

NOTA BREU

Primeres estimacions sobre els efectes erosius de les curses de muntanya. El cas de la Ultra Trail del Cadí Moixeró**First estimates on the erosive effects of mountain races. The case of the Cadí Moixeró Ultra Trail**Francesc Xavier Roig-Munar^{*, **, ***}, & Josep Pintó Fusalba^{***}

* Investigador independent. Consultor ambiental. Carrer Carritxaret 18-6, 07749, es Migjorn Gran (Menorca, illes Balears).

** Grup de Ciències de la Terra Departament de Biologia Universitat de les Illes Balears Crta. Valldemossa km 7,5, 07122 Palma (Mallorca, Illes Balears).

*** Laboratori d'Anàlisi i Gestió del Paisatge. Universitat de Girona. Plaça Ferrater Mora, 17003 Girona.

Autor per a la correspondència: Francesc Xavier Roig-Munar A/e xiscoroig@gmail.com

Rebut: 26.08.2022. Acceptat: 19.09.2022. Publicat: 30.09.2022

Córrer i anar en bicicleta són esports que han crescut en les darreres dècades, amb un increment d'ús a les zones de muntanya i, per tant, amb un augment dels impactes ambientals associats (Nepal & Way, 2007). Aquest tipus d'activitats han guanyant popularitat en els últims anys a tot el món (Bodoque *et al.*, 2017), amb un nombre creixent de persones que busquen nous llocs de muntanya, més atractius i desafiants pel desenvolupament d'activitats a l'aire lliure (Farias-Torbidoni *et al.*, 2018). Aquest creixement es tradueix en un increment de pressió sobre el medi, amb efectes en els ecosistemes, implicant, entre d'altres, la degradació del sòl. Alguns exemples d'aquests impactes són: la pèrdua de matèria orgànica i d'humitat del sòl, l'augment de la massa i la densitat per compactació, els despreniments, el transport de partícules del sòl, l'exposició d'arrels, l'augment del rentat superficial i les alteracions de les propietats químiques de l'aigua (Hawkins & Weintraub, 2011). Aquests impactes s'accentuen si tenim en compte les baixes taxes de formació del sòl i la seva limitada profunditat, sobretot en algunes zones mediterrànies i de muntanya (González Hidalgo *et al.*, 2007). Si aquests impactes no són detectats, identificats, caracteritzats i correctament gestionats, tendeixen a evolucionar de processos puntuals cap a afectacions de majors magnituds amb erosions d'àrees i xarxes, accelerant els processos erosius cap a irreversibles (Roig-Munar & Cardona, 2013), evolucionant amb breu temps a una degradació que va més enllà del punt erosiu (Salesa & Cerdà, 2019).

Les activitats d'oci han augmentat en els espais naturals de tot el món (Knoth *et al.*, 2012). Més del 82 % de les curses per muntanya organitzades durant l'any 2015 a l'estat espanyol van transcórrer per algun Espai Natural Protegit, i més del 43 % van ser organitzades durant els mesos de primavera (Farias-Torbidoni *et al.*, 2018), mesos considerats especialment vulnerables en termes de conservació (Meadema *et al.*, 2020). A Catalunya, de les 38 carreres registrades el 2008, han augmentat fins a les 819 en 2015, suposant el 41,3 % de

les curses realitzades a l'estat espanyol, amb un total d'aproximadament, 111.500 participants, i amb una mitja de 250 participants per carrera. Si bé es cert que alguns estudis esmenten que l'impacte sobre la vegetació i la fauna és baix o negatiu (Newsome & Davies, 2009), manca informació sobre quin és l'abast de l'impacte d'erosió en el sòl, ja que l'impacte físic en el medi s'han avaluat en poques regions (Beeco *et al.*, 2013), potser perquè la consciència del problema és baixa, segons Sterl *et al.* (2008). Cal tenir en compte que aquesta forma d'impacte és recent ja que els nous senders no segueixen les estratègies de disseny, manteniment i conservació com a senders tradicionals de muntanya.

El Parc Natural del Cadí Moixeró (PNCM) va ser declarat l'any 1983 i comprèn una superfície protegida de 41.060 ha, formant part de 17 municipis que pertanyen a les comarques de l'Alt Urgell, el Berguedà i la Cerdanya, dins del context del Prepirineu Català. Està representat per les serres del Cadí i del Moixeró, el Pedraforca i gran part de la Tosa i Puigllançada. Els relleus més importants són principalment la Serra del Moixeró (2.260 m) i la Tosa d'Alp (2.531 m). La zona alberga més de 1.500 taxons d'espècies vegetals i més de 249 espècies de vertebrats, i geològicament pertany al Pirineu Oriental Meridional, caracteritzat per un relleu abrupte.

