

ABSTRACT

Poza de la saleko Diapiroa Euskokantauriar arroko gatz egitura hegoaldekoena da. Arro hau Bizkaiko Golkoaren irekitzearekin batera sortu zen Mesozoikoan zehar eta orogenia alpetarrarekin batera alderantzikatu zen. Goi triasikoko material ebaporitikoek, bi etapetan deformazio aldetik oso papel garrantzitsua izan zuten, estentsio garaian tektonika erraztuz eta konpresio garaian berriz, aldentze maila bezala jokatu. Egitura honen eboluzioa ulertu ahal izateko, material desberdinen artean dauden geometria eta estruktura desberdinen erlazioa ulertu beharra dago. Horrela ondoriozta daiteke, gaur egun ikus daitekeen egitura diapirokoa beranduagokoa dela (Miozeno amaierakoa). Momentu horretarako gatz egitura fase desberdinetatik igaro zen, Kretazioan antiklinal bat bezala hasi zen; konpresioan berriz, gazteagotzen joan zen (Oligozeno-Miozeno).

The Poza de la Sal Diapir is one of the southernmost salt structures situated in the Basque- Cantabrian Basin. This Basin developed during the Mesozoic extension and was later inverted, during the Alpine compression. The Upper Triassic evaporites played an important role during both the extensional and compressive phases triggering salt tectonics and forming a preferential detachment level. This work aims at characterizing the geometry and structural relationships of the diapir overburden to understand the evolution of the Poza de la Sal Diapir. To do that, we made a detailed geological map and a cross-section, based on field data and supported with the available subsurface data, which are presented here. The observed data led us to conclude that the structure started growing during the Mesozoic extensional phase, when an early anticline or pillow developed. Later, during the compressive phase it was folded (during Oligocene times and mostly during Miocene times), generating growth-strata deposits. Finally, the diapir continued rising until cropping out to the topographic surface.

