

DISZIPLINA ANITZEKO KANPAMENTUA (1)

Arroka sedimentarioak – Covarrubias



Arrate Azkune Miyar, Ane Ibarzabal Galarza eta Erik Isasmendi Mata

Disziplina anitzeko kanpamentua, Geologia (31)

2016/02/03

AURKIBIDEA

| | |
|--|----|
| Laburpena | 3 |
| Abstract | 3 |
| Sarrera:..... | 4 |
| Kokapen geografikoa:..... | 4 |
| Kokapen geologikoa: | 5 |
| Unitate litoestratigrafikoak: | 6 |
| Kanbriarreko kuartzoarenitak: | 6 |
| Behe Triasikoko ortokonglomeratuak:..... | 7 |
| Erdi-Goi Triasikoko buztinak: | 8 |
| Jurasikoko tupa eta kareharriak:..... | 9 |
| Jurasikoko kareharri eta parakonglomeratuak: | 12 |
| Behe Kretazeoko tupak: | 14 |
| Goi Albiarreko parakonglomeratu eta hareak: | 16 |
| Goi Kretazeoko kareharriak:..... | 17 |
| Konglomeratu post-alpinoak:..... | 18 |
| Tektonika:..... | 19 |
| Eboluzio geologikoa: | 21 |
| Ondorioak:..... | 25 |
| Zutabe estratigrafikoak: | 26 |
| Zehar-ebakiak:..... | 29 |
| Mapa geologikoa: | 32 |
| Korrelazioa:Erreferentziak: | 33 |
| Erreferentziak:..... | 34 |
| Bibliografia: | 35 |

Laburpena

Aztertutako eremuetan, Mazueco, Torrelara, Cubillejo eta Rupelo, Kanbriarretik metakin post-alpinoetaraino geruza segida bat ikertu ahal izan da, horrekin Cameros arroan segida bat esleituz. Arro hau, Iberiar mendikatearen ipar-mendebaldean kokatuta dago eta Bizkaiko Golkoaren sorrerarekin hasi zen, potentzia handiko sedimentu segida bat emanez.

Segida ez-jarrai bat behatu daiteke globalki, Mesozoikoan zehar jarraipen bat ematen bada ere. Tarteka orogenia Alpetar eta Hertziniarrean sortutako tolesak emandako errepikapenak daude eta kontinente zein itsaspeko fazieak ikus daitezke. Fazien artean, bederatzi desberdin bereizi dira: Kanbriarreko kuartzoarenitak, Behe Triasikoko ortoklonglomeratuak, Erdi-Goi Triasikoko buztinak, Jurasikoko tupa eta kareharriak, Jurasikoko Kareharri eta parakonglomeratuak, Behe Kretazeoko tupak, Goi Albiarreko parakonglomeratu eta hareak, Goi Kretazeoko kareharriak eta konglomeratu post-alpinoak.

Abstract

A succession of different layers has been studied in the area of Mazueco, Torrelara, Cubillejo and Rupelo, allocating Cameros basin's stratigraphy from Cambrian to post-alpine deposits. This basin is situated in the north-east of the Iberian range and it started with the Viscay Gulf, creating a sediment succession with a high thickness.

A discontinuous series can be seen globally, although there is a relative continuity through Mesozoic stratum. In the area some folds can be distinguished which make layers repeat and outcrop different continental and marine facies. During the study, nine different facies have been characterized: Cambrian quartz-arenites, Low Triassic orthoconglomerates, Middle-Upper Triassic clays, Jurassic marls and limestones, Jurassic limestones and paraconglomerates, Low Cretaceous marls, Upper Albian sands and paraconglomerates, Upper Cretaceous limestones and post-alpine conglomerates.

Sarrera:

Lan honetan Mazueco, Torrelara, Cubillejo eta Rupelo eremuak aztertu dira Cameroseko arroaren ezaugarriak ezagutzeko helburuarekin. Azterketa hauekin, arroaren mapa geologikoa, zutabeak eta zehar-ebakiak gauzatuz, ezaugarri litologikoen bidez eta egitura tektonikoen interpretazioz eremu osoaren irakurketa tenporala egitea da xedea, horretarako landa lana, mikroskopia optiko bidezko xaflen azterketa eta laginen ikuskapen bisuala burutu delarik.

Kokapen geografikoa:

Txosten honetan Soria, Burgos eta Errioxako probintzien barne dagoen Cameros arroaren zati bat aztertu da, konkretuki arroaren ipar-mendebaldean dauden Mazueco, Torrelara, Cubillejo eta Rupelo herri inguruak. (1.irudia)

Hauetatik hiriburu hurbilena Burgos da, Mazueco, Cubillejo eta Torrelaratik 35km ingurura dagoena, Rupelotik, ordea, 47 km-ra dagoen bitartean.

Herri multzo hau hegoaldean Covarrubias, hego-ekialdean Salas de los Infantes, ipar-ekialdean Demanda mendilerroa eta ipar-mendebaldean Burgoseko hiriburua mugatzen dute.

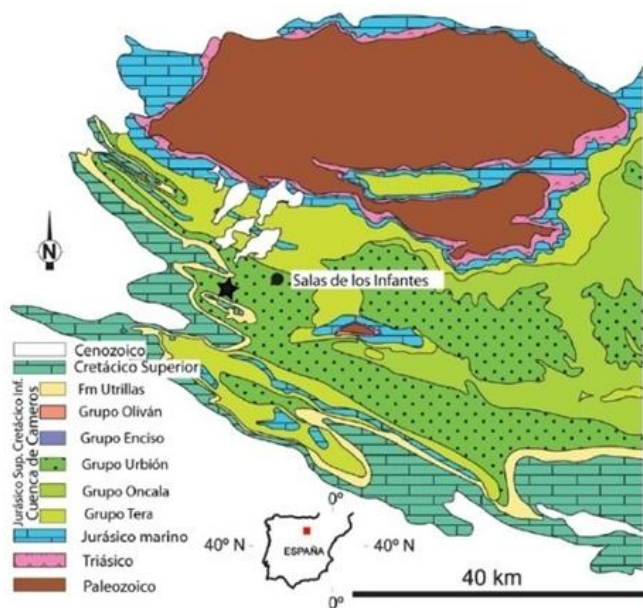


1.irudia. Torrelara, Cubillejo, Rupelo eta Mazueco mapan kokatuta. Google maps.

Bertara heltzeko kotxez ibiltzea da bide bakarra, N-234 hartuz edo bestela BU-P-8012 errepide probintziala jarraituz, ez baitago kasu honetan erabilgarria izan daitekeen garraio publikorik.

Kokapen geologikoa:

Cameros arroa (2.irudia) Iberiar mendikatearen ipar-mendebaldean kokatuta dago eta Iberiar penintsulako arro sedimentario sistemaren parte da. Kanbriar eta Mesozoiko zeharreko sedimentu sekuentziak erakusten ditu, sedimentu kontinentalak zein itsastarrak ageri direlarik. Cameros arroak subsidentzia handia jasan du Iberiar penintsulan garaikideak diren beste arroekin alderatuz, 5000m-ko sedimentu potentzia bertikala lortuz.



2.Irudia: Cameros Arroaren mapa geologikoa.

(Pereda-Suberbiola et al. 2011)

Arro hau Bizkaiko golkoa zabaldu zeneko, eta beraz, Iberiar penintsula orratzen kontrako noranzkoan biratu zueneko aldian emandako rifting prozesuaren garaian eratu zen, Goi Jurasiko eta Behe Albiar bitartean. Iberiar penintsularen mugimendu horrek, Pirinioak eratuko zituen gerora, plakaren ipar-mendebaldea Eurasiako plakarekin izango zuen talka eta konpresioaren ondorioz.

