

Memòria de l'excavació paleontològica al jaciment de l'Espinau (Cretaci Superior, La Noguera)

12-22 de setembre de 2017

Expedient 437 K121 N0003-073/2017-1-20742

Directors:

Víctor Fondevilla Moreu
Àngel Galobart Lorente
Novella Razzolini*

Projecte:

“Dinàmica ecològica de la darrera extinció en massa: el Pirineu com a laboratori fòssil”
2014-2017

Memòria finalitzada al maig de 2021

Víctor Fondevilla (text, dibuixos, muntatge de les figures, tractament de dades)

Àngel Galobart (revisió de versions del text, tractament de dades)

*No va poder ser present.

Taula de continguts

Introducció i antecedents.....	3
Context geogràfic i geològic del jaciment.....	5
Extracció de les peces.....	9
Discussió de resultats.....	10
Apunts sobre la fracturació i desarticulació de les restes i presència de falles al jaciment de l'Espinau.....	10
Descripció de la dent recuperada.....	14
Sobre les restes vegetals de l'Espinau.....	15
Conclusions.....	16
Referències.....	18
 Annex.....	 20

Introducció i antecedents

El jaciment cretàcic de l'Espinau representa una localitat paleontològica molt important tenint en compte el nombre de restes fòssils recuperades i la informació científica que ha aportat a la zona del Prepirineu. En aquest sentit, es tracta d'una gran acumulació d'ossos de dinosaures i altres grups (veure treballs que se citaran a continuació, en aquest apartat). El jaciment va ser descobert per un veí de la localitat de Tartareu (Les Avellanes i Santa Linya, La Noguera) en un camp al nord de l'esmentada localitat i del Torrent de l'Espinau, i a menys d'un quilòmetre del Corral de Canut (veure figures 1 i 2). Davant la importància potencial de la troballa, es van iniciar una sèrie d'intervencions els anys 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 i 2015 que de forma sistemàtica van permetre l'excavació de centenars de restes fòssils (617 sigles de camp fins al 2015), atribuïdes a dinosaures en la seva majoria. A més a més, la riquesa del jaciment queda demostrada per la gran quantitat de restes de microfòssils que s'han recuperat mitjançant rentat de sediments mostrejats. L'Espinau va ser declarat bé cultural d'interès nacional (BCIN), atesa la seva importància, l'any 2014 (veure DOGC 6644). Amb aquests antecedents d'intervencions, la campanya de 2017 (d'excavació i mostreig) partia amb els objectius d'acondicionar, preparar i preservar el jaciment per poder seguir excavant-lo aquell any i en futures campanyes; obrir front, i recuperar, documentar i conservar noves restes que poguessin aportar més informació sobre la paleontologia del jaciment, partint del fet que aquest no semblava haver-se esgotat en les anteriors excavacions. Finalment, es volia valorar el potencial que presentava el jaciment de cara a futures intervencions.

Els principals treballs publicats en revistes científiques d'àmbit internacional que descriuen el jaciment i el seu registre fòssil (especialment microfòssils) s'indiquen a continuació. Blanco et al. (2016) estudia el material de petits rèptils i amfibis de diversos jaciments del Prepirineu, incloent-hi l'Espinau. Els nombrosos peixos identificats a Blanco et al. (2017) afegixen importància al jaciment. Segons aquests autors, a l'Espinau s'hi han trobat restes pertanyents a faunes de peixos de diferents ambients, que van aportar claus per a poder interpretar l'ambient de formació del jaciment (veure apartat següent). Cal destacar també les restes de cocodrils trobades a l'Espinau (Blanco et al., 2020). A més a més, s'hi han identificat restes de caròfits i closques d'invertebrats (veure Fondevilla et al., 2017) i closques d'ou de dinosaure (veure Sellés i Vila, 2015; Sellés et al., 2014).

En aquesta memòria se situarà el jaciment, es descriurà la geologia, es comentarà la interpretació paleoambiental de l'Espinau, s'exposarà la metodologia d'excavació, i es discutiran alguns aspectes científics que es poden derivar de les restes recuperades en la intervenció duta a terme l'any 2017. Se seguirà la proposta filogenètica de Prieto-Márquez (2010).

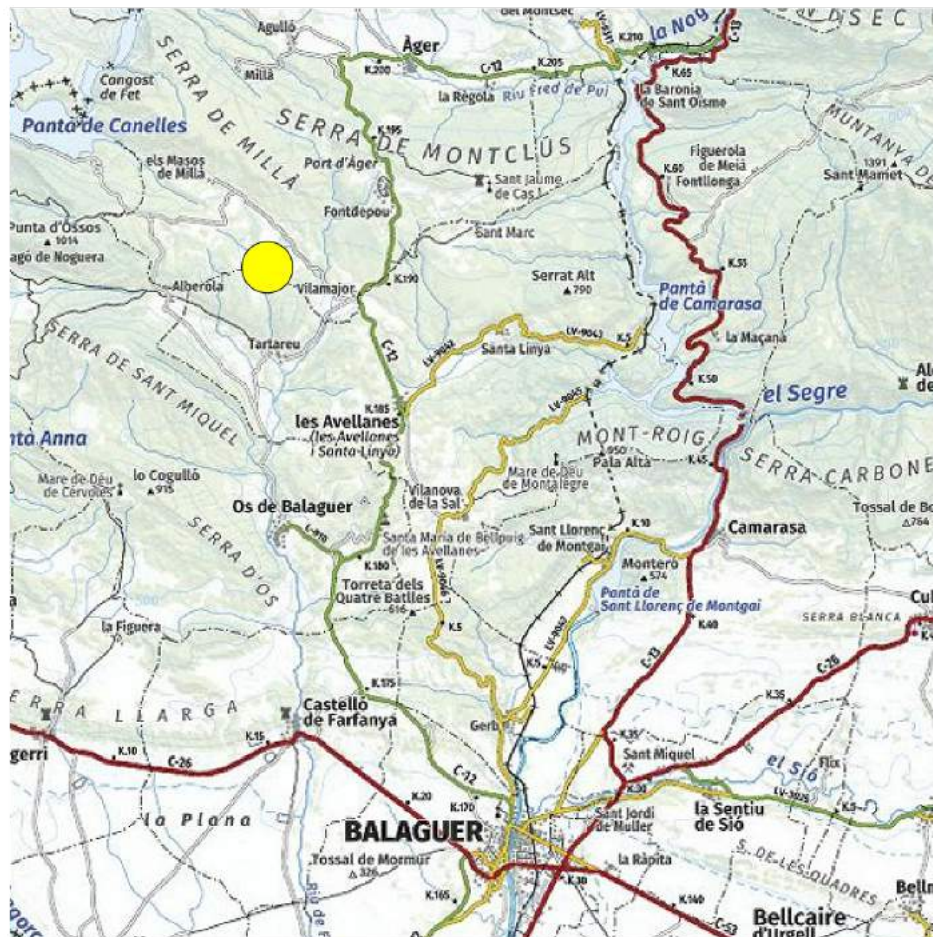


Figura 1: Situació geogràfica del jaciment (cercle groc). Mapa derivat del Mapa topogràfic de Catalunya 1:250.000 de l'[Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya](http://icc.cat) (ICGC), utilitzat sota una llicència [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). S'hi ha afegit el cercle utilitzant Inkscape 1.0.2-2. Obtingut amb l'opció Imprimir de Vissir3.33 (01-12-2020) de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (<http://icc.cat/vissir3/>). A la llegenda del mapa 1:250.000 disponible a Vissir3.33 consta l'edició de 2019. Consulta del 28 de febrer de 2021.

