1998). *Wildland recreation*. Canada: Ecology and management.
- IMBA. (2004). *Trail solutions: IMBA'S guide to building sweet single track*. Boulder: International Mountain Bicycling Association.
- IMBA. (2007). *Managing mountain biking. IMBA'S guide to providing great riding*. Boulder: International Mountain Bicycling Association.
- Lathrop, J. (2003). Ecological Impacts of Mountain Biking. A critical literature review. Wildlands CPR Report (11 pp.).
- Leung, Y. F., & Marion, J. L. (1996). Trail degradation as influenced by environmental factors: a state-of-the-knowledge review. *Journal of soil and water conservation*, 51(2), 130-136.
- Leung, Y. F., & Marion, J. L. (2000). Recreation Impacts and Management in Wilderness: A State-of-Knowledge Review. USDA Forest Service Proceedings. *RMRS-P-15*, 5, 23-48.
- Liddle, M. J. (1997). *Recreation Ecology*. Chapman and Hall Publishing, London, UK (664 pp.).
- Lynn, N. A., & Brown, R. D. (2003). Effects of recreational use impacts on hiking experiences in natural areas. *Landscape and Urban Planning*, 64(1-2), 77-87. doi:10.1016/S0169-2046(02)00202-5
- Marion, J. L., & Nate, O. (2006). *Assessing and understanding trail degradation: results from Big South Fork National River and Recreational Area*. USGS Patuxent Wildlife Research Center/National Park Service Research Report (84 pp.).
- Marion, J. L., & Wimpey, J. (2007). Environmental impacts of mountain biking: science review and best practices. En P. Webber (Ed.), *Managing Mountain Bikikng. IMBA's Guide to providing geat riding* (pp. 94-111). International Mountain Bicycling Association (IMBA) Boulder.
- Marion, J. L., Carr, C., & Davis, C. A. (2011). *Recreation impacts to cliff resources in the Potomac Gorge. Final Research Rpt. U.S Geological Survey*. Distributed by the Virginia Tech College of Natural Resources, Blacksburg.
- Newsome, D., & Davis, C. (2009). A case study in estimating the area of informal trail development and associated impacts caused by mountain bike activity in John Forrest National Park, Western Australia. *Journal of Ecotourism*, 8(3), 237-253.
- Newsome, D., Lacroix, C., & Pickering (2011). Adventure racing events in Australia. Context, assessment and implications for protected area management. *Australian Geographer* 42(4), 403-418.
- Newsome, D. (2014). Appropriate policy development and research needs in response to adventure racing in protected areas. *Biological Conservation*, 171, 259-269.
- National Parks Conservation Association (NPCA). (1992a). *Visitor Impact Management. A review of research. Volume one*. USDA: National Park Service.
- National Parks Conservation Association (NPCA). (1992b). *Visitor Impact Management. The planning. Volume two*. USDA: National Park Service.
- Observatori Català de l'Esport (2014). L'Esport a Catalunya. Un informe de tendencias 2006 -2013. Recuperado de <http://www.observatoriedelesport.cat/dimension.asp?dms=1>
- Onorbe, M. (2014). Evaluación impacto ambiental carreras por la montaña. Carrera de montaña Demandafolk (Sierra de la Demanda, Burgos). Territorios vivos. Recuperado de <http://manuelmedioambiente.wordpress.com/2014/02/24/evaluacion-ambiental/>
- Pernas, J. (2009). Guía de buenas prácticas ambientales para la organización de eventos deportivos. Recuperado de <http://www.redciudadesclima.es/uploads/documentacion/e2ca13030fc40bef5a42845b07894973.pdf>
- Pickering, C.M., & Hill, W. (2007). Impacts of recreation and tourism on plant biodiversity and vegetation in protected areas in Australia. *Journal of Environmental Management*, 85(4), 791-800.
- Pickering, C.M., Hill, W., Newsome, D., & Leung, Y.F. (2010). Comparing hiking, mountain biking and horse riding impacts vegetation and soils in Australia and the United States of America. *Journal of Environmental Management*, 91(3), 551-562. doi:10.1016/j.jenvman.2009.09.025
- Pickering, C. M., Rossi, S., & Barros, A. (2011). Assessing the impacts of mountain biking and hiking on subalpine grassland in Australia using an experimental protocol. *Journal of Environmental Management*, 92(12), 3049-3057. doi:10.1016/j.jenvman.2011.07.016.
- Price, M. F. (1985). Impacts of recreational activities on alpine vegetation in western North America. *Mountain Research and Development*, 5(3), 163-277. <http://dx.doi.org/10.2307/3673358>
- Quinn, M., & Chernoff, G. (2010). *Mountain biking: a review of the ecological effects*. Miistakis Institute. Final report. Faculty of Environmental Design - University of Calgary.
- Sun, D., & Walsh, D. (1998). Review of studies on environmental impacts of recreation and tourism in Australia. *Journal of Environmental Management*, 53(49): 323-338.
- Tarradellas, J. (2000). *Guía sobre el deporte, el medio ambiente y el desarrollo sostenible*. Madrid: Comité Olímpico Internacional.
- Tarradellas, J. (2003). *El movimiento olímpico y el medio ambiente. Lección universitaria olímpica. Centro de estudios olímpicos. Universidad autónoma de Barcelona*. Recuperado de [http://ceo.uab.cat/lec/pdf/spa\\_tarradellas.pdf](http://ceo.uab.cat/lec/pdf/spa_tarradellas.pdf)
- Torn, A., Tolvanen, A., Norokorpi, Y., Tervo, R., & Siilamaki, P. (2009). Comparing the impacts of hiking, skiing and horse riding on trails and vegetation in different forest types. *Journal of Environmental Management*, 90(3), 1427-1434. doi:10.1016/j.jenvman.2008.08.014
- Thurston, E., & Reader, R.J. (2001). Impacts of experimentally applied mountain biking and hiking on vegetation and soil of a deciduous forest. *Environmental Management* 27, 397-409. doi:10.1007/s002670010157
- Van Lierde, N. (2007). *Sports de nature, outils pratiques pour leur gestion*. Paris: L'Atelier.
- Villalvilla, H., Blázquez, A., & Sánchez, J. (2000). *Deporte y naturaleza. El impacto de las actividades deportivas y de ocio en el medio natural*. Madrid: Talasa.
- Vogler, F., & Reisch, C. (2011). Genetic variation on the rocks – the impact of climbing on the population ecology of a typical cliff plant. *Journal of Applied Ecology*, 48(4), 899-905.
- Wenjun, L., Xiaodong, G. E., & Chunyan, L. (2005). Hiking trails and tourism impact assessment in protected area: jizhaigou biosphere reserve, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 108(1-3), 279-293. doi:10.1007/s10661-005-4327-0
- Wilson, J. P., & Seney, J. P. (1994). Erosional impact of hikers, horses, motorcycles, and off-road bicycles on mountain trail in Montana. *Mountain Research and Development*, 14(1), 77-88.
- White, D. D., Waskey, M. T., Brodehl, G. P., & Foti, P. E. (2006). A comparative study of impacts to mountain bike trails in five common ecological regions of the south-western U.S. *Journal of Park and Recreation Administration*, 24(2), 21-41.