La cursa Ultra Trail del Cadí Moixeró té una traça de 110 km, i recorre un ampli sector del PNCM, seguint principalment el recorregut del Cavalls del Vent, amb un desnivell acumulat de més de 12.000 m i un desnivell positiu de 7.000 m, suposant l'acumulat de 6.800 m. Un 76 % del recorregut transcorre per corriols tot i que en alguns punts, inferior al 5 %, se segueix una traça fora de camins i té una participació de 1.050 corredors. Si bé la diversitat litològica és present al llarg de la cursa, tal i com mostra la Figura 1, hi ha un clar predomini de roques calcàries.

L'objectiu del treball és analitzar l'impacte morfològic de la cursa Ultra Trail (Fig. 1) amb la definició de 12 estacions de control. La metodologia ha consistit en:

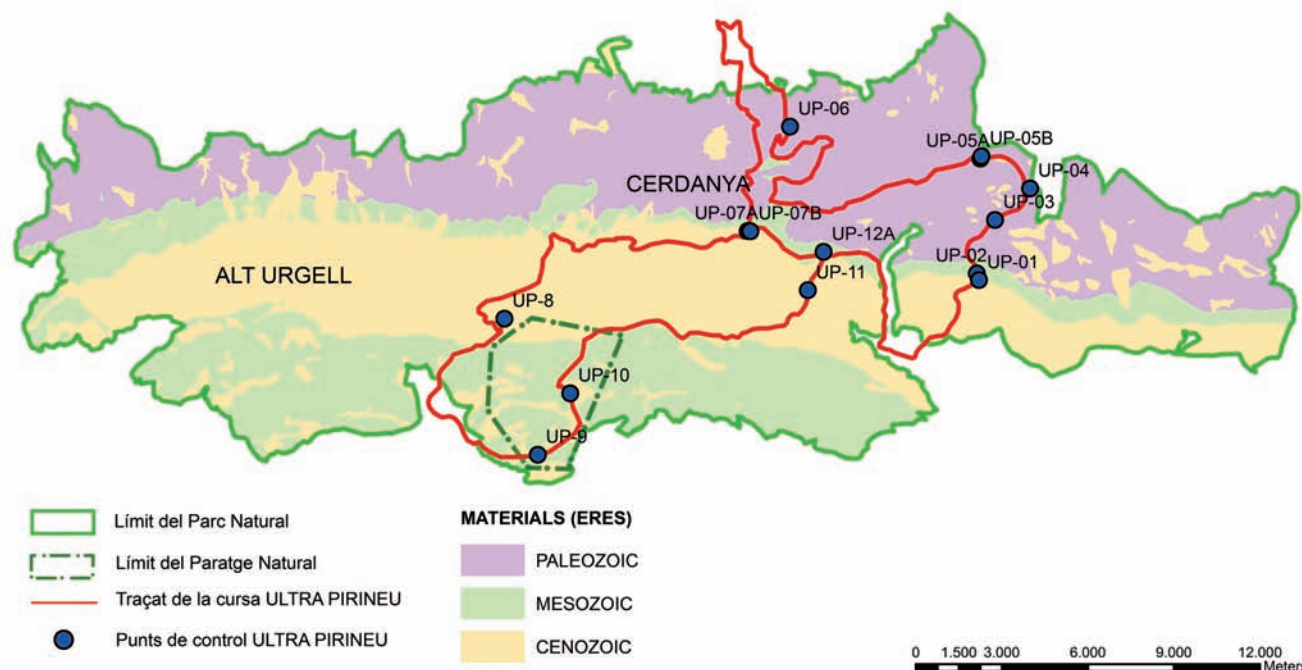


Figura 1. Mapa del Parc Natural del Cadí Moixeró, on es mostra la traça de la cursa Ultra Trail de 2015, les 12 estacions i la litologia sobre la que es troben.