Context geogràfic i geològic del jaciment

L'Espinau és un jaciment que es troba a la comarca de la Noguera, al municipi d'Àger, i molt proper a la localitat de Tartareu (Figura 1 i 2) (localitat des de la qual s'hi accedeix per una pista que va cap al nord, fins arribar al Corral de Canut. La pista gira a l'est, i s'entra en el primer camp que queda a mà esquerra, al nord). L'àrea protegida inclou també part del municipi de les Avellanes i Santa Linya (veure DOGC 6644). Les coordenades UTM del punt fòssilífer són: 310043.0 Easting 4646484.7 Northing (ETRS89). L'alçada sobre el nivell del mar és: 741 m. (Dades obtingudes a partir de l'Ortofoto de Catalunya 1:5.000 de l'[Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya](#) (ICGC), sota una llicència [CC BY 4.0](#). Obtingudes a partir de Vissir3.33 (01-12-2020) de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, disponible a <http://icc.cat/vissir3/>). Vol 2018, edició 2019 (consulta del 9 d'abril de 2021).

A nivell geològic general, l'Espinau es troba en una zona d'unitats de roques d'edat cretàica compreses entre anticlinals i sinclinals i afectades per diverses falles (juntament amb altres roques terciàries, juràssiques i triàsiques). En aquesta zona, destaquen l'anticlinal de Millà i el sinclinal de Blancafort al nord del jaciment, i el sinclinal d'Os de Balaguer al sud. També és proper al diapir de les Avellanes, al sud-est. A la zona hi ha també diversos dipòsits quaternaris (Cirés i Fortuny et al., 2008).

El lloc fòssilífer està situat en unes margues incloses en uns afloraments de les fàcies Garumnianes (veure Cirés i Fortuny et al., 2008). Estratigràficament, uns metres per sota del nivell fòssilífer principal (Figura 2, a l'est del jaciment) hi ha una unitat de calcàries grises d'origen lacustre, en connexió amb l'ambient marí (Cirés i Fortuny et al., 2008).

Les característiques estratigràfiques principals de l'Espinau es descriuen a continuació. El nivell de margues mesura uns 40 cm, tot i que localment pot assolir entre 20-60 cm de gruix (Figura 3), i conté la majoria de restes fòssils (i alguns clasts carbonàtics) a la seva base (però també a la part central i superior del nivell en una tendència de mida generalment decreixent), flotant dins de la matriu de sediment (és a dir, no acumulades a la base del nivell). Molts fòssils apareixen amb pàtines i crostes grises. El nivell de margues grises passa a un nivell de margues ocre d'un metre

i mig d'espessor que és més o menys transicional amb el nivell fossilífer gris (té motejats del mateix color que les margues grises, i conté algunes restes d'ossos i nòduls), i el segueix un nivell vermell amb petites coloracions ocre i nòduls. Per sobre, a uns metres al sud del jaciment, apareixen margues grises i dos nivells de calcàries de poca potència, el superior dels quals presenta bioturbació. Sobre aquestes calcàries, la successió estratigràfica continua amb argiles i gresos. Extret de Fondevilla et al. (2017). A la zona del jaciment, aquests últims nivells són difícils d'observar a causa del creixement vegetal (Figura 2, oest).



0 50 100 150m

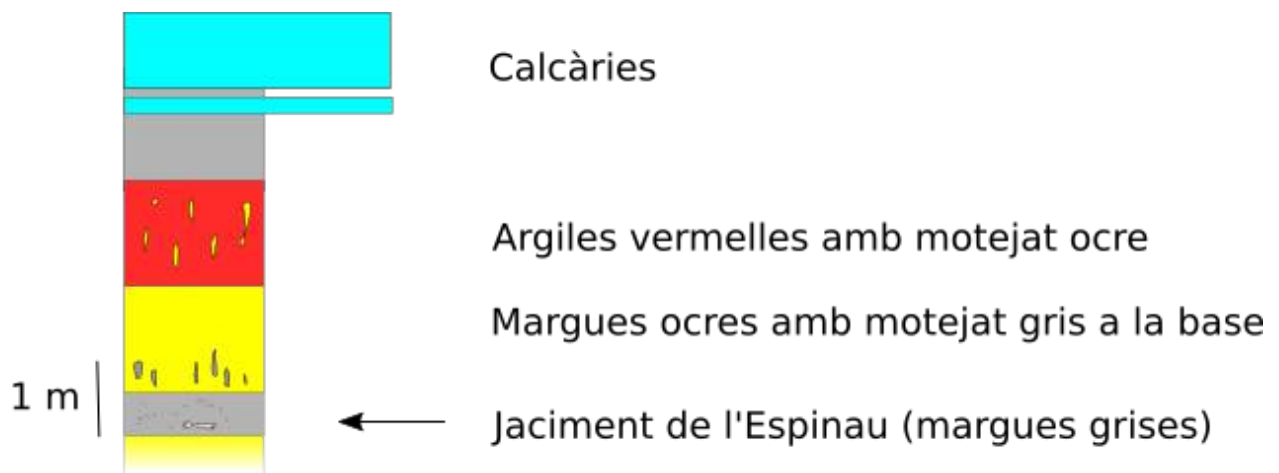


Figura 2: El jaciment de l'Espinau indicat amb un cercle groc al marge del camp. Informació geològica segons Cirés i Fortuny et al. (2008), Fondevilla et al. (2017) i observacions pròpies. El límit entre la unitat de calcàries (est) i les fàcies d'argiles, gresos i calcàries (oest) es troba situat aproximadament al camp de l'est del jaciment (seguint Cirés i Fortuny et al., 2008 i observacions pròpies). Les edificacions que es veuen al sud-oest són el Corral de Canut. Mapa derivat de l'Ortofoto de Catalunya 1:5.000 de l'[Institut Cartogràfic i](#)

[Geològic de Catalunya](#) (ICGC), utilitzat sota una llicència [CC BY 4.0](#). S'hi ha afegit el cercle i la informació de les litologies mitjançant Inkscape 1.0.2-2. Obtingut amb l'opció Imprimir de Vissir3.33 (01-12-2020) de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (<http://icc.cat/vissir3/>). Ortofoto vol 2018, edició de 2019 (consulta del 28 de febrer de 2021).