Unitate litoestratigrafikoak:

Cameros-eko arroan unitate desberdinak azaleratzen dira, denak sedimentarioak eta ezaugarri eta jatorri desberdinarekin. Aztertuak izan diren unitateak zaharrenetik gazteenera ordenatuak izan dira: Kanbriarreko kuartzoarenitak, Behe Triasikoko ortokonglomeratuak, Erdi-Goi Triasikoko buztinak, Jurasikoko tupa eta kareharriak, Jurasikoko kareharri eta parakonglomeratuak, Behe Kretazeoko tupak, Goi Albiarreko parakonglomeratu eta hareak, Goi Kretazeoko kareharriak eta konglomeratu post-alpinoak. Orokorrean, metakin Mesozoikoen orientazioa N050E, 15S-koa da.

Kanbriarreko kuartzoarenitak:

Unitate honetan tolesak, diaklasak eta failak egokituak izan dira eta kuartzozko zainez bete dira. C-S egiturak agertzen dira (*3.irudia*) azalaramenduan eta geruzak tolestuta daude.

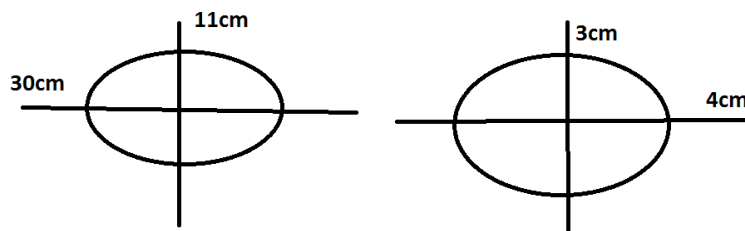


3.irudia: C-S egiturak mikrokonglomeratu monomiktikoan.

Harea finez osatutako kuartzoarenitak azaleratzen dira batik bat unitate honetan. Hauetaz gain mikrortokonglomeratu monomiktiko ultraegonkor extraformazional aloktonoak eta tupa (ezin izan da lohia eta buztina bereizi) aurkitu daitezke. Geruzen tamaina aldakorra da, hauek zentimetrokoak edo dezimetrokoak baitira. Gainera, tupak haustuta daude. Honetaz gain, metamorfismo gradu bat behatu daiteke. Arroken baitan, gradazio normala eta xafladurak gurutzatuak behatu daitezke. Gainera, arroka gorputzen eskalak sekuentzia positibo bat erakusten dute.

Behe Triasikoko ortokonglomeratuak:

Behe Triasikoko unitatea hedadura lokala duen unitate isolatua da, aldizka agertzen dena. Lodiera aldakorrekoa da, baina 40 metroko potentzia maximoa hartzen du. Beste unitateekiko diskordanteki azaleratzen da. Hau ortokonglomeratu monomiktiko ultraegonkor buztintsu extraformazional aloktonoz dago osatua. Granulometriari dagokionez, hauen tamaina maximoa 30cm-koa da, hala ere, gehienak zentimetro gutxi batzuetakoak dira (4.irudia).



4.irudia: Buntsandstein Formazioaren klasto tamaina orokorrak.

Unitatearen baitan ubideen formak bereizi daitezke, nahiz eta oso argiak ez izan. Ubideetako kuartzozko legarrek gradazio normala erakusten dute eta presio disoluziozko (5.irudia) markak edo zuloak dituzte azalean.



5.irudia: Presio disoluzio orbanak kuartzozko legarretan.

Nahiz eta konglomeratu bezala izendatu, arroka ez dago oso kontsolidatua, legarrak errez askatzen baitira. Ubideen artean lutitak eta kuartzoarenitak azaleratzen dira, zeintzuk geruzapen gurutzatua erakusten duten.

Erdi-Goi Triasikoko buztinak:

Buztinezko unitate honen potentzia ez da oso handia. Aztertutako eremuan 60 metroko lodiera du.

Triasikoko unitatea kolore anitzeko buztinez (6. irudia) eta material ebaporitiko, hala nola, igeltsuz, dago osatuta. Buztinek batez ere kolore gorrixka dute, oxidazio prozesuen ondorioz. Unitatearen baitan, kuartzoarenitak ere ugariak dira. Unitate hau, zehatz-mehatz, Ladiniar- Rhaetiar bitartean metatu zen eta ez du konpresio handirik jasan, nahiko askea baitago.



6.irudia: Erdi-Goi Triasikoko buztina.

Jurasikoko tupa eta kareharriak:

Jurasikoko potentzia aldakorra da lekuan lekuko, aztertutako azaleramenduetatik Rupelo herrikoa izan da lodiera handienekoa 405 metrokoa izanik. Lodieraren aldaketa hau, nahiz eta antzemangarria izan, nahiko graduala da. Cubillejo eta Quintana de las Viñas inguruan unitate hau, faila batez dago moztua, hau tolesaren iparraldeko alpean egokituta dagoelarik.

Unitate honen ezaugarrietariko bat honen fazieen aniztasuna da, hala ere, arroka hauek bi ezaugarri komun dituzte; alde batetik karbonatozkoak izatea eta bestetik jatorria itsastarra izatea.

Unitatearen oinean karniola masiboak (*7.irudia*) azaleratzen dira. Hau arroka erdi-sedimentario eta erdi-ebaporitikoa da. Arrokek zuloak dituzte, zeintzuk handiak eta angelutsuak diren. Batzuetan bretxifikatuta agertzen dira eta beste batzuetan egitura estromatolitikoak bereiz daitezke. Zuloetan igeltsua ageri da eta maila mikrokospikoan Mg-Ca trukaketak gertatu dira.



7.irudia. Karniola masiboen azaleramendua.

Unitatean gora eginez, litologiak aldaketak jasaten ditu. Arrapalaren goialdean, laminazio fisikodun (8.irudia) eta estromatolito (9.irudia) egiturak ageri dira.



8.irudia. Laminazio fisikoa erakusten duen mustone-a.

Baita konboluta xafladurak ere. Arrapalatik beheraka egin ahala energia baxuagoko eremuak daude. Bertan mudstone mikritatsua azaleratzen da, bioklasto eta ooide ugariarekin.



9.irudia. xafladura gurutzatua kanbriarreko arenitetan.

Arrapalatik behera egiten den heinean emari detritikoa gutxituz doa. Rudstone –Grainstone txandakapena eta konboluta-xafladurak tartekatzen dira ooidez osatutako geruza batekin topo egin arte. Barran 2mm baino txikiagoak diren pikor biribilak aurkitzen dira tarteka fosil osoak daudelarik, brakiopodoenak batik bat.

Ooideak baino geruza gazteagoetan, hegoaldera, tupa-kareharri txandakapenak ikusten dira. Kareharriak mudstone bioturbatuetatik wackstone eta packstone kareharrietara igarotzen dira. Amonoideoak eta belemniteak (10.irudia) dira ugariak erregistro fosilean. Geruzen txandakapen zikliko bat ematen da unitatearen atal honetan.

Gero eta bioturbazio arrasto gehiago ageri dira, fosil edukia urriagoa bada ere.

Unitatearen baitan, ondoren, karbonatozko bi geruza handi azaleratzen dira. Hauek Bajaciarreko Bafflestonak dira, non belaki anitz eta koral eskleraktinido batzuk agertzen diren. Barne egituratuta daude eta diagenesian belakien silizezko gorputza karbonatozkoa bilakatuta agertzen da, hau da, ordezkapena eman da. Bi geruza masibo hauek geruza gida bezala erabiliak izan daitezke.



10.irudia: Belemnite, brakiopodo eta bibalbioak wackestone-an.

Ondoren, estratigrafikoki gorantz joanez, emari detritikoen gehipena dela eta, belakiak desagertzen dira. Bertan wackestone edo packstone hareatsuen eta tupen txandakapena gailentzen da. Azpi-unitate honen fosil edukia urriagoa da, hala ere, bertan brakiopodoak, pektinidoak, ostreidoak eta gastropoak aurkitu daitezke eta pikor siliziklastikoen tamaina handiagoa da.