Taula 1. Estacions de control (EC) de la Ultra Trail amb dades relatives a geologia, sòls, cobertura vegetal i geomorfologia

EC	Punt	Geologia	Sòl	Cobertura vegetal	Geomorfologia
1	Pista Coll de Pal	Calcaris	Llims amb graves	Herbàcia i arbustiva	Vessant S
2	Els Orris	Calcaris	Argiló i llimós	Arbòria amb abundant matèria orgànica	Vessant regularitzada
3	Coll de Pal	Calcaris	Argiló i llimós	Arbòria amb abundant matèria orgànica	Vessant regularitzada
4	Comabella	Calcaris	Argiló i llimós	Herbàcia de baixa alçada	Vessant regularitzada
5	Niu de l'Àliga	Graves i blocs calcaris	Blocs en matriu arenosa i llimosa	Herbàcia i escassa	Tartera
6	Torrent del Forn	Lutites	Llimós amb material orgànica	Arbòria i molsa	Vessant
7	Coll de Pendís	Margocalcària	Argilós amb matèria orgànica	Herbàcia	Prat entre boscos
8	Coll de Bassotes	Margocalcària	Argilós amb matèria orgànica	Herbàcia	Prat
9	Prat Llong	Margocalcària	Argilós amb matèria orgànica	Herbàcia	Prat
10	Tartera el Cabirol	Graves i blocs calcaris	Blocs en matriu arenosa	Nul·la	Tartera
11	Els Empedrats	Calcaris	Llims i arenes	Arbòria	Congost
12	Coll d'Escriu	Calcaris i lutites	Llimós amb graves	Arbòria i herbàcia	Vessant i coll

- Identificació i caracterització dels punts i àrees vulnerables més representatius dels diferents geòtops, com a vulnerables i/o susceptibles d'erosió associades a la cursa (Fig. 2).
- Definir 12 d'estacions de control i d'anàlisi (Taula 1) amb ús de metodologies adaptades a la cursa per quantificar l'erosió, i establir les taxes de trasllat i compactació de sòls, mitjançant l'ús de perfilòmetres, pantòmetres, escleròmetres, anàlisi de pedregositat i anàlisi de desarrelament.
- De les estacions s'han realitzat mesures prèvies i posteriors a la cursa, amb un temps previ màxim de 30 hores, i un temps màxim de 26 hores posterior a la cursa, minimitzant els impactes associats a altres tipus d'activitats que es poden sonar sobre la mateixa traça.

- Definició de 21 indicadors que permetin caracteritzar la xarxa i avaluar el seu ús i estat, determinant el llistat d'impacte, significatiu i/o real. Aquests indicadors qualitius permeten avaluar la xarxa amb aspectes d'ús i intensitat relacionat amb el seu substrat, geomorfologia i vegetació. Els indicadors de caracterització es basen en: el tipus de vial, els usos, el patrimoni, l'estat de conservació, geologia i geomorfologia, edafologia, hidrologia, cobertura vegetal, presència de fauna i grau d'erosió. Sobre aquesta traça s'observa; la fragmentació o duplictat de la traça, la compactació, el pendent, el grau de desarrelament i la presència de xaragalls. Associat a la cursa s'analiza la taxa d'erosió, l'estat de la pedregositat, les marques de bastons i/o roderes i l'afectació patrimoni.



Figura 2. Diferents estacions de mostreig associades a geotops de la traça de l'Ultra Pirineus del Parc Natural del Cadí Moixeró.

Les dades resultants de les 12 estacions de control (Fig. 1, Taula 1) de la cursa varien en funció de la traça i del geotop analitzat. Com a denominador comú observem una major compactació de sòls en totes les estacions analitzades, independentment de la cobertura vegetal i dels seus pendents, comportant una pèrdua puntual de la qualitat del sòl, i en conseqüència una afectació directa a la vegetació, així com a una disminució puntual de la capacitat d'infiltració. A les zones amb vegetació arbustiva i/o arbòria, amb acumulació de fullaraca i matèria orgànica, aquesta compactació és recuperable i l'efecte és considera admissible. Segons els geotops analitzats obtenim:

- Tarteres, s'analitzen dues tarteres (Cabriol-Pedraforca i Niu de l'Àliga), amb un comportament d'enfonsament i desplaçament en massa per reptació de fins a 8,5 cm de mitja, i el desplaçament de 1,80 m³ a les dues tarteres. Tot i que no s'ha detectat un canvi significatiu en el seu angle d'inclinació. La dada dona informació dels processos de reptació interna de les tarteres pel pas, d'usuaris donat lloc a la mobilització de la matriu interna de la tartera, mentre que a nivell superficial els blocs s'han desplaçant poc.
- Zones d'afloraments rocosos i prats: no es dona un canvi de comportament del terreny ni s'incideix en processos erosius

incipients, no detectant efectes erosius tant a zones rocalloses com a las traces associades a prats de muntanya. Cal destacar que sols és mostregen les traces dels prats associades a la cursa, tot i trobar el algunes àrees fragmentacions del prat amb nombrosos camins, tant de bèstia com d'usuaris.