La fauna de microvertebrats de peixos (amb representants d'aigües de diferents salinitats) descrita a Blanco et al. (2017) va permetre a aquests autors interpretar el jaciment com una zona amb barreja d'aigües situada a la costa. El treball de Fondevilla et al. (2017) va aportar evidències addicionals, com ara geoquímica de carbonats (relacions isotòpiques del carboni i l'oxigen) i dades de caròfits, que estaven en sintonia amb l'esmentada interpretació de l'Espinau com a jaciment costaner. Tal i com proposen aquests últims autors, l'acumulació d'ossos de dinosaures del jaciment hauria patit un transport.

Les dades de Fondevilla et al. (2017) permeten datar el jaciment com a Maastrichtià, entre els 69-70 milions d'anys (Cretaci Superior terminal).



Per sota, nivells de calcàries grises

Figura 3: Columna del jaciment de l'Espinau. Una versió d'aquesta columna va aparèixer publicada a Fondevilla et al. (2017). S'ha dibuixat de nou per a la present memòria utilitzant les dades pròpies. Es mostra la potència màxima del nivell fossilífer gris. La potència del nivell vermell i de les margues grises que hi ha a sobre és aproximada, ja que són difícils de calcular al jaciment. Per sobre de les calcàries de la part superior de la columna apareixen nivells d'argiles i gresos (veure text). Les calcàries que s'esmenten per sota del jaciment (després d'un interval cobert que no s'ha representat) es corresponen a les calcàries que apareixen a l'est, veure figura 2. Dibuix fet amb Inkscape 1.0.2-2.

A la planimetria de la Figura 4 s'hi pot veure com les restes estan escampades al llarg del nivell fossilífer, però no acumulades formant agrupacions o bosses de fòssils. Les dues restes de més al nord estan més separades de la resta. També s'hi ha representat de forma aproximada la falla que afecta una de les restes (veure apartat de discussió).

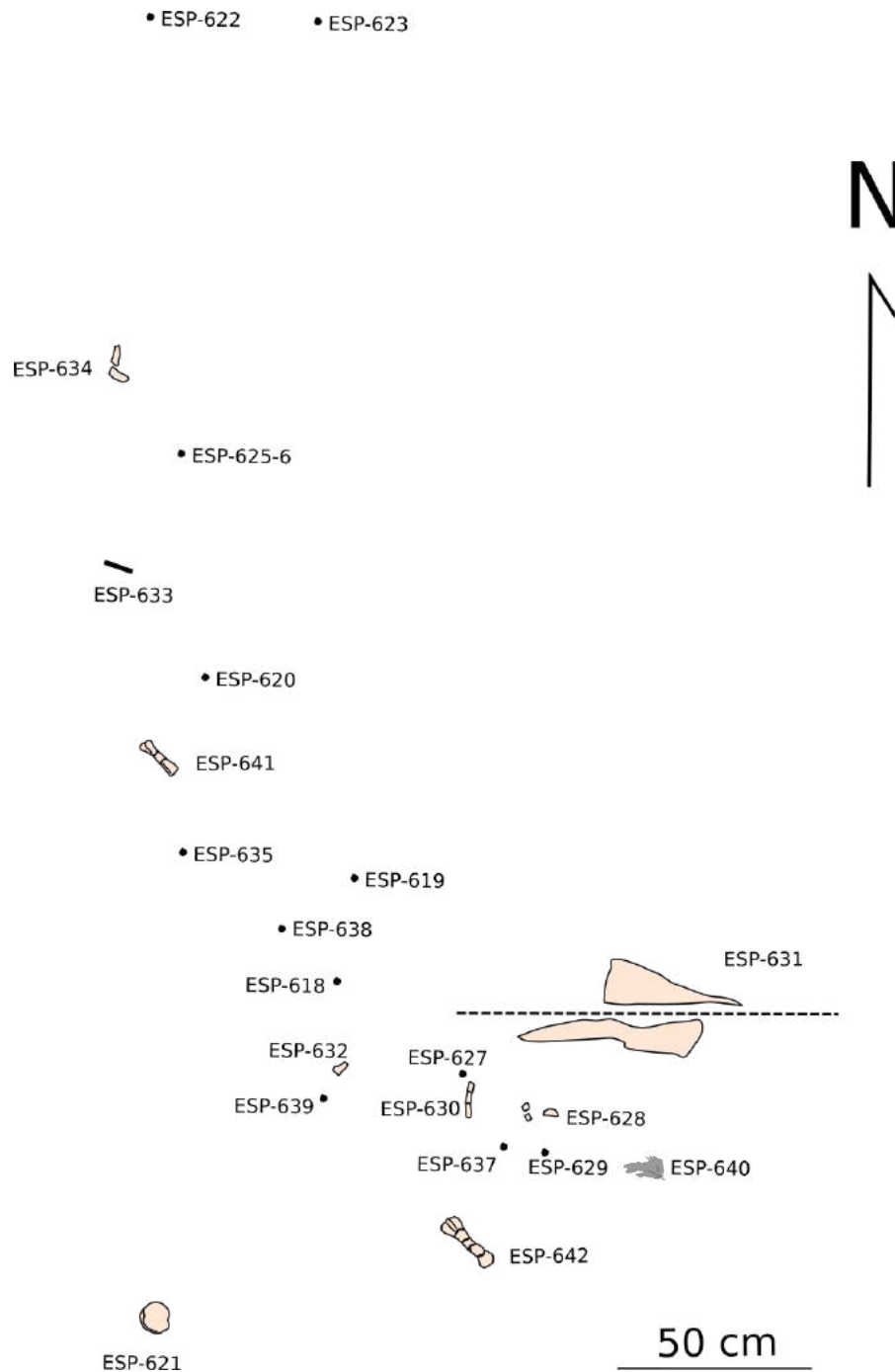


Figura 4: Planimetria de la campanya d'excavació feta amb dades de l'estació total Trimble. Els elements de menor mida i forma poc identificable o que no tenen fotografia de camp s'han representat com a punts negres o línies. S'ha representat el traçat aproximat de la falla que afecta la resta ESP-631 (línia discontinua). Es pot comparar amb la figura 7. La forma de les peces de més entitat s'ha traçat amb

Inkscape 1.0.2-2 resseguint els contorns i elements dels fòssils usant les fotografies de Violeta Hortas. La figura s'ha preparat utilitzant el mateix programa. La silueta de la resta ESP-640 no està orientada. La situació i orientació d'ESP-621 són aproximades (va aparèixer durant l'activitat de la màquina). De la resta ESP-633 no es disposa de fotografia de camp. Les restes ESP-624 i ESP-636 no estan coordinades. ESP-625 i ESP-626 comparteixen coordinada. L'escala horitzontal és aproximada. S'han utilitzat els programes Menu2000 v1.5.7 (per canviar el format de les dades obtingudes de l'estació total) i Blender 2.92.0 (per generar una visualització espacial de les dades que pogués ser utilitzada per dibuixar els ossos amb Inkscape 1.0.2-2).