Unitatearen goiko muga mudstone-tupa txandakapenak ematen du, emari detritikoaren gutxitzearekin batera doana.

Jurasikoko kareharri eta parakonglomeratuak:

Kareharri lakutarren hedadura oso aldakorra da. Potentziak kalkulatzeko informazio falta egonik ere, unitate honen potentzia asko handitzen da ipar-mendebaldetik hego-ekialdera.

Kontaktu higadura bat dago unitate honen oinean eta legar kontinentalek egiten dituzte mugak. Hauetan legar finak daude eta mugatik hegoalderantz

urruntzean legarrak loditu egiten dira, karezkoak direlarik. Konglomeratu hauen amaieran fosilak daude.

Estratigrafikoki gora joanez, konglomeratuak azaleratzen dira. Gainera, kareharri kalkarenitikoak aurkitu daitezke. Geruza hauek ubide itxura dute, hau da, oina ahurra dute eta gaina nahiko planokara. Horrez gain kontinenteko fosilak daude, esaterako, alga cherazeeoen karofitak eta estromatactis-ak.

Kareharri (mudstone) txuri eta tupa lakutarrak baita azaltzen dira. Lodiera aldakorra da, 10-40 metrokoa inguru. Errizolitoak ugariak dira ertzetan. Dinosaurioen iknitak (*11.irudia*) ere ugariak dira geruzen gainan.



11.irudia: Dinosauruek egindako iknofosilak kareharri kalkarenitikoan.

Parakonglomeratu oligomiktiko petromiktiko karetsu intraformazional eta autokotonoak ageri dira. Uholde lautadak ere badaude non buztinak eta hareharriak azaleratzen diren. Parakonglomeratuen artean kareharriak azaleratzen dira, kareharri zuriak, eta ertzetara hareak iristen dira. Oin higakorra erakusten dute. Azpi unitate hau ez da jarraitua, izan ere, eremu batzuetan oso ugaria da eta beste batzuetan honen gabezia dago.

Hiru sekuentzia deposizional finkatu ziren Turoniar-Berriasiar ziklorako Mas *et al.* (2002) lanean, SD1, SD2 eta SD3 bezala izendatuak. Lehenengo sekuentzia deposizionala ekialdean soilik bereiz daiteke eta honako osaera bereiz daiteke formazioen beheko partean: Konglomeratu masiboak, geruzapen gurutzatua duten hareharriak eta lutita hareatsuak, tarteka kareharri nodulotsuak ere bereiztu daiztekeelarik. Aldiz sekuentziaren goiko aldean, mudstone edo wackestoneak ageri dira, karofita eta ostrakodoekin. SD2 Sekuentzia, arro osoan zehar hedatzen da. Sekuentziaren beheko aldean, hareharri zurixka mikatsuak, geruzpen finekoak eta geruzapen gurutzatudunak azaleratzen dira. Gorago, kareharri wackstone eta packstone-ak daude, karofita, ostrakodo, gastropodo eta bibalboekin. Azkenik SD3an hareharri mikatsu finak, jarraitasun eta potentzia gutxiko geruzetan sedimentatuta daude. Ondoren, kareharri nodulotsuak edo bretxoideak daude, foraminifero bentoniko, ostrakodo eta arrain eskamekin (S. Sacristán-Horcajada *et al.* 2012).

Behe Kretazeoko tupak:

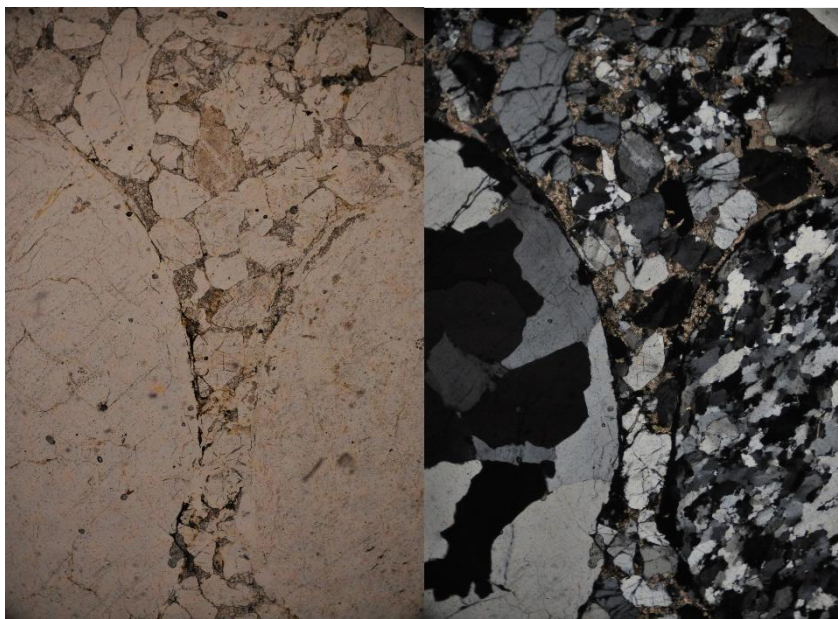
Unitate hau nahiko homogeneoa da kartografikoki. Potentziari dagokionez 180 metrotako lodiera du aztertua izan den eremuan.



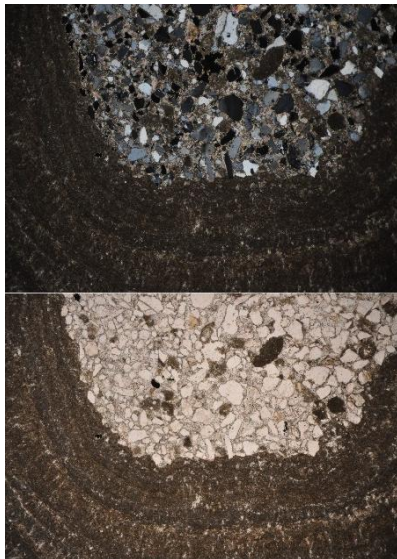
12.irudia. Mundu gorria. Tupa oxidatu gorrixkak.

Unitate honetan ugariena den litologia mota tupa da (*12.irudia*). Oxidazio prozesuen ondorioz, hau gorri kolorekoa da. Honetaz gain, orto- eta parakonglomeratu monomiktiko ultraegonkor poligeniko extraformazional aloktonoak azaleratzen dira. Ortokuartzitak eta hareharriak ere agertzen dira unitate honetan, eta onkolitoak

Hareharri horien azterketa mikroskopikopikotik informazioa atera daiteke. Arroka pikor tamaina maximoa 2mm-koa da eta minimoa 0.1mm. Pikorren gehiengoa 0.8mm-ko diametrodunak dira. Hauen morfologiari dagokionez, elipsoidalak dira, borobiltasun ertain-handiarekin. Trama arrokaen %60ri dagokio eta honen kuartzo portzentaia %90-koa da, non %55-a monokristalinoak diren eta %35-a polikristalinoak. Gainera, kuartzo pikorretariko laurdenak uhin itzaltzea dute. Tramaren %10-a litoklastoz dago osatuta, tupaz eta txertaz hain zuzen ere. Ekinodermatuen plaka zati gutxi batzuk behatu daitezke klastoen baitan. Beraz, heldutasun mineralogikoa handia da. Matrizeak arrokaen %40a osatzen du. Hau epimatrisea da, kaltzita birkristaltze prozesuak jasaten hasia baita. Ehundurari dagokionez, hau heldutasun ertainekoa da eta arroka pikorrez eutsia dago. Jasan duen diagenesia kimikoa da eta porositateari dagokionez, hau ez da oso handia, hala ere, zartadurak ikus daitezke. Beraz, Kuartzoarenita (*13.irudia*) karetsu bat dela esan daiteke.



13.irudia. Kuartzoarenitaren argazki mikroskopikoa x10-eko handitzearekin. Ezkerrekoa PPL-arekin eta eskuinekoak XPL-arekin.