SARRERA

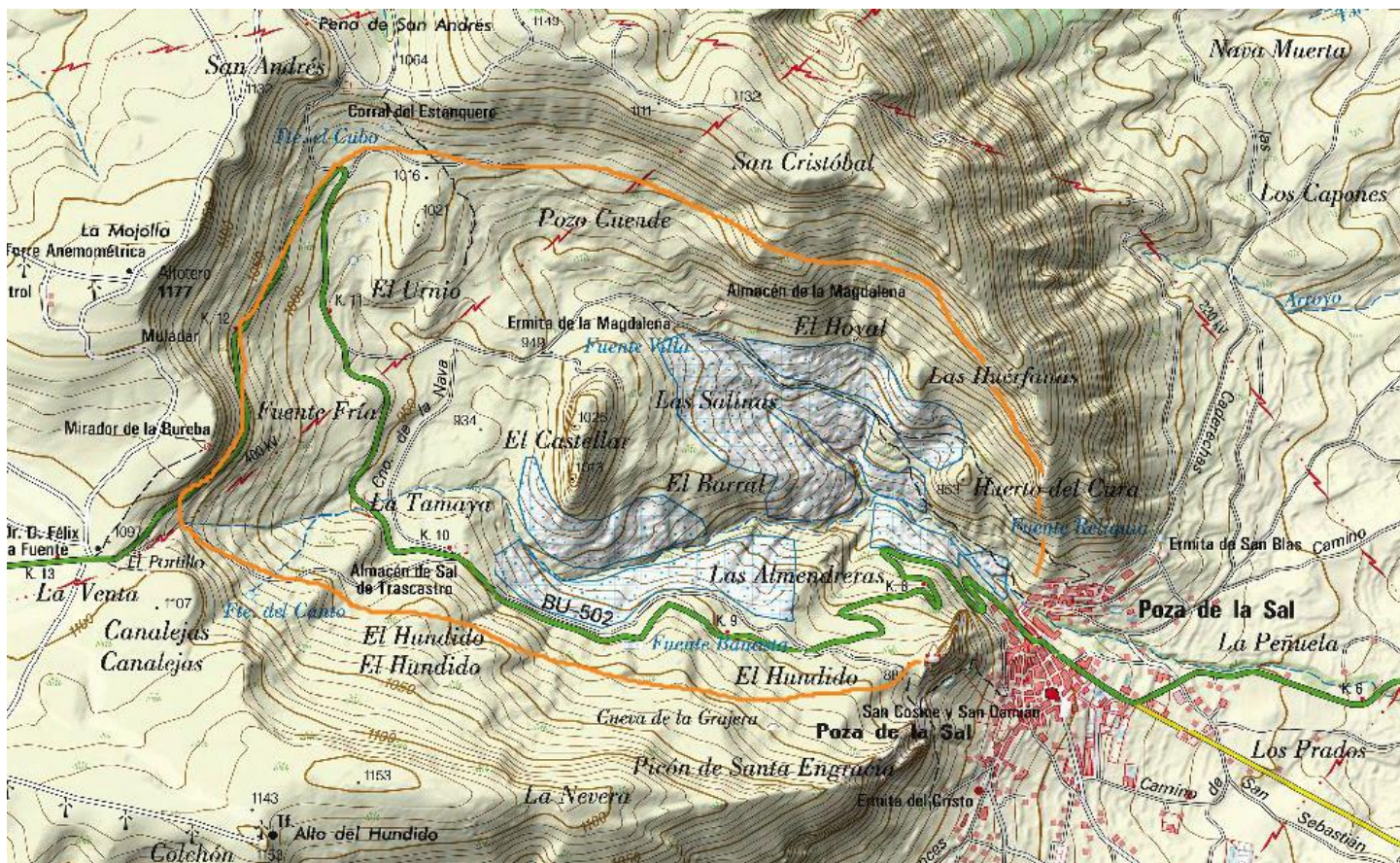
Lan honen helburu nagusia, Poza de la Saleko kartografia zehaztea da, mapa geologiko bat osatuz. Horretarako, lurraldeko tektonika berreraikitzeko baliagarriak izan daitezkeen datuak bilduko dira; bertako material geologikoak eta unitate litoestratigrafikoak ezagutuz; unitate hauek desberdintzeko hauen ezaugarri bereizgarrietan oinarritu beharra dago (fossilak, litologia...). Eskemak irudikatu, nota eta datuak hartu, unitate stratigrafikoen arteko distantziak eta lodierak zehaztu. Mapa osatzen jarraitzeko unitate desberdinen mugak zehaztea ezinbestekoa da eta horretarako egitura tektonikoak (failak, tolesak...) baliagarriak dira. Hartzen ditugun datuak eta argazkiak mapa topografikoan edo argazki aereoan zehazki kokatuko dira. Azkenik datu guztiak bildu eta mapa geologikoa osatu ondoren, eboluzio geologikoaren interpretazio egitea posible da.

KOKAPEN GEOGRAFIKOA

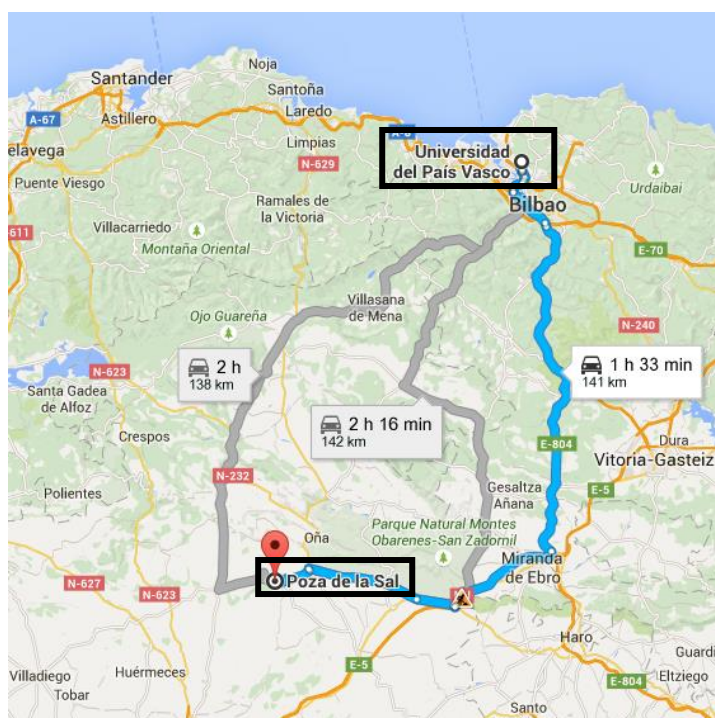
Poza de la Sal Burgos probintziaren ipar-ekialdean aurkitzen da, Gaztela eta Leon komunitatearen barruan. Burgos hiriburuaren iparraldetik 43km-tara ([1. Irudia](#)).