- Colls: dels tres colls analitzats (coll de Pendís, d'Escriu i de Bassotes) s'estima un desplaçament mitjà a la pròpia estació mostrejada de 1,1 m³ en tota la secció, que cal considerar com pèrdua de sòl admissible per la tipologia del vial analitzat. Tot i que a nivell de secció de cada estació no s'ha produït un canvi morfològic, si que es dona un cert encaixament en els marges associats al camí, el desplaçament i l'acumulació de graves, fent-se més irregular el perfil, amb pèrdua de sòl a la part alta i l'acumulació descalçament a la part baixa. Es detecta en aquestes traces un descalçament de la secció, associada a l'increment de marques de bastons, exercint efectes erosius, passant d'una densitat de 10 marques per metre lineal a 229 al coll d'Escriu, i de 64 a 147 al coll de Pendís, suposant un augment significatiu de l'encaixament incipient i pèrdua de matèria orgànica de les parets de la secció.

A cadascuna de les 12 estacions de mostreig s'aplicà la matriu de 21 indicadors que permeten qualificar l'erosió d'acord

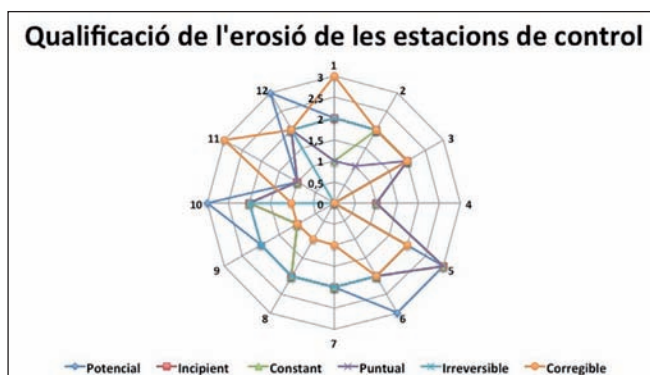


Figura 3. Qualificació de l'erosió per a cada estació analitzada (Fig. 1, Taula 1).

amb una ponderació i quantificació qualitativa, on l'erosió s'ha considerat com a potencial, incipient, constant, puntual, irreversible i corregible, i on cadascun d'aquest paràmetres s'ha quantificat de 0 a 3 i valorat; 0 nul, 1 poc, 2 mig i 3 molt. Com a resultat de la qualificació de l'erosió de cada estació de control (Fig. 3), i en relació a les dades obtingudes a cada una de les 12 estacions, observem que els punts presenten certa homogeneïtat i equilibri entre processos d'erosió potencial i incipient, tot i que els processos poden ser corregibles a la majoria d'estacions, amb poques estacions que presentin tendències irreversibles. Com a síntesis podem dir que:

- Les estacions de control que presenten majors valors d'erosió potencial són els punts 3, 5, 6, 10 i 12, tots ells a diferents geotops, i on destaquem els punts 5 i 10 corresponents a les dues tarteres analitzades, no sols pels valors estimats de l'efecte de la cursa, si no també per ser la traça senders consolidats que afecten de forma continuada un sistema força dinàmic, fràgil i inestable.
- Les estacions 3, 6 i 12 corresponen a petits corriols informals consolidats amb processos continus de pèrdues de sòl i desarrelament que, tot i que presenten processos incipients d'erosió associats a la cursa, el seu major greuge són els continus processos identificats, alguns d'ells, manifestats en tendències clares de fragmentació de l'hàbitat, agreujat pel fort pendent que presenta, i per la presència de zones embassades que donen lloc a la recerca de traces per evitar l'embassament, agreujant la fragmentació de l'hàbitat i la pèrdua de sòl.
- Observem a la figura 3 que el domini de tendències és potencial però corregible, destacant tan sols processos irreversibles de forma puntual que no afecten el sistema sempre que amb el pas del temps s'hi donin correccions i gestions.

Les tendències erosives associades als punts analitzats es relacionen amb l'ús i la cobertura vegetal de cada estació per obtenir informació sobre les seves tendències, així com l'alçada a que es troben. La manca d'un ús continu anual permet el procés de renaturalització, ja que la intensitat de la xarxa de camins del PNCM no és anual, a diferència d'altres camins mediterranis de més baixa cota.