14.irudia. Mikroskopiozko argazkia. Kaltzita eta kuartzodun onkolitoa. Goiko irudia XPL-arekin aterata.



15.irudia. Mikroskopioz ateratako ogonioen argazkia. Goiko irudia XPL-arekin aterata.

Onkolitoen agerpena ere etapa honetan ematen da eta onkolitoak kaltzitazko eta kuartzozko nukleoak dituzte (14.irudia), kasu batzuetan ogonioak ere ageri dira nukleoan. (15.irudia)

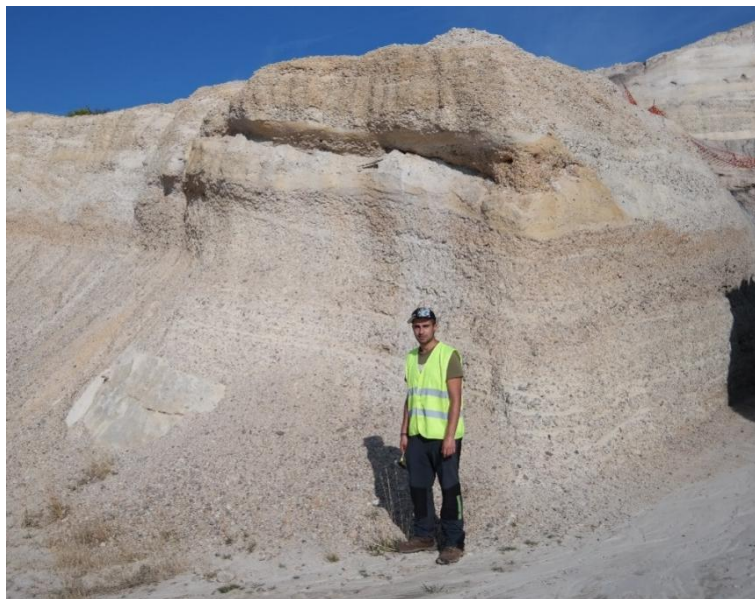
Goi Albiarreko parakonglomeratu eta hareak:

Cubillejo inguruan unitate honek okerdura desberdinak erakusten ditu (mapan irudikatuak daude). Konglomeratu eta harea metaketa hauen lodiera 100 metrotakoa da. Unitatearen oina edo behealdea oso hareatsua da eta goialdea berriz, legartsuagoa, hau da, ubide itxurako parakonglomeratu gehiago azaltzen dira.

Trinkotasun maila ezberdineko eta kolore anitzeko hareak azaleratzen dira (16. eta 17.irudia). Hauek oso hautespen ona dute eta legardun kuartzo arenita ertainak osatzen dituzte. Legarrak borobilduak daude eta ubideak osatzen dituzte.

Ubideetako arroak parakonglomeratu monomiktiko ultraegonkor hareatsu extrafomazional aloktonoak dira. Klastoen tamaina 7-8cm-koa da. Bertan gradazio normala behatu daiteke. Ubideen inguruan xafladura gurutzatuak eta buztinak azaleratzen dira. Filosilikatoak, gehien bat muskovita, ugariak dira. Geruzak sedimentarioki bukatzen dira, oin higakorren ondorioz. Unitate mailan, oinean legar kontzentrazioa eta zementazio maila handiagoa da, kuartzo arenitak urriagoak izanik.

Unitatearen gaina, Zenomaniar-Turoniar bitartean metatutako ostreido mailak ematen du.



16.irudia eta 17. Utrillas Formazioa. Kolore anitzeko hareak eta ubideak.

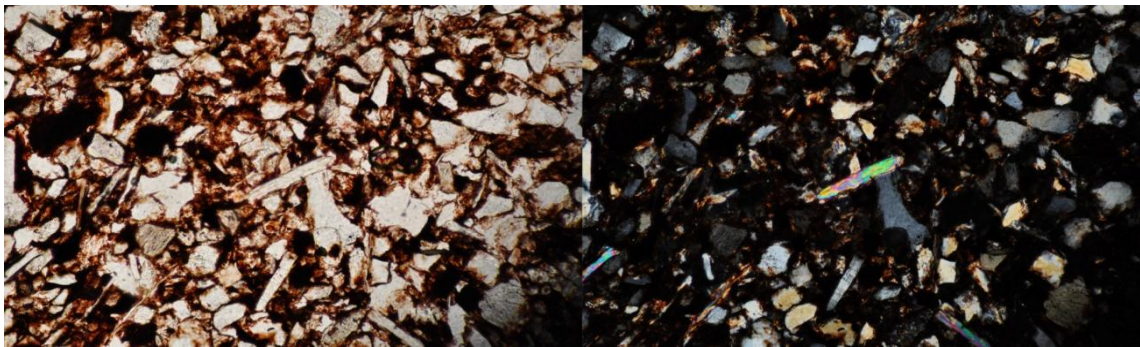
Goi Kretazeoko kareharriak:

Goi Kretazeoko kareharriek erliebe positibo alderantzuk eratzen dituzte. Unitate honek orokorrean sinforme sinklinalen gontzak adierazten dituzte. Potentziari dagokionez aldakorra da, batez ere higadura dela medio, hala ere, maximoa 305 metrotakoa da.

Goi Kretazeoko kareharrien oina ostreido mailak definitzen du. Hau, bat bateko fazie aldaketaren emaitza da. Unitatearen oina nahiko tupatsua da. Bertan mudstone-tupa txandakapena da nagusia. Unitatean gora joan ahala, kareharria masiboagoa bilakatuz doa. Kareharri hauetan fosil edukiaren eskasia behatu daiteke. Orokorrean, mudstone-a da eta birkristaltze prozesuak jasaten hasia da.

Mikroskopiotik begiratuta 1,2-0,2 mm arteko pikor angelutsuak ikusten dira, nahiko elipsoidalak direnak (18.irudia). Hutespenari begira ez da oso ona. Tramaren proportzioari dagokionez hau arroka %70a da. Pikorren %30 kuartzo monokristalinoz osatuta dago zeinen %80 uhin itzaltzea erakusten duen, hala ere, seguruenik jatorri eskualdean garatutako deformazioa da. Ostreidoek tramaren %70

osatzen dute eta euren baitan bioturbazioa azaltzen da. Garraioari ondorioz garatutako mineral heldutasuna nahiko handia da. Matrisea %30a da, mikritazkoa hain zuzen ere. Bertan protomatrizea bereiztu daiteke zeina ortomatrize bilakatzen hasi den. Beraz, matrizez eutsia dagoen arroka da ehundura heldutasun txikia duena. Bioturbazioaz gain, matrizearen birkristaltzea eta karie ehundurak antzeman daitezke. Diagenesi fisikoa ere pairatu du arroka honek, izan ere, arrakala orientatatu batzuk eta mikro-estilolitoak egokituak baititu. Hau dena kontuan hartuta ostreidodun kuartzwacke mikritatsua dela ondorioztatu daiteke.



18. irudia: Goi Kretazeoko ostreidodun kuartzwacke mikritatsua mikroskopio bidezko argazkian. PPL-arekin ezkerrean eta XPL-arekin eskuinean.

Konglomeratu post-alpinoak:

Ortoklonglomeratu monomiktiko petromiktiko karetsu intraformazional autoktonoak dira. Goi kretazeoko unitatearekiko diskordanteki azaleratzen da.

Tektonika:

Cameros Arroan aurretik deskribatutako unitate litoestratigrafikoetan egitura tektoniko desberdinak azaleratzen dira. Hauek arroak izan duen eboluzio geologikoa ulertzen lagungarriak dira, hala ere, eremu honetan ez dira oso anitzak edo ez dira ongi azaleratzen. Gainera, egitura tektoniko hauek garai desberdinetan egokituak izan dira. Gutxienez bi tektonika garai ezberdin erregistratuak geratu dira Cameros arroan, lehena sinsedimentarioa, hau da, rifting prozesu batekin erlazionatuta, eta bigarrena berriz, Orogenia Alpetarrarekin. Arroa sortu aurretiko beste etapa tektoniko bat antzeman daiteke, material zaharrenetan, hau da, Kanbriarreko metakinetan.