Nola iritsi:

- Euskal Herritik N-I eta A-I errepideak hartuta, Pancorbo pasa ondoren, Cubo de Bureba-n N-232 errepidea hartu Cornudilla-raino, bertan BU-502 hartu eta 7km-ren ondoren Poza de la sal dago ([2. Irudia](#)).
- Kantabriatik N-629 errepidea hartu daiteke Masaraino, bertan BU-503 errepidea hartu eta 24km-ren ondoren Poza de la Sal dago.
- Briviesca-tik 20km-tara aurkitzen da, BU-632 errepidetik irtenda eta 5km-tara bertako errepidea hartuta BU-V-5103 Llano de Burebatik Pozara doana.
- Burgosetik, Gamonal-Poza errepidetik BU-V-5021, 43Km-ren ondoren Poza aurkitzen da.



1. Irudia: Poza de la sal udalerriaren kokapen geografikoa. Egindako ibilbidea (laranzj) (<http://www2.ign.es/iberpiz/visoriberpiz/visorign.html>).



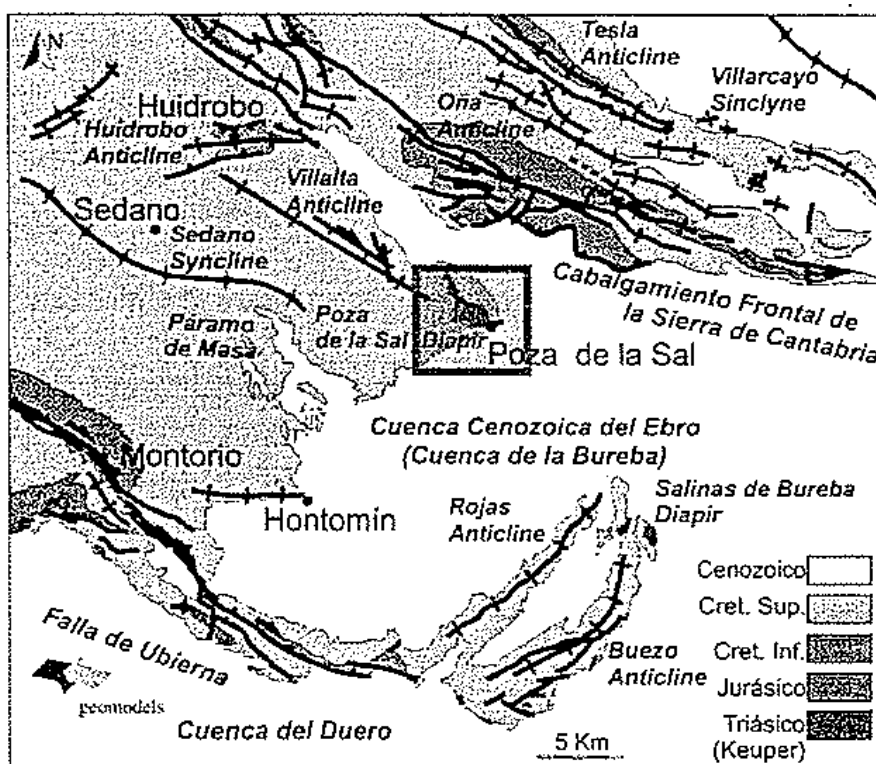
2.Irudia: Leioako unibertsitatetik Poza de la salerako errepidea.

KOKAPEN GEOLOGIKOA

Ipar Atlantikoko eta Bizkaiko Golkoaren zabaltzearekin erlazionatutako Mesozoikoko fase estentsiboaren bitartean, arro sistema bat garatu zen (Rift Pirenaikoa), bertan Euskokantauriar arroa aurkitzen zelarik. Arro hau segida sedimentario potente batekin betea izan zen, Behe Kretazeotik Santoniarrera garatutako gatz estrukturez perforaturik dagoena (diapiroak eta gatz hormak), Goi Triasikoko ebaporiten bitartez.