Extracció de les peces

El 12 de setembre es van iniciar les tasques d'acondicament del front d'excavació i neteja dels voltants del jaciment amb màquina per fer aflorar nivell fòssilífer. Es va obrir nova superfície que permetia un major accés al nivell. A partir del 18, es va obrir i destapar el nivell (a cada excavació es cobreix amb plàstic i terra en finalitzar), i es van seguir mètodes clàssics d'excavació (Figura 5) a mesura que s'anaven descobrint restes fòssils seguint el següent procediment general:

- Excavació del sediment utilitzant eines com ara picoles, pics, pales, paletes, aixades, martellets de plàstic, maces, escobres i cabassos.
- Delimitació de les restes trobades (amb eines com ara punxons, tornavisos o pinzells) per reduir la quantitat de sediment que les envolta (o eliminar-lo completament) i poder extreure-les amb facilitat. Excepcionalment, ús de bisturí.
- Consolidació de les restes a mesura que anaven quedant visibles a la superfície amb Paraloid B-72 dissolt en acetona 5-10%. En alguns casos, s'utilitzava pegament soluble.
- Documentació fotogràfica de les restes i siglat de camp.
- Abans de l'extracció, es georeferenciaven les restes mitjançant l'ús d'una estació total.
- Extracció i embolcall amb paper de plata (quan les restes eren petites i més o menys compactes, encara que presentessin fractures perpendiculars a l'eix llarg de l'os).
- En els casos d'ossos grans i/o que presentaven una evident fragilitat, es van preparar *mòmies* o embolcalls d'escaiola, aplicada sobre paper de plata que recobreix l'os (i part del sediment que l'envolta) i reforçada amb fibres de ràfia. Abans, s'extreu part del sediment que envolta l'os fins deixar només una petita unió a la part inferior (estructura de bolet), que

facilita l'extracció un cop l'embolcall esdevé rígid. Un cop endurit, normalment es trenca la unió del sediment fent palanca amb tornavisos.

- Protecció de l'excavació amb plàstic en finalitzar cada jornada.
- Es va guardar sediment en sacs, que van ser transportats al Museu de la Conca Dellà per al seu posterior rentat. El triatge i siglat de les peces extretes per aquest procediment no s'inclou en la present memòria.
- Finalment, en acabar la campanya, es va tancar l'excavació. El jaciment quedava llest per a futures intervencions.

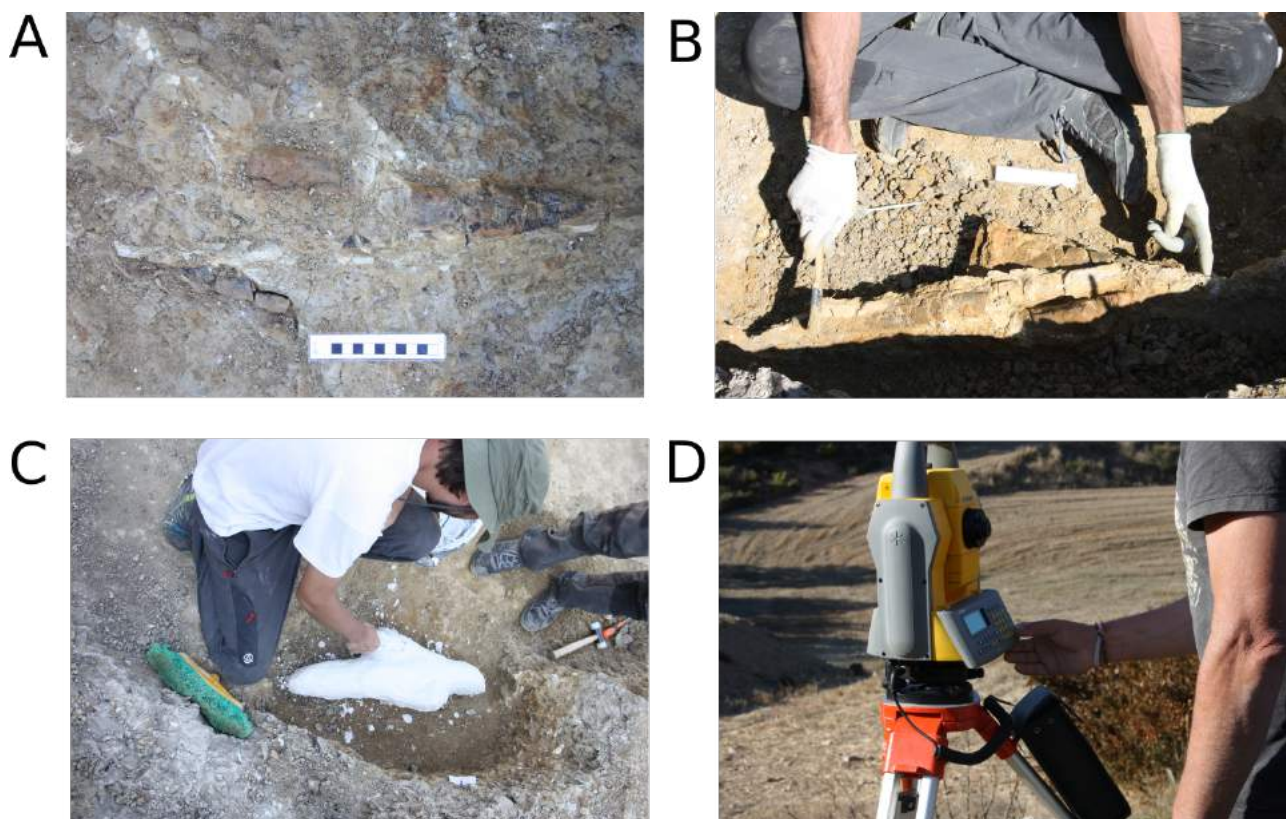


Figura 5: Metodologia d'excavació. A, inicis de la delimitació. S'ha aplicat Paraloid per consolidar el fòssil (es veu un to més fosc sobre el fòssil). B, tasques de delimitació. C, mòmia. D, georeferenciació de les restes abans de l'extracció. Fotografies de Violeta Hortas Aliaga. Figura preparada amb Inkscape 1.0.2-2.