Kanbriarreko kuartzoarenitei dagokionez, tektonikoki nahiko konplexuak dira. Unitate hau tolestuta dago. Toles hauen ardatza inklinatuta dago, izan ere, gontzak ipar-mendenalderantz 30º okertzen dira. Egitura hauek, gainera, zabalak dira. Aztertutako sinformearen alpeen okerdurak hurrengoak dira: N040E, 46SE eta N160E, 60SE dira, beraz, tolesaren bergentzia iparreranzkoa da. Sinforme sinklinal eta antiforme antiklinalak failatuta azaleratzen dira, desplazamendu bat adieraziz. Faila eta diaklasak kuartzozko zainez daude beterik. Geruzetan, bai lutita eta baita kuartzo arenitetan, zizaila egiturak egokituak izan dira. Egitura hauek C-S egiturak dira eta iparralderanzko zizaila noranzkoa erakusten dute.

Jurasikoko kareharri eta tupetan bestelako egitura tektonikoak agertzen dira, lekuan lekuko desberdinak direnak. Mazuecos-en sinforme sinklinal eta antiforme antiklinal leun eta zabal jarraituak azaleratzen dira. Egitura hauek ez daude failatuta. Toles hauek bizkarroiak dira, Z motakoak hain zuzen ere. Cubillejon aldiz, egitura nagusi bat soilik bereiz daiteke, antiforme antiklinal bati dagokiona. Antiklinalen alpeen orientazioei dagokionez, iparraldeko alpekoa N128E, 20NE da eta hegoaldekoa berriz, N108N, 10SW. Gontzaren bergentziari dagokionez, iparralderanzkoa da. Iparraldeko alpean, azkenik, unitatearen segida ez da osorik azaleratzen, bertan dagoen faila baten ondorioz.

Jurasikoko kareharri eta parakonglomeratuetan tektonika oso sinplea da. Bertan, lekuan lekuko, failak egokituak izan dira. Hauek materialen errepikapena eta xehatzea eragiten dute.

Goi Kretazeoko kareharri eta tupek sinforme sinklinalak dituzte egokituak. Sinklinal hauek eskegiak dira, erliebe alderanztuak garatuz. Ezin izan da eremu honetako datu gehiagorik hartu.

Erdi-Goi Triasikoko buztin, Behe Kretazeoko tupa eta Goi Albiarreko hareetan ez da egitura tektonikorik antzeman edo bereizi, hauen trinkotasun txikiaren ondorioz.

Prozesu post-alpinoen ondoriozko tolesak Mesozoikoko materialetan egokituta daude, eta hauen gontzak NE-ranzko okedura dute.

Eboluzio geologikoa:

Cameros Arroaren eboluzio geologikoa nahiko konplexua da, hainbat fase tektonosedimentario jasan baititu. Aztertutako arroak bi orogenia prozesu desberdin pairatu ditu; Orogenia Hertziniarra eta Orogenia Alpetarra, non egitura eta prozesu anitz eman diren. Bitartean rifting prozesu bat egokitua izan da.

Paleozoikoan zehar sedimentu anitz metatu ziren eremuan, Kanbriarretik Karboniferorarte. Hala ere, duela 380 milioi urte (m.u.), Laurasia eta Gondwana kontinenteen kolisioarekin emandako Pangea superkontinentearen sorreraren eta honek eragindako konpresioaren ondorioz arroa alderantz egin zen. Etapa horretan higadura zen nagusi, zeinak sekuentzia sedimentarioaren gehiengoa desagerrarazi zuen. Orogenia Hertziniarreko aztarna nagusia Kanbriarreko ortokonglomeratuak eta kuartzoarenitak dira. Gainera, hauek jasandako metamorfismoak ez du ingurune sedimentarioaren informaziorik ematen, beraz hau urria da, hala ere, protolitoa ondorioztatu daiteke, hauek kuartzoarenitak eta lutitak direlarik (lohiak edo buztinak diren ondorioztatzeko, xafla mehea aztertu beharko litzateke, hala ere, eskistositateak desberdintzapen hau egitea eragozten du). (Proto)litologiak eta unitatearen hedadura handia ikusirik, platafoma nahiko energetikoan metatutako sedimentuak izan zirela suposatu daiteke, non energia gutxitzean lohiak eta buztinak metatzen ziren. C-S egiturek iparralderanzko zizaila egon zelaren berri ematen dute. Honetaz gain sedimentu goiztiarragoetan mikaeskistoak eta bestelako arroka metamorfikoak aurkitu daitezke higakin bezala.

Duela 280 m.u. Orogenoaren kolapsoa eman zen, arro berri bat emanez. Arro honetan metatutako hurrengo sedimentuak Permo-Triasikoko Bundtsandstein Formazioa da. Formazioa ez-jarraitua eta lodiera desberdinekoa denez, bertan azaleratzen diren egitura sedimentarioekin batera, higakin kono edota kono alubial desberdinen metaketen ondorio dela adierazten dute. Ortokonglomeratuen klastoak Kanbriarreko kuartzo arenitetan dute jatorria.

Arroaren irekitzea aurrera eman ahala, Erdi-Goi Triasiko bitartean, Trias Keuper fazieak metatzen hasi ziren. Ingurune Sedimentarioari dagokionez, Sebkha ingurunea

garatu zen, zeina itsas mailatik gertu zegoen lautada izan zen eta ekaitzaldietan bertako ur saturatua sartzen zen. Ondoren, lurrunketa prozesuek mineral ebaporitikoak hauspeaketa eragin zuen, buztin, igeltsu edo anhidrita eta halita metakinak emanez.

Arroaren irekitzearekin batera emandako subsidentziak egitura tektoniko honen hondorapena eragin zuen. Ondorioz, itsasoko urarekiko zegoen harremana handitu zen, izan ere, sakonera gero eta handiagoa izan zen. Jurasiko goiztiarrean, ingurunea erdi-Sebkha eta erdi-itsastarra bilakatu zen. Egoera honek, mineral ebaporitikoekin batera kareharrien metaketa eragin zuen. Unitate hori karniolekin zuzenki loturik dago, hauen eraketa dolomitizazio berantiarrekin erlazionatuta dagoelako, “per descensum” prozesuarekin, hain zuzen ere. Bertan, arroketan edo sedimentuetan zegoen magnesio katioia birkokatu egin zen, hau da, leku batzuetatik garbitu eta dolomitizatutako arroketan metatu egin zen. Prozesu hau litologia aldaketa egoteagatik eman zen, kasu honetan, Triasikoko buztinak eta Sebkha eremuan sortutako dolomia goiztiarrak. Buztinetan illita kopurua oso altua izanik, bertatik magnesioa garbitu eta dolomia hauen gainean dolomitizazio berri bat gauzatu zen. Beraz, dolomitizazio goiztiar eta berantiar hauen ondorioz karniolak eratu ziren. Gainera, igeltsuaren disoluzioak arrokan hutsune angelutsuen sorrera eragin du arroka hauek sortu eta gero, izan ere, prozesu hau gaur egungoa da.

Arroa gero eta gehiago hondoratzean, fazie berriak sortu ziren. Behe Jurasikoan, karbonatozko arrapala pelagikoa garatu zen. Sekuentzia sedimentarioak honen eretrogradazioa erakusten du. Itsas ertzetik sakonera, estromatolito zapalak bizi izan ziren, ooidez osatutako barrez babestuta. Ondoren, gero eta ingurune tupatsuagoak aurkitzen dira sakonera handitu ahala. Bertan tartekatzen diren mudstone eta tupa txandakapenak Milancovitch zikloen isla dira. Platafomako sedimentuak dira sakonera handienekoak.