Kretazeo berantiarraren ostean Hego Atlantikoaren zabaltze azkarrak Iberia eta Eurasiar plaken konbergentzia eta talka eragin zuen (Rosenbaum et al., 2002). Aldaketa honek, Pirinear mendilerroaren formazioa eragin zuen Iberiako iparraldean Boillot y Malod. 1988; Muñoz, 1992). Enkajatutako arrokekiko jokaera moldakorrari esker, arro barruko gatz estrukturak, Mesozoiko bukaeran beraien handitzeari utzi ziotenak, berraktibatu eta gazteagotuak izan ziren konpresioz deformatzearen ondorioz. Gainera, Goi Triasikoko ebaporitekin aldentze maila garrantzitsu batek bezala jokatu zuten, orogenia alpetarrean zehar garatutako zamalkadura gehienak errotzen baititu.

Euskokantauriar arroaren gatz estrukturen artean Poza de saleko diapiroa aurkitzen da. Estruktura hau Burgoseko plataforman aurkitzen da, Kantabriako Mendilerroko Zamalkadura Frontalaren iparraldean eta Ubiernako faila hegoaldean dituelarik. Burgoseko plataformaren barnean, diapiroa “paramos de Masa”-ren NE mugan (Goi Kretazeoko plataforma karbonatua) aurkitzen da, iparraldean eta ekialdean Burebako Zenozoikoko arroagatik mugatua gelditzen da (3.Irudia).

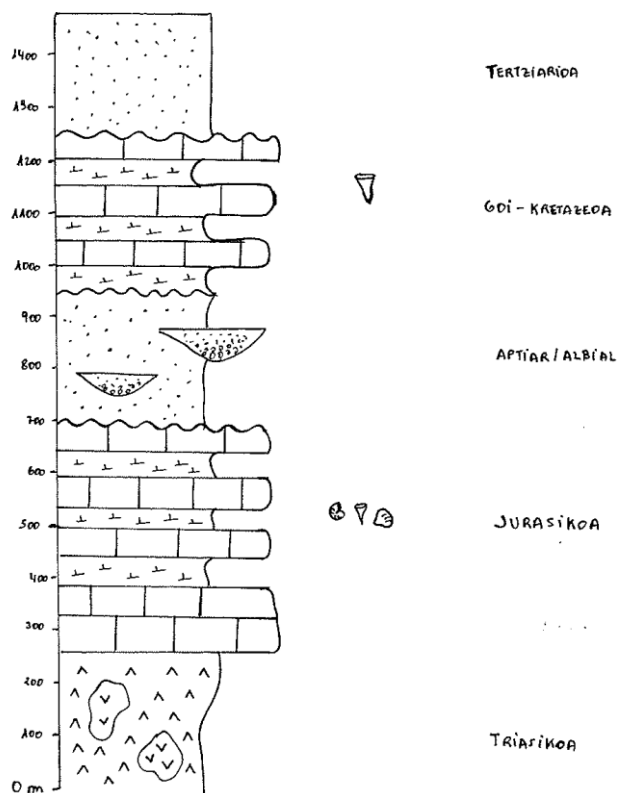


3.Irudia: Burgoseko plataformaren mapa geologikoa, aztertutako tokia (laukian).

Modificado de la Hoja 167 del Mapa Geológico de España 1: 50.000 (; Cantos Figuerola y Targhetta, 1952), y hojas colindantes.

LITOSTRATIGRAFIA

Atal honetan Poza de la salen dauden bost unitate litostratigrafikoen deskribapena eta ezaugarri bereizgarriak aipatuko dira (*4. Irudia*).



4. Irudia: Poza de la saleko zutabe estratigrafikoa eskemakoa.

1. TRIASIKOA (252,17-201,3 m.u)

Poza de la salen agertzen den Triasikoa Keuper Fazieko materialez osatuta dago. Keuper Faziea eremu kontinentalean, baina itsas-uren eraginez sortutako sedimentuz osaturik dago. Hau da, itsas maila jaitsiz, ura kontinentet barruan geratzen da, baina oso sakonera txikian; horrela ur hori ebaporatzen da, gune hori hustuz, gero berriz bete eta prozedua errepikatzeko. Hori dela eta material ebaporitikoaz osaturik dago: igeltsu, buztin eta gatz ez batez ere (*5. Irudia*).