Discussió de resultats

Apunts sobre la fracturació i desarticulació de les restes i presència de falles al jaciment de l'Espinau

Una anàlisi anterior de la fracturació de les restes d'ossos recuperades al jaciment (especialment

aquelles observades en ossos llargs) va mostrar que la major part de les peces (principalment aquelles allargades) presentava fractures perpendiculars a l'eix llarg de l'os (veure Fondevilla et al., 2017). Aquestes fractures apareixen en intervals o espaiats més o menys regulars. Galobart (2003) esmenta que aquest tipus de fracturació està relacionat principalment amb la fase de la diagènesi (i no estaria deguda, en general, a trencaments *post-mortem* o per processos pre-enterrament). Aquesta tipologia de trencament s'ha seguit identificant a l'excavació del 2017 en els ossos llargs (veure planimetria de la Figura 4, Figura 6, i també Figura 5B).

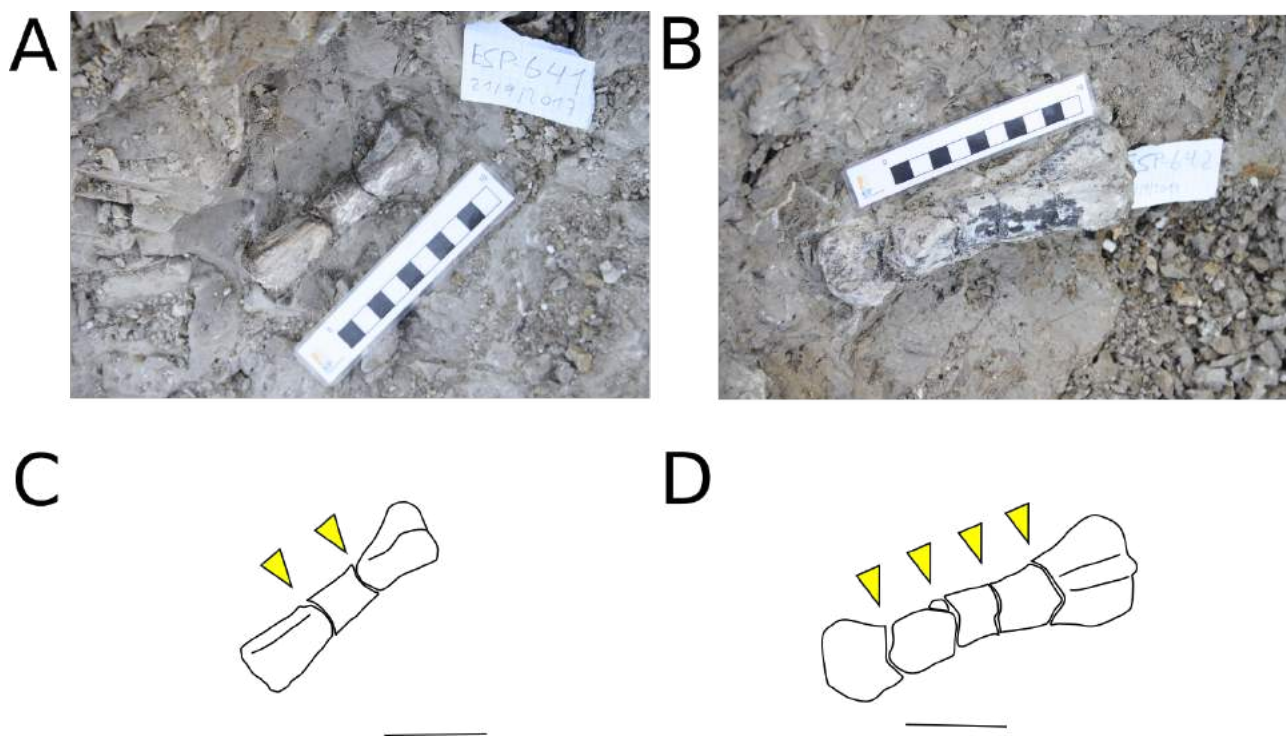


Figura 6: Exemples de fractures perpendiculars a l'eix llarg en ossos d'hadrosauroïdeu. A, metàpode ESP-641. B, metàpode ESP-642. Fotografies de Violeta Hortas Aliaga. C i D, dibuix que permet distingir les fractures. Aquestes s'han assenyalat amb els triangles grocs. Les línies rectes horitzontals representen aproximadament 5 cm. Com a nota addicional, és possible veure una pàtina gris clara al voltant dels ossos, fet comú a l'Espinau. C i D es corresponen a dibuixos fets resseguint contorns i elements dels fòssils amb Inkscape 1.0.2-2 usant les fotografies. Figura preparada amb el mateix programa.

Fins a l'excavació de l'any 2017 no s'havien tingut gaire en compte els efectes de la deformació fràgil de roques al jaciment de l'Espinau. Ara bé, la troballa de la peça ESP-631 durant l'excavació del 2017 va ampliar la informació sobre aquest aspecte. Aquesta resta s'ha identificat com una tíbia de dinosaure hadrosauroïdeu dividida en dues parts, atravesada per una vena de calcita (Figura 7). Una observació minuciosa permet veure que hi ha hagut un desplaçament relatiu força important a nivell de jaciment de les dues meitats de la tíbia, d'uns 50 cm. D'aquesta manera, es

pot interpretar la vena de calcita com el reompliment d'una esquerda que va provocar un moviment relatiu de dos blocs de roca, és a dir, una petita falla. Aquesta troballa dona més pistes sobre l'afectació de processos de deformació a l'Espinau, i incrementa la informació disponible de cara a tractar futures venes de calcita que hi puguin aparèixer. Com mostra l'exemple de 2017, hi ha fractures de relativa importància al jaciment que poden haver partit i desplaçat fragments d'ossos, cosa que pot guiar els/les excavadors/es quan es trobin noves venes de calcita (per exemple, si es troba una meitat d'un os atravesada per una vena de calcita, els/les excavadors/es poden sospitar que l'altra meitat pot aparèixer a prop, fet que pot guiar l'estratègia d'excavació).