A mode de conclusió, l'anàlisi de l'activitat de la cursa a través de 12 estacions, presenta poques zones vulnerables i

fràgils associades a l'activitat puntual de la competició, des d'un punt de vista erosiu. Els resultats obtinguts, tots en condicions climàtiques seques i sense canvis de temperatura ni precipitacions entre el primer i segon mostreig, mostren que la prova no ha provocat alteracions de caràcter greu. Principalment els canvis més destacables associats a la cursa es detecten en la compactació de sòl, amb petites pèrdues de sòl i trasllats de graves, que amb el pas del temps tendeixen, degut a la natura de cada estació i al usos que es donen al llarg de l'any, a la seva renaturalització. Com a punt erosiu significatiu trobem l'acceleració de processos de reptació de les tarteres i els descalçaments de talussos associats a camins encaixats sobre sòls per l'impacte dels bastons i per acceleracions de l'encaixament constant.

Per tant, amb els resultats exposats i associats a la Ultra Trail Cadí Moixeró, podem concloure que les curses, l'activitat puntual de l'activitat de la cursa, no generen impactes d'erosió significants, sinó que els majors impactes continus es poden atribuir a l'erosió associada a les activitats ordinàries i anuals, ja que les dades de pas de corredors s'estimen en 3 corredors cada 5' a partir dels 15 km de cursa. És per això que l'ús de la xarxa per diferents activitats i intensitats és el que genera l'erosió continuada de l'espai, amb majors taxes d'erosió i menor capacitat de renaturalització per l'ús i intensitat. Per tant és amb l'ús ordinari de la xarxa on calen aplicar estratègies de rehabilitació i de disseny nous senders o traces amb mesures de prevenció de l'erosió, per evitar que la major part del sòl es perdi.

Bibliografia

- Beeco, J. A., Hallo, J. C., Giumetti, G. W. 2013. The importance of spatial nested data in understanding the relationship between visitor use and landscape impacts. *Applied Geography*, 45: 147-157.
- Bodoque, J. M., Ballesteros-Cánovas, J. A., Rubiales, J. M., Perucha, M. Á., Nadal-Romero, E., Stoffel, M. 2017. Quantifying Soil Erosion from Hiking Trail in a Protected Natural Area in the Spanish Pyrenees. *Land Degradation & Development*, 28: 2255-2267.
- Farias-Torbidoni, E. I., Urbaneja, J. S., Ferrer, R., Dorado, V. 2018. Carreras de trail running y marchas por montaña en España. Número, evolución e incidencia sobre la Red Natura 2000. *Pirineos*, 173: 9-18.
- González-Hidalgo, J. C., Peña-Monné, J. L., de Luis, M. 2007. A review of daily soil erosion in Western Mediterranean areas. *Catena*, 71 (2): 193-199.
- Hawkins, J., Weintraub, M. N. 2011. The Effect of Trails on Soil in the Oak Openings of Northwest Ohio. *Natural Areas Journal*. 31 (4): 391-399.
- Knoth, C., Knechtle, B., Rüst, C. A., Rosemann, T., Lepers, R. 2012. Participation and performance trends in multistage ultramarathons-the 'Marathon des Sables' 2003-2012. *Extreme Physiology & Medicine*, 1 (1): 13.
- Meadema, F., Marion, J. L., Arredondo, J. & Wimpey, J. 2020. The influence of layout on Appalachian Trail soil loss, widening, and muddiness: Implications for sustainable trail design and management. *Journal Environmental Management*, 257: 109986.
- Nepal, S. K., Way, P. 2007. Characterizing and comparing backcountry trail conditions in Mount Robson Provincial Park,

- Canada. *Ambio*, 36 (5): 394-400.
- Newsome, D., Davies, C. 2009. A case study in estimating the area of informal trail development and associated impacts caused by mountain bike activity in John Forest National Park, Western Australia. *Journal of Ecotourism*, 8 (3): 237-253.
- Roig-Munar, F. X. & Cardona, J. 2013). *L'estudi dels processos erosius associats al Camí de Cavalls de Menorca, com a mesura de gestió i recuperació*. In: VI Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears. *Societat Història Natural de Balears*: 365-367.
- Salesa, A. & Cerdà, A. 2019. Four-year soil erosion rates in a runningmountain trail in eastern iberian peninsula. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 45: 309-331.
- Sterl, P., Brandenburg, C., Arnberger, A. 2008. Visitors' awareness and assessment of recreational disturbance of wildlife in the Donau-Auen National Park. *Journal for Nature Conservation*, 16 (3): 135-145.