5. Irudia: Keuper Faziea: buztin gorriak.

Ofitak (*6.Irudia*) , Keuper Faziarean parte dira. Konposizio basaltikoz eratutako arroka mafikoak, batez ere anfibola, piroxeno eta plagioklasaz eratutakoak. Basaltoetatik desberdintzeko, plagioklasaren konposizioari erreparatu behar zaio; izan ere, hauen plagioklasa kaltzikoa da, eta ofitena aldiz sodikoa. Ofitak sill edo dikeak osatuz barneratze dira;



6. Irudia: Ofitak.

hauek mugimendu halozinetikoak jasatean apurtze dira eta egitura nahiko borobiltsuak osatuz azaleratzen dira (Ofitak Jurasikoan sortutakoak dira eta Triasikoan azaleratuak). Hala ere, ofitetan egitura nahiko planarrak ikus daitezke (*7.Irudia*). Hau dike edo sill baten oina edo gaina izan daiteke.



7.Irudia: Ofiten azaleranmendua. Dike edo sill baten oin edo gaina (lerro horia). Erdian ofitak ikusten dira eta inguruan kolubialak eta azpian Keuper Faziako buztinak.

Bestalde Triasikoaren guztizko lodiera ezin da jakin, beheko muga (oina) ikusten ez delako. Gainera, kolubialak ugariak dira; hauek Ofitez osatutako klasto angelutsuak dira, hiru multzo ezberdinetan metatuta agertzen direnak ofiten inguruan.

Triasikoko materialak erliebe baxuetan kokatzen dira normalean.

2. BEHE JURASIKOA (201,3-174,1 m.u)

Behe Jurasikoko unitate honek ez du inolako geruzapenik erakusten, nahiko kaotikoki azaleratzen da. Dolomia eta karniolen (8.Irudia) arteko arroka motak azaleratzen dira, inongo fosilik gabeak. Karniolak, kareharri dolomitizatuak dira, zeinak zulo handiak aurkezten dituzten; zulo horiek bertan zegoen gatzak disolbatzerakoan sortutakoak dira. Utrillaseko unitatearen ondorioz ioi transferentzia bat eman zen eta kareharrizko protolitoak magnesio ioiak bereganatu zituen, kaltzioa ordezkatuz eta dolomita bilakatu ziren.



8.Irudia: Karniolak.

3.GOI JURASIKOA (174,1-145 m.u)

Unitate hau tupa-kareharri txandakapenez osatuta dago. Material hauen barnean zenabit fosil mota aurki daitezke: brakiopodoak, ammoniteak, bibalbioak eta belemniteak daude. Fosilei esker datatu daiteke unitate hau, izan ere ammoniteak eta belemniteak elkarrekin agertzen baitira. Fosilak itsastarrak direnez, jakin daiteke material hauek ingurune itsastarrean eratu zirela.

Tupa-kareharri txandakapen hauek karniolekin batera erliebe positiboko guneeetan kokatuta daude.

Jurasikoaren lodiera: 125m inguru.

4. BEHE KRETAZEOA: APTIAR-ALBIAR (125-100,5 m.u)

Jurasikoarekin diskordanteki azaleratzen da Iberiar penintsulan zehar hedatzen da Behe Kretazeoko, Aptiar-Albiarreko unitate hau. Bertan aurkitzen diren materialek Utrillas Formazioa (*9.Irudia*) osatzen dute. Formazio hau pikor oso larriko, kontsolidatu gabeko hareharri, hare eta mikrokonglomeratuz osatuta dago nagusiki.



9. Irudia: Utrillas Formazioa.

Kontinentean kostatik hurbil eratzen diren egitura sedimentarioak aurki daitezke, eskala handiko geruzapen gurutzatu ildokarak, alegia. Konglomeratuz osatutako ubideak ere erakusten ditu, kuartzo eta moskobitaz osatuak. Ubide hauek eta tupa buztintsuak ulertzera eramaten digute sedimentu hauek ibai txirikordatu baten ondorio direla. Ubideak ibaia pasatzen zeneko momentukoak dira, izan ere kuartzozko pikorrak oso borobilak dira, garraio luzea jasan dutenaren seinale; hauek goranzko fintze sekuentzia erakusten dute. Uholde lautadetan ordea, tupa buztintsuak metatzen ziren materia organikoaren pilaketa erakusten dutenak.

Lodiera: 220m inguru.