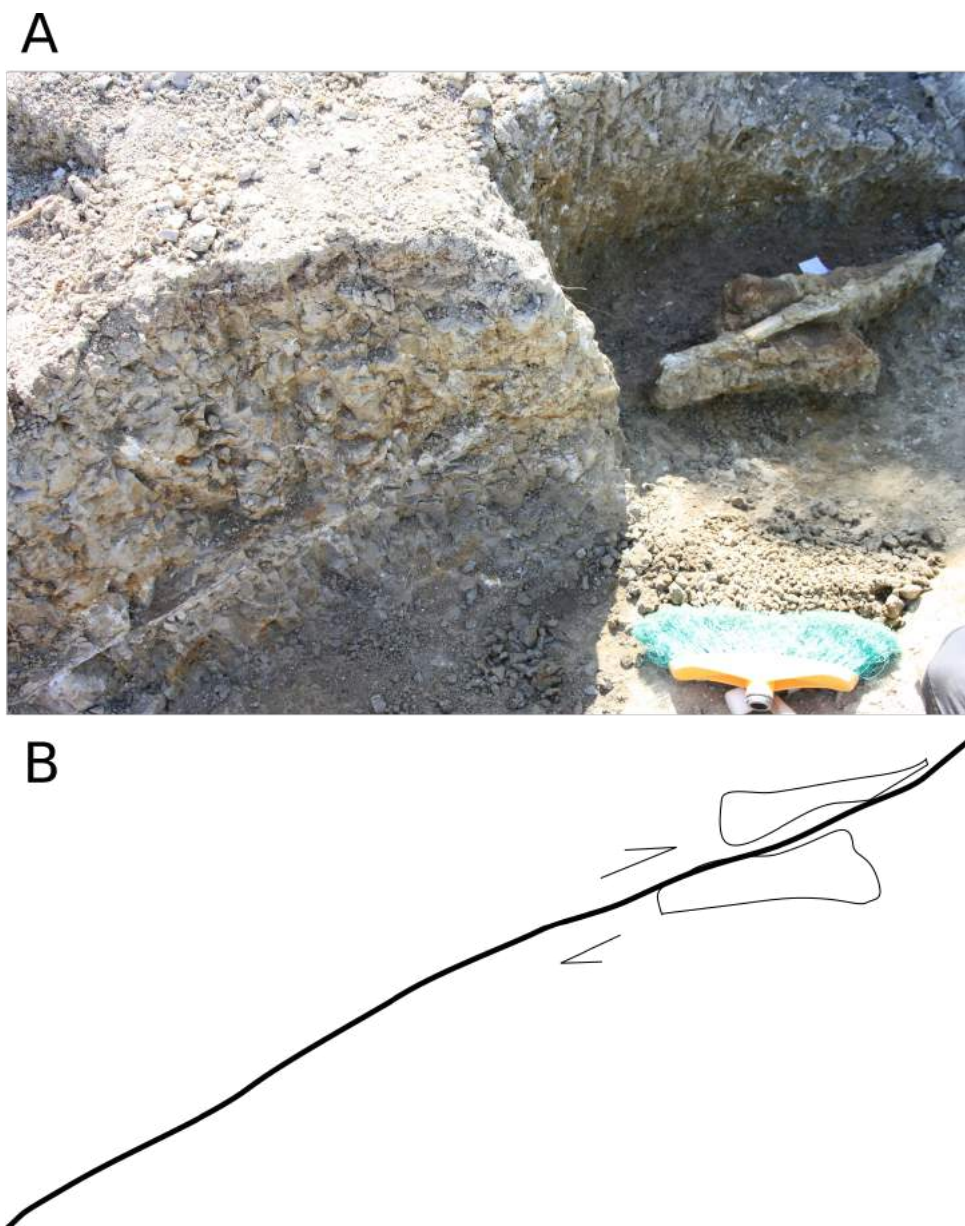


Figura 7: A, falla vista en perspectiva (visible per la vena de calcita), que afecta el fòssil ESP-631 i s'estén

pel nivell gris. B, interpretació de la imatge amb indicació del moviment relatiu dels blocs. Fotografia A de Violeta Hortas Aliaga. Dibuix B fet amb Inkscape 1.0.2-2 resseguint contorns i elements a partir de la fotografia. Figura preparada amb el mateix programa.

Gairebé la meitat de les restes atribuïdes a hadrosauroïdeus es van identificar al camp durant la campanya de 2017 i en aquesta memòria com a apòfisis o centres vertebrals (Taula 1, Figura 8, veure també annex). De les 15 restes considerades com a pertanyents al grup dels hadrosauroïdeus, tres representarien vèrtebres i quatre serien apòfisis. La desarticulació que generalment s'observa entre els centres vertebrals i les apòfisis podria estar causada pel transport que haurien patit els ossos (veure apartat de Context geogràfic i geològic), però com ja s'apunta i proposa a Fondevilla et al. (2017), si bé aquest procés podria haver causat fractures, probablement la majoria de restes d'hadrosauroïdeu ja estarien desarticulades abans de produir-se el transport cap al lloc de dipòsit definitiu que representa l'actual jaciment.

Taula 1: Número d'elements considerats com a vèrtebres, apòfisis i altres restes d'hadrosauroïdeus durant la campanya de 2017 i en aquesta memòria.

Vèrtebres	Apòfisis	Altres restes d'hadrosauroïdeu
3	4	8

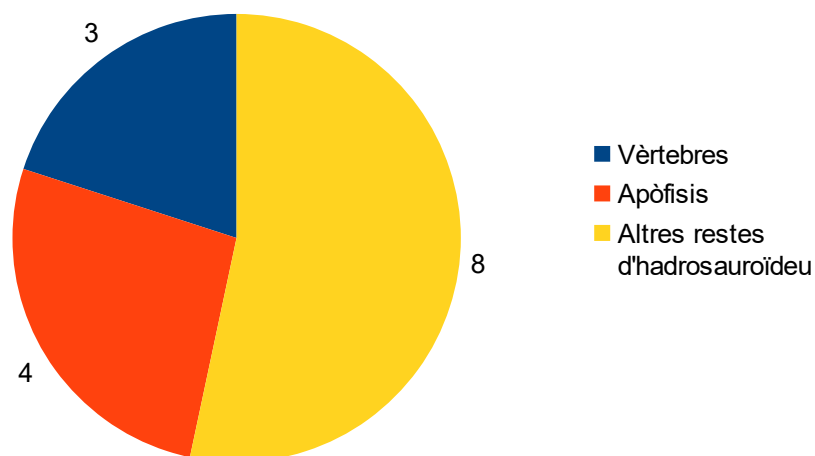


Figura 8: Gràfic de vèrtebres, apòfisis i altres restes recuperades atribuïdes a hadrosauroïdeus durant l'excavació del 2017 i en aquesta memòria. La resta ESP-623 s'ha comptat com a apòfisi. Destaca que

gairebé la meitat serien vèrtebres i apòfisis. Veure Annex.