Pultsu tektonikoen ondorioz, arroa azaleratzen hasi zen, edo honen progradazioa eman zen, gero eta sakonera gutxiagoko fazieak agertuz. Belaki fosilak dituzten Bafflestoneak emari detritiko gutxiko ingurune fotikoa adierazten dute. Goi Jurasikoan emari detritikoak handitu egin ziren, inguruko mendien altxatzeak eragindako higaduraren ondorioz. Azpiunitate honen lodiera aldakorra da

depozentroan handiagoan izanik. Emari detritikoen gehikuntzak belakiak desagerrarazi zituen, guzti hau mendien altxatzetik sortutako higaduraz.

Pultsu tektonikoaren jarraipenez eskualdea altxatuz joan zen eta eremu kontinental bilakatu zen, ubide anitzeko lurralde bat sortuz, non higadura nagusi zen. Energia handiko ubide sare bat sortu zen klasto karetsuak garraiatzeko haina energia zuena. Fosil kontinentalak ere agertu ziren, dinosauroen iknitak eta gorputz fosilak, karofitak eta estromatodak esaterako. Garai honetan indar tektonikoak gutxiagotu egin ziren eta eremu egonkorragoa bihurtu zen. Mudstone lakutarrez osatutako eremu kontinental urtarak sortu ziren lodiera aldakorreko unitatea sortuz lakuaren sakonera eta ur emarien arabera. Errizolitoen presentziak lakuan maila freatikoaren igoera eta jaitsierak daudela adierazten du.

Bigarren pultsu tektoniko bat hasi zen eta lurralde aktiboa bilakatzean ubideen emaria handitu egin zen lakuetak ur mailaren igoera emanez, eta tupak zein kareharriak metatuz. Bertan agertzen diren parakonglomeratu oligomiktiko petromiktiko karetsuak abaniko alubial txikien adierazle dira, altxatutako Behe-Erdi Jurasikoko arroketan jatorria dutelarik (Arenas et al. 2015). Laku sistema desberdinek rifting prozesuaren hasiera konplexuaren berri ematen dute, subsidentzia aro ez-jarrai bat, subsidentzia jarrai eta generalizatua eta itsasoaren influentziaren sarrera erakusten dutelarik (S. Sacristán-Horcajada *et al.* 2012). Unitate honen potentzia asko handitzen da ipar-mendebaldetik hego-ekialdera. Hau ikusita baliteke lakuaren depoizentzia edo sedimentazio handieneko eremua hor egotea edo bertatik hurbil.

Behe Kretazeoan tupa gailentzen da litologia gisa eta horrek eremu lasai edo energia baxuko bat zela adierazten du. Hala ere bertan beste litologia mota batzuk agertzen dira. Ortokonglomeratuak energia handiko ibai bateko metakinak dira. Baliteke, onkolitudun bafflestone-ak emari detritiko txikiagoak zuten ubideetan sortu izana. Kuartzo arenita karetsuak berriz, uholde ordokietan metatutako sedimentuak dira.

Albiarrean eremu horietara emari detritiko kuartzo arenitikoak iristen hasi zen, Wadis eta Erg inguruneak gailenduz. Ubideetako betekinetako klastoak presio disoluzio markak erakusten dituzte. Unitate honetan horrelako markarik garatzea ezinezkoa izan da, bertan parakonglomeratuak baitaude. Presio disoluzioa garatzeko legarren arteko kontaktuak eman behar dira eta hauek trinkotzea jasan behar izan dute. Beraz,

Buntsandstein-etik jarauntsitako legarrak direla ondorioztatu daiteke, bertan baldintza horiek betetzen baitira. Horrela, lasaia zen eremua energetikoagoa bilakatu zen. Desertu hareatsu hau Behe-Albiarrean Iberiak jasandako aldaketa klimatikoaren ondorioz sortu zen baldintza idorren pean gelditzerakoan. *Erg*-ak zonazio espazial bat erakusten du: *backerg* bat, non interakzio eoliko-flubial suntsikor bat eman zen. Bere erregistro estratigrafikoak *wadi* eta fazie eolikoak aurkezten ditu; *erg-zentral* bat, non orokorrean akumulazio eolikoa eman zen, eta *fore-erg* bat, non *erg* eta Tethys itsasoaren arteko interakzioa eman zen. *Erg*-ak hainbat fase ebolutibo desberdin presentatzen ditu, zeina tektonika sinsedimentarioarengatik eta aldaketa klimatiko eta hauek sedimentu eolikoen ekarpenean eragindako modulazioengatik kontrolatua egon zen (Rodríguez-López, P.M. *et al.*, 2009). Unitate litoestratigrafiko hau Utrillas Formazio bezala ezagutzen da Aguilar *et al.* (1971)-ek izendatu zutelarik.

Goi Kretazeoan supituki fazie aldaketa bat eman zen, itsasoaren igoera izugarriagatik eta material kareatsu eta tupatsuak metatu ziren. Unitate honen oinean agertzen den ostreido mailak itsastartasunaren adierazle da, baliteke trantsizioko metakinak izatea, hala nola, delta batekoak, izan ere, ostreidoek ingurune gazi-gezaren adierazleak dira. Ostreido mailak lekuan lekuko potentzia desberdina erakusten du, eremu honetan bi edo hiru metrotakoa da eta Poza de la Sal-en dezimetrokoa. Ukipen hau ez da isokrona perfektua. Hala ere, itsasoaren trasgresio azkar bat islatzen du. Gertakizun hau plataforma hondoratu baten garapena ekarri zuen. Itsas mailaren igoerak izaki bioeraikitzaileen, gehienak fotikoak, hazkuntza eragotzi zuen. Kretazeoko hondorapen gertakizunak korrelazionagarriak dira ozeanoen anoxia periodoekin eta posiblea da ozeanoen ur zutabearen inbertsioek, non beheko urak anoxikoak ziren, baina elikagai kopuru handikoak, arrezifeen hazkuntzaren amaitzeari lagundu izana (Hallock eta Schlager, 1986; Schlager, 1991).

Orogenia Alpetarrak, azkenik, Cameroseko Arroa alderantz zuen duela 15m.u., berriro ere lurrazaleratuz. Paleogenoan, higaduraren ondorioz, mendiarteko arroetan parakonglomeratu karetsuak metatu ziren. Hortik aurrera, higadura nagusi izaten jarraitu du. Honen ondorioz, kuaternarioko materialek mendiarteko arroetan metatuak izan dira eremu honetan.

Ondorioak:

Orogenia Hertziarretik, Kanbriarreko ortokonglomeratuak eratu ziren zeintzuk orogenoan emango zen kolapsoaren ondorioz sortutako arroaren aurrekari ziren. Arro horren betekin lehentiarra Permo-Triasikoko Buntsandstein-a izan zen, higakin kono edo kono alubialen ondorioz sortutako formazioa delarik. Arroa irekitzen zihoala Erdi-Goi Triasikoan, Trias Keuper fazieak metatu ziren Shebka ingurune batean.

Arroaren zabaltzeak subsidentzia bat eragin zuen, eta honek, eremuok itsaspean geratzea ekarri zuen, kareharri eta tupak metatuz. Ur maila igoz joan zen eta kareharri eta tupa sekuentzia metatu zen.