5. GOI KRETAZEOA (100,5-66 m.u)

Goi Kretazeoko unitatea tupa-kareharri txandakapenaz osatuta dago, kareharria ugariena izanik. Unitate honen lodiera nahiko aldakorra da. Oinean ostreidoen maila agertzen da. Ostreidoen maila edo lumakela, Kareharriz osaturiko arroka edo geruza da, non bertan bizidun zein maskor fosilak barneratuta dituen. Hau, aldaketa nabari baten seinale da; itsaso bat zabaltzean, ostrak lehenengo kolonizatzaileak izaten baitira. Maskor fosilez gain, belakiak ere ugariak dira.

Goi Kretazeoko materialak erliebe positiboko guneeetan aurkitzen dira (*10.Irudia*).



10. Irudia: Goi Kretazeoko materialak, erliebe positiboko guneak eratzten ditu.

POZA DE LA SALEKO TEKTONIKA:

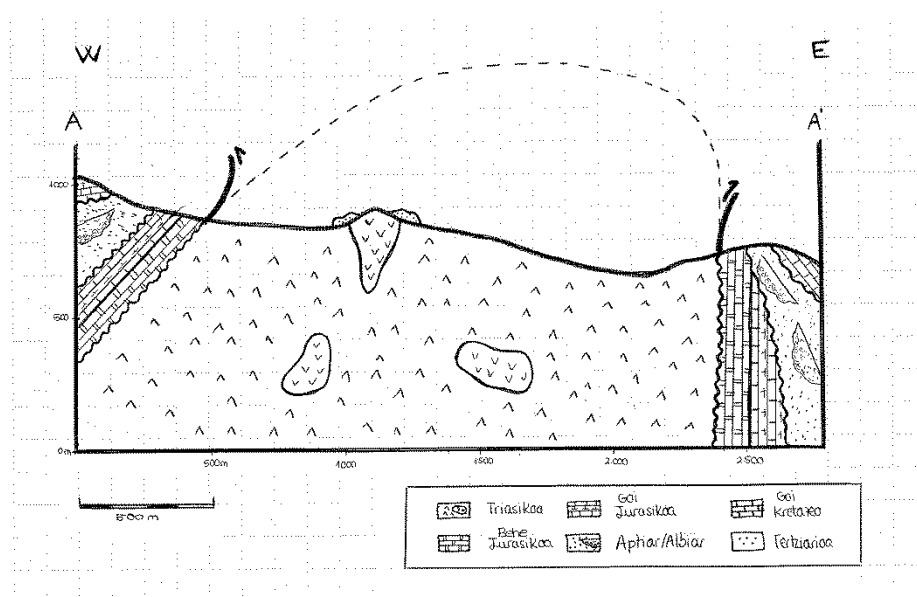
Mapa geologikoaren behaketa egiterakoan, krater itxurako egitura bat zabaltzen da 3 km inguruko diametrokoa, nahiko simetrikoa. Egituraren aldeetan materialen errepikapen bat ematen da eta toles antiklinal bat dagoela pentsatu arren, domo egitura bat dagoela ikusten da, eremu mugatuan eta kupula itxurakoa bait da. Sakonunean, haranaren erdialdean, erliebe positibodun tontor bat dago eta haran honen ertzetan, gradualki malda handituz gailentzen diren muino garaiak, kareharritzko gandar jarrai batean bukatzen direnak.

Eremu honetan tolesak aurkitzea zaila bada ere, alderantzizko failak eta faila normalak azaleratuko dira, domoarekiko erradialki eratzen direnak. Nabarmenena ala ere, Triasikoko materialen inguruan dagoen zamalkadura kontzentrikoa da.

- A- A' zehar ebakia (11.Irudia):

Zehar ebaki honek gatz diapiroa edo domoa mendebaldetik ekialdera gurutzatzen du. Zehar ebakian mendebalderanzko bergentzia erakusten duen domo antiklinal bat ikusten da, ekialdeko unitateak ia bertikal kokatuta daudelarik eta ekialdekoak hogeia gradu inguruko okerdurarekin. Mendebaldeko alpearen norabidea N040E da eta 20-10 gradutako okerdura bat erakusten du ipar mendebalderanzkoa, aldiz ekialdeko alpeak N190E-raznko norabidea dute gutxi gorabehera eta 90-70º bitartean okertzen dira.

Ebakidura honekin domoa hego ekialderantz okertuta dagoela ondorioztatu daiteke, horregatik garatzen dute egitura hor alpeek.