Descripció de la dent recuperada

Les restes recuperades l'any 2017 no són molt nombroses, i sovint es corresponen a peces de difícil determinació o que no han pogut ser identificades en la present memòria (veure annex). A més a més, hi ha material pendent de restauració. No obstant això, a més a més de la tibia afectada per la falla (ESP-631) comentada en l'apartat anterior i que ha aportat informació destacable en aquesta memòria, es va trobar una dent aïllada (no articulada amb cap os dentari) d'hadrosauroïdeu que aporta dades interessants i que pot ser descrita (tot i que amb limitacions) i interpretada.

A través de la Figura 9, es pot observar que aquesta dent desarticulada (ESP-637) mostra una morfologia de rombe o hexàgon aplanat lateralment. Malauradament, està fracturada en dos dels seus extrems. Té una mida d'1,5 cm de llarg (probablement superaria els 2 cm si estigués sencera) i aproximadament un cm d'ample. Presenta una cresta prominent que abasta tota la part conservada la dent recorrent l'eix llarg. Aquesta cresta s'ha trobat en hadrosauroïdeus (per exemple, veure Fondevilla et al., 2018, i Prieto-Márquez, 2010). A més a més, si ens fixem en la fotografia de la Figura 9, a banda i banda d'aquesta cresta se'n poden observar dues més de menor importància i més estretes que discorren de forma paral·lela a la central (Figura 9). El fet que la dent està escapçada pel seu àpex i per la seva base impossibilita determinar si les crestes paral·leles a la central abasten tota la longitud de la dent o no. Aquesta característica de crestes estretes a banda i banda de la central és compatible (basant-nos en la informació disponible conservada a la dent) amb la consideració que la dent ESP-637 pugui pertànyer al clade dels lambeosaurins (veure Prieto-Márquez, 2010). Si aquest fet es confirmés amb altres dades i troballes i es pogués considerar que almenys alguns dels fòssils d'hadrosauroïdeu del jaciment pertanyen als lambeosaurins, s'aportarien noves evidències a la llista de restes d'aquest grup durant el Cretaci terminal dels Pirineus (veure exemples a Prieto-Márquez et al., 2013 i Fondevilla et al., 2018). A més a més, la dent presenta característiques addicionals. A partir de l'observació de la imatge, sembla que al costat d'una de les dues crestes més petites hi ha una cresta addicional més curta que discorre paral·lela (Figura 9).

A**B**

Figura 9: A, imatge de la resta fòssil ESP-637, corresponent a una dent d'hadrosauroïdeu. B, interpretació de la resta a partir de la imatge. En gris fosc, s'hi ha representat la cresta central, i les línies més primes corresponen a les crestes de menor mida interpretades. La línia recta horitzontal representa aproximadament 1 cm. Fotografia A de Violeta Hortas Aliaga. Dibuix B fet amb Inkscape 1.0.2-2 resseguint contorns i elements del fòssil a partir de la fotografia. Figura preparada amb el mateix programa.

Sobre les restes vegetals de l'Espinau

El nivell fòssilífer gris de l'Espinau mostra abundants restes carbonitzades de color negre que, molt probablement, representen restes vegetals acumulades durant la formació del jaciment (veure exemples d'això a la Figura 9A i la Figura 10A). Apareixen flotant dins de la matriu de sediment o, de vegades, a la base del nivell fòssilífer. L'any 2017 es va recuperar una mostra amb

una morfologia similar a una fulla (ESP-640). A simple vista, però, és difícil observar estructures o patrons que confirmin la naturalesa d'aquesta resta. Amb tot, les restes vegetals de fulles no són un fenomen inexistent en els jaciments del Maastrichtià de Catalunya (per exemple, el jaciment d'Isona Sud, veure Marmi, 2016), de manera que no es pot descartar que ESP-640 sigui realment una fulla. Això obre la porta a trobar altres possibles restes d'aquest tipus en futures intervencions.

Conclusions

El material excavat durant la campanya d'excavació de l'any 2017 no és gaire nombrós, però aporta dades interessants de cara a entendre millor aquest jaciment del Cretaci terminal (Maastrichtià) de la Noguera. Després d'aquesta intervenció, s'ha arribat a les 642 sigles de camp en total. A més a més, es va constatar que el nivell fossilífer encara no s'havia esgotat en acabar la intervenció.

S'ha recuperat una dent aïllada tot i que no completa (ESP-637), que apunta que hi podria haver hadrosauroïdeus del clade dels lambeosaurins a l'Espinau. També s'ha trobat una peça (ESP-631) que aporta dades sobre les venes de calcita observades al jaciment i que ha permès documentar millor l'existència de deformació fràgil a l'Espinau. Finalment, la troballa d'una possible resta vegetal amb una forma que recorda a una fulla obre la possibilitat de trobar més restes d'aquest tipus i documentar millor l'escenari global del jaciment de l'Espinau, que si bé és ric en fòssils de dinosaure, altra fauna associada i caròfits (veure treballs citats en la Introducció i antecedents), no ha proporcionat gaire dades sobre altres restes vegetals.

El material que ja s'ha restaurat es troba dipositat al Museu de la Conca Dellà. De cara al futur, queden pendents de revisar discrepàncies en les assignacions taxonòmiques i en el siglat de l'etiquetatge d'aquest material. Per exemple, la peça ESP-618, considerada en aquesta memòria com a os indeterminat, podria correspondre's amb una placa dèrmica de tortuga (MCD-8682).

A



B



Figura 10: Possible resta de fulla (ESP-640). A, imatge de la resta. A més a més de la possible fulla, a la mostra s'hi observen elements puntuals foscos que representarien altres restes vegetals carbonitzades. B, interpretació de la resta a partir de la fotografia. La línia recta de la part inferior de la imatge es correspon aproximadament amb 5 cm. Fotografia A de Violeta Hortas Aliaga. Dibuix B fet amb Inkscape 1.0.2-2 resseguint contorns i elements de la fotografia. Figura preparada amb el mateix programa.

Referències

Blanco, A., Bolet, A., Blain, H. A., Fondevilla, V., Marmi, J. (2016). Late Cretaceous (Maastrichtian) amphibians and squamates from northeastern Iberia. *Cretaceous Research*, 57, 624-638. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2015.07.005>

Blanco, A., Szabó, M., Blanco-Lapaz, À., Marmi, J. (2017). Late Cretaceous (Maastrichtian) Chondrichthyes and Osteichthyes from northeastern Iberia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 465, 278-294. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2016.10.039>

Blanco, A., Puértolas-Pascual, E., Marmi, J., Moncunill-Solé, B., Llácer, S., Rössner, G. E. (2020). Late Cretaceous (Maastrichtian) crocodyliforms from north-eastern Iberia: a first attempt to explain the crocodyliform diversity based on tooth qualitative traits. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 189(2), 584-617. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlz106>

Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya núm 6644. 16-06-2014. Acord GOV/87/2014, del 10 de juny, pel qual es declaren bé cultural d'interès nacional, en la categoria de zona paleontològica, els jaciments de vertebrats de la Noguera, que inclouen els jaciments de la Mata de Viudà (Àger), de l'Espinau (Àger – les Avellanes i Santa Linya), de la Massana, de la Masia de Marull i de la Carretera del Doll (Camarasa), de Peralba (Vilanova de Meià) i de la Vall d'Ariet (Artesa de Segre). Departament de Cultura. CVE-DOGC-A-14161149-2014. <https://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/6644/1359826.pdf>
Consulta del 9-4-2021.