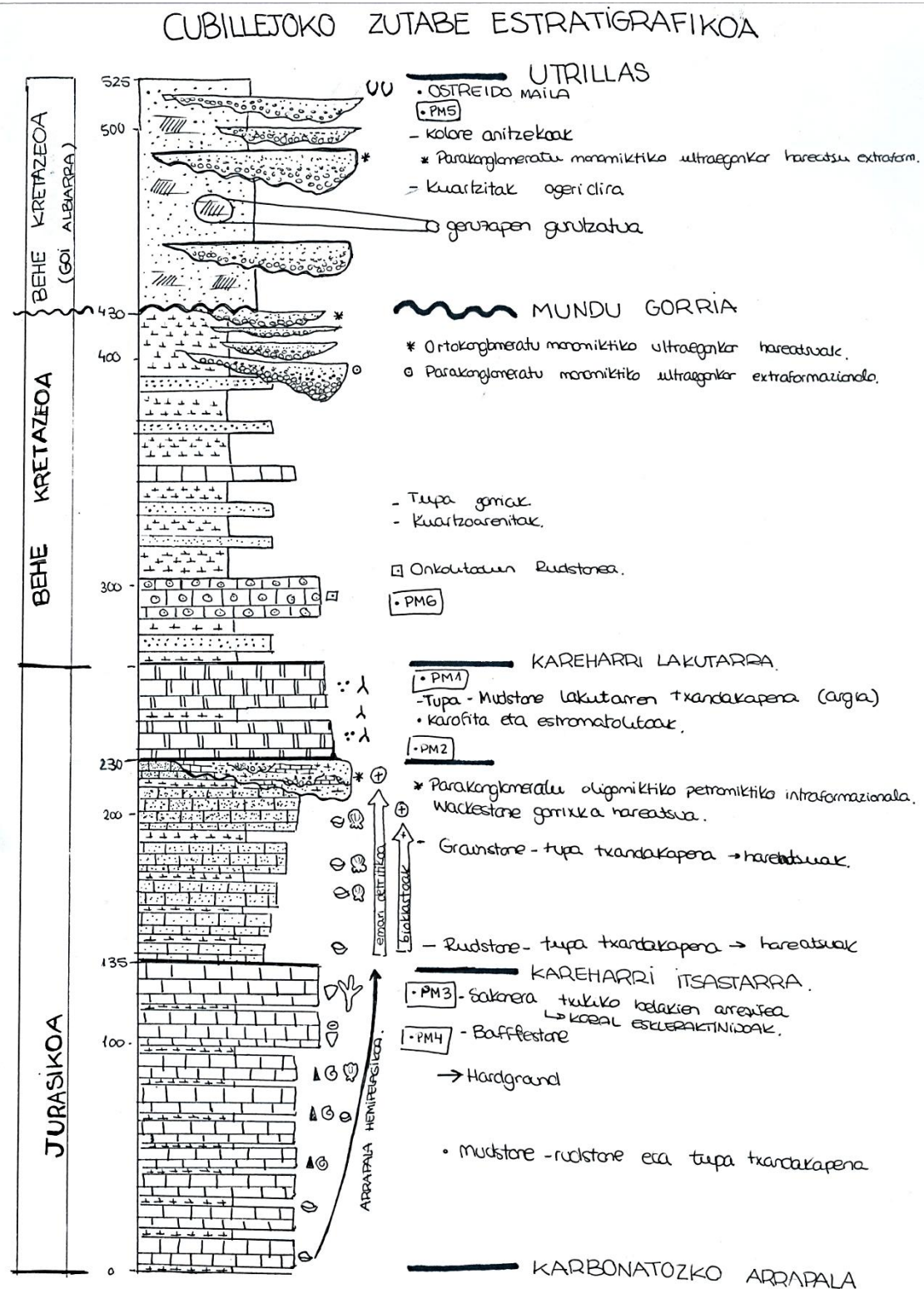
Pultsu tektonikoak eraginda, arroaren azaleratzea hasi zen Triasikoan eta sakonera gutxiagoko fazieak eratuz joan ziren, emari detritikoa gehituz. Pultsu tektoniko honen jarraipenak, eremu kontinental bilakatu zuen aurretiaz itsastarra izandakoa eta ubide ugariko eta higadura handia pairatzen zuen eremu bihurtuz. Pultsu tektonikoa gelditu zenean eremu lasai eta lakuduna bilakatu zen.

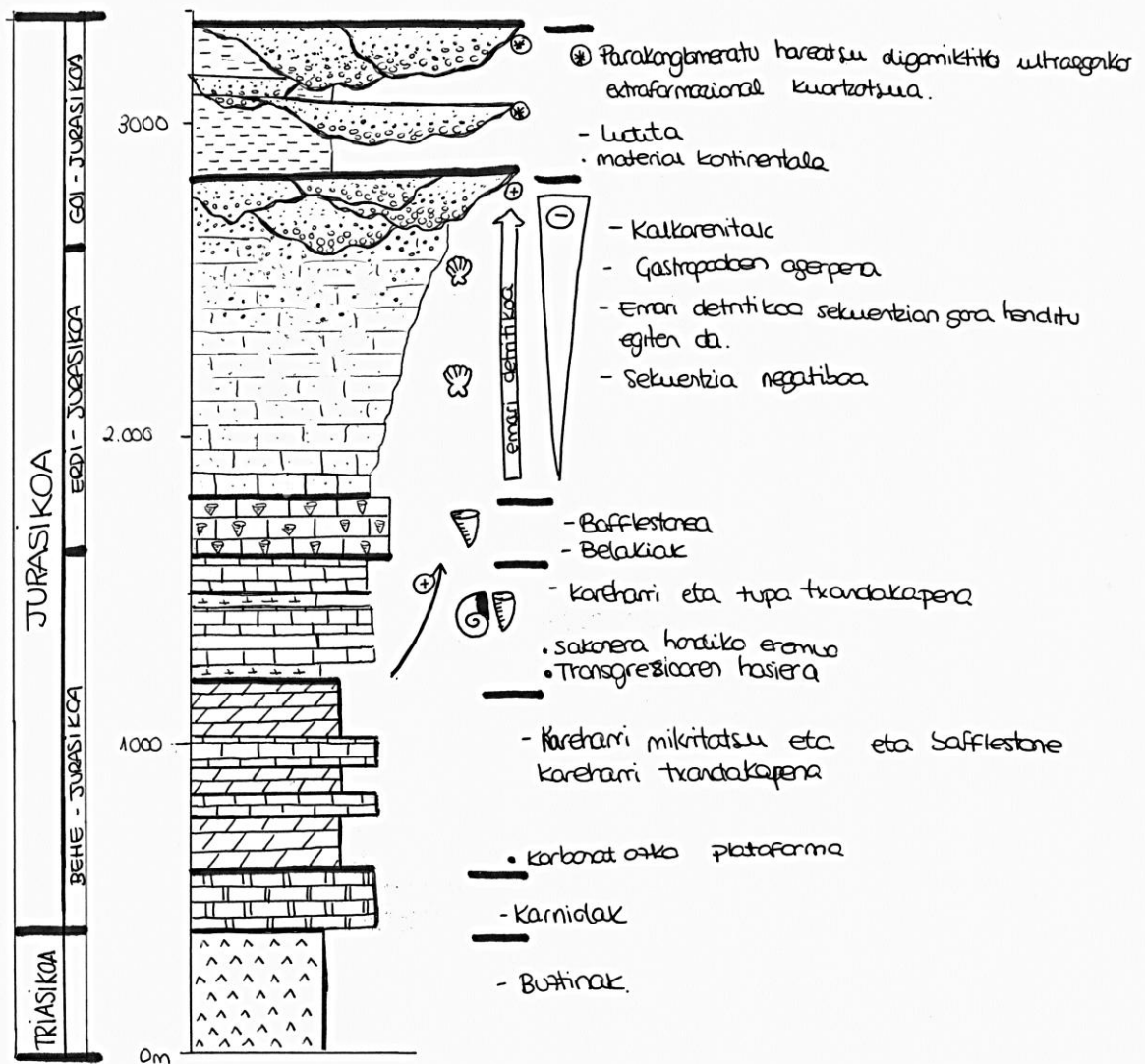
Bigarren pultsu tektonikoak berriro ere ubide emaritsu eta energetikoko lurralde eratu zuen, baina Behe Kretazeoan, berriro ere lasaitu zen pultsu tektonikoa, izan ere lutitak metatu ziren batik bat.