Fondevilla, V., Vicente, A., Battista, F., Sellés, A. G., Dinarès-Turell, J., Martín-Closas, C., Anadón, P., Vila, B., Razzolini, N.L., Galobart, À., Oms, O. (2017). Geology and taphonomy of the L'Espinau dinosaur bonebed, a singular lagoonal site from the Maastrichtian of South-Central Pyrenees. *Sedimentary Geology*, 355, 75-92. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2017.03.014>

Fondevilla, V., Dalla Vecchia, F. M., Gaete, R., Galobart, À., Moncunill-Solé, B., Köhler, M. (2018).

Ontogeny and taxonomy of the hadrosaur (Dinosauria, Ornithopoda) remains from Basturs Poble bonebed (late early Maastrichtian, Tremp Syncline, Spain). PLoS one, 13(10), e0206287. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206287>

Galobart, À. (2003). Aspectos tafonómicos de los yacimientos del Pleistoceno inferior de Incarcal (Crespià, NE de la Península Ibérica). Paleontologia i Evolució, 34, 211-220.

Mapa geològic 1:25.000 full Àger:

Direcció i coordinació del projecte: Cirés i Fortuny, J., Berástegui Batalla, X. Gestió SIG: Ana Isabel de Paz Magaz. Autors: Picart i Boira, J. -supervisió del full-, Saula i Briansó, E. -geologia estructural i geologia del Mesozoic, Oligocè i Quaternari-, Samsó i Escolà, J.M. -geologia del Paleogen-, Linares i Santiago, R. -datacions de travertins-, Roqué i Pau, C. -datacions de travertins-. Col·laborador: Rosell i Sanuy, J. (2008). Mapa Geològic de Catalunya 1:25000. Àger. 327-2-1 (64-25). Institut Geològic de Catalunya. Institut Cartogràfic de Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya.

[CC BY 4.0](#)

Web mapes geològics 1:25000: <https://www.icgc.cat/Administracio-i-empresa/Descarregues/Cartografia-geologica-i-geotematica/Cartografia-geologica/GT-I.-Mapa-geologic-1-25.000> Darrera consulta del 14-04-2021.

Marmi, J. 2016. Taxonomic revision of the J. Vicente collection dicotyledon leaves from the lower Maastrichtian of Isona (northeastern Iberia). Treballs del Museu de Geologia de Barcelona, 22, 57-100. <https://doi.org/10.32800/tmgb.2016.22.0057>

Prieto-Márquez, A. (2010). Global phylogeny of Hadrosauridae (Dinosauria: Ornithopoda) using parsimony and Bayesian methods, Zoological Journal of the Linnean Society, 159, 2, 435-502. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2009.00617.x>

Prieto-Márquez, A., Dalla Vecchia, F. M., Gaete, R., Galobart, À. (2013). Diversity, relationships, and biogeography of the lambeosaurine dinosaurs from the European Archipelago, with description of the new aralosaurin *Canardia garonnensis*. PLoS One, 8(7), e69835.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069835>

Sellés, A. G., Vila, B., Galobart, À. (2014). Diversity of theropod ootaxa and its implications for the latest Cretaceous dinosaur turnover in southwestern Europe. *Cretaceous Research*, 49, 45-54. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2014.02.004>

Sellés, A. G., Vila, B. (2015). Re-evaluation of the age of some dinosaur localities from the southern Pyrenees by means of megaloolithid oospecies. *Journal of Iberian Geology*, 41(1), 125. https://doi.org/10.5209/rev_JIGE.2015.v41.n1.48659

Programari específic

Al-top topografia. Madrid, Barcelona. Menu 2000 v1.5.7. Disponible a <https://www.al-top.com/>
Darrera consulta de l'enllaç del 28-05-2021.

Blender Foundation, Blender Institute, Amsterdam. Blender HQ, Blender Online Team, Comunitat de desenvolupadors i contribuents de Blender. Blender 2.92.0. 24-02-2021. Disponible a <https://www.blender.org/> Darrera consulta de l'enllaç del 28-05-2021.

Inkscape Project, Inkscape developers i contribuents d'Inkscape. Inkscape 1.0.2-2. 15-01-2021. Disponible a <https://inkscape.org/> Darrera consulta de l'enllaç del 28-05-2021.

Annex

Taula 2: Llistat de material extret durant la campanya de 2017. La sigla ESP ve d'Espinau.

Sigla	Element considerat en aquesta memòria (basat en la identificació de camp i les imatges de camp)	Grup interpretat en aquesta memòria
ESP-618	Os indeterminat	Desconegut

ESP-619	Os petit pla indeterminat	Desconegut
ESP-620	Fragments de costella	Hadrosauroïdeu
ESP-621	Centre vertebral de grans dimensions (no trobat complementament in situ)	Hadrosauroïdeu
ESP-622	Vèrtebra	Hadrosauroïdeu
ESP-623	Apòfisi + vèrtebra?	Hadrosauroïdeu
ESP-624	Os indeterminat robust (no coordinat)	Desconegut
ESP-625	Os indeterminat	Desconegut
ESP-626	Os de peix	"Peix" indeterminat
ESP-627	Vèrtebra caudal	Hadrosauroïdeu
ESP-628	Apòfisi	Hadrosauroïdeu
ESP-629	Possible os d'ocell	Au?
ESP-630	Os llarg (metàpode?)	Hadrosauroïdeu
ESP-631	Tíbia	Hadrosauroïdeu
ESP-632	Apòfisi transversal	Hadrosauroïdeu
ESP-633	Tendó ossificat	Hadrosauroïdeu
ESP-634	Apòfisi	Hadrosauroïdeu
ESP-635	Os indeterminat	Desconegut
ESP-636	Falange (apareguda en sediment remogut, no coordinada)	Hadrosauroïdeu
ESP-637	Dent	Hadrosauroïdeu
ESP-638	Os indeterminat	Desconegut
ESP-639	Os indeterminat	Desconegut
ESP-640	Resta vegetal de fulla?	Planta
ESP-641	Metàpode	Hadrosauroïdeu
ESP-642	Metàpode	Hadrosauroïdeu