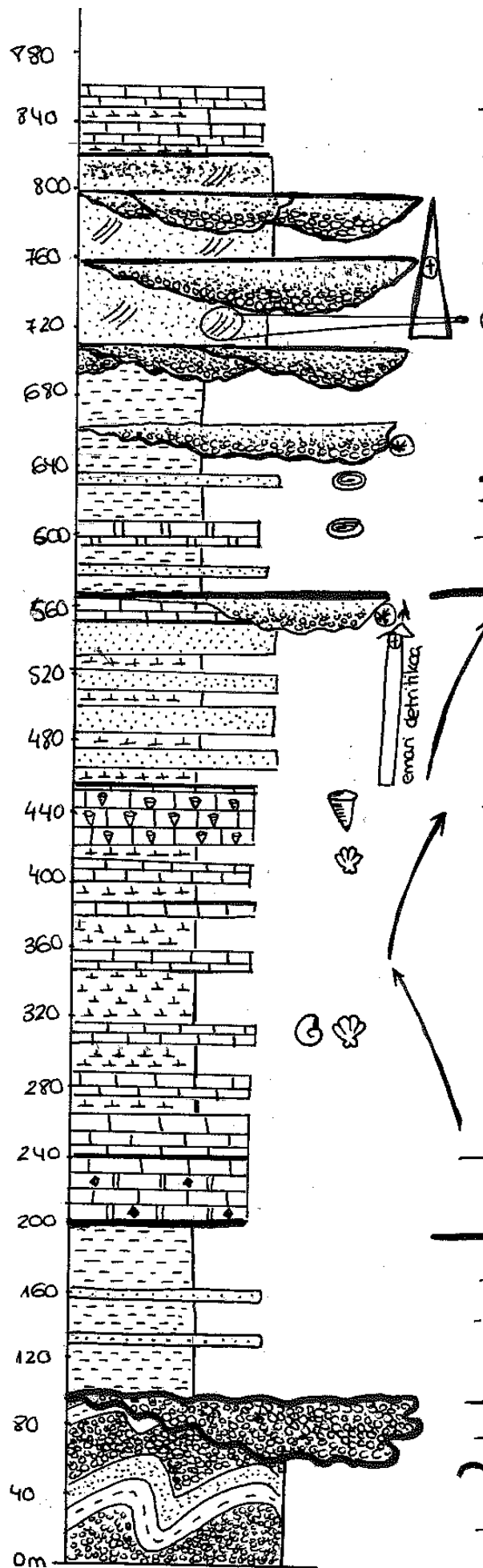
Goi Albiarrean, Utrillas Formazioa garatu zen, higatutako hareekin eta Buntsandsteineko klastoekin batera.

Goi Kretazeoan, itsasmailaren gorakadak eraginda, itsaspeko fazieak metatu ziren, material karetsu eta tupatsuak eta azkenik orogenia Alpetarretik higatutako material karetsuak mendiarteko arroetan metatu ziren.

Zutabe estratigrafikoak:



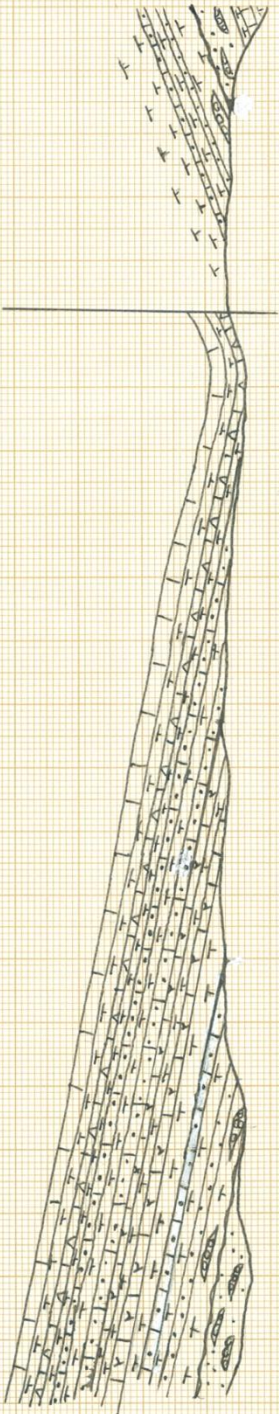




CUBILLEJO KO ZEHAR-EBAKIA

N

S



Goi Kretazeo
karneri eta
tupak

Bake kretazeo
tupak

Surasidako tupa
eta karneri itasakatu

Goi Albiarneo
karnerak

Turasidako karnerak
eta tupa laturakatu

1 km

Zehar-ebakiak:

Mapa geologikoa:

Korrelazioa:

Erreferentziak:

Allen, P., Baldwin, C., Burchette, T., Collinson, J., Harwood, G., Johnson, H., Kendall, A., Kocurek, G., Levell, B., Miller, J., Orton, G., Reading, G., Stov, D., Talbot, M. eta Wright, V.P. (1996) *Sedimentary Enviroments: Processes, Facies and Stratigraphy*, 346-348. Blackwell Publishing.

Arenas, C., García Ramos eta J.C., Piñuela, L. (2005) Climatic and tectonic controls on carbonate deposition in syn-rift siliciclastic fluvial systems: A case of microbialites and associated facies in the Late Jurassic. *Sedimentology*, **62**, 1149–1183.

Hallock, P., eta Schlager, W. (1986) Nutrient excess and the demise of coral reefs and carbonate platforms. *Palaios*, **1**, 389-398.

Mas, J.R., Benito, M.I., Arribas, J., Serrano, A., Guimerá, J., Alonso, A. y Alonso-Azcárate, J. (2002) *La Cuenca de Cameros: desde la extensión Finijurásica-Eocretácica a la inversión Terciaria – Implicaciones en la exploración de hidrocarburos*. Zubía. Instituto de Estudios Riojanos, **14**, 9-64.

Pereda-Suberbiola, X., Ruiz-Omeñaca, J.I., Torcida Fernández-Baldor, F., W. Maisch, M., Huerta, P., Contreras, R., Izquierdo, L.A., Montero Huerta, D., Urién Montero, V. eta Welle, J. (2011) *A tall-spined ornithopod dinosaur from the Early Cretaceous of Salas de los Infantes (Burgos, Spain)*. *Comptes Rendus Palevol*, **10**, 551–558.

Rodríguez-López, J.P., Meléndez N., Soria, A.R. eta L. de Boer, P. (2009) Reinterpretación estratigáfica y sedimentológica de las formaciones escucha y utrillas de la cordillera ibérica. *Revista de la Sociedad Geológica*, **22**, 163-219.

Sacristán-Horcajada, S., Mas R. eta Arribas, M. E. (2012) Evolución de los sistemas lacustres asociados al estadio temprano de *rift* en el Semigraben de Rupelo (NO de la Cuenca de Cameros, España): subsidencia e influencia marina. *VIII Congreso Geológico de España*.

Schlager, W. (1991) Depositional bias and environmental change-important factors in sequence stratigraphy. *Sedim.Geol.*, **70**, 109-130.

Bibliografía:

Dunagan, S.P. and Turner, C.R. (2004) *Regional paleohydrologic and paleoclimatic settings of wetland/lacustrine depositional systems in the Morrison Formation (Upper Jurassic), Western Interior, USA*. Sed. Geol., **167**, 269–296.

Leinfelder, R.R. and Hartkopf-Fröder, C. (1990) *In situ accretion mechanism of convavo-convex lacustrine oncoids (“swallow nests”) from the Oligocene of the Mainz Basin, Rhineland, FRG*. Sedimentology, **37**, 287–301.

Osete, M.L., Gómez, J.J., Pavón-Carrasco, F.J., Villalaín, J.J., Palencia-Ortas, A., Ruiz-Martínez, V.C. and Heller, F. (2011) *The evolution of Iberia during the Jurassic from palaeomagnetic data*. Tectonophysics, **502**, 105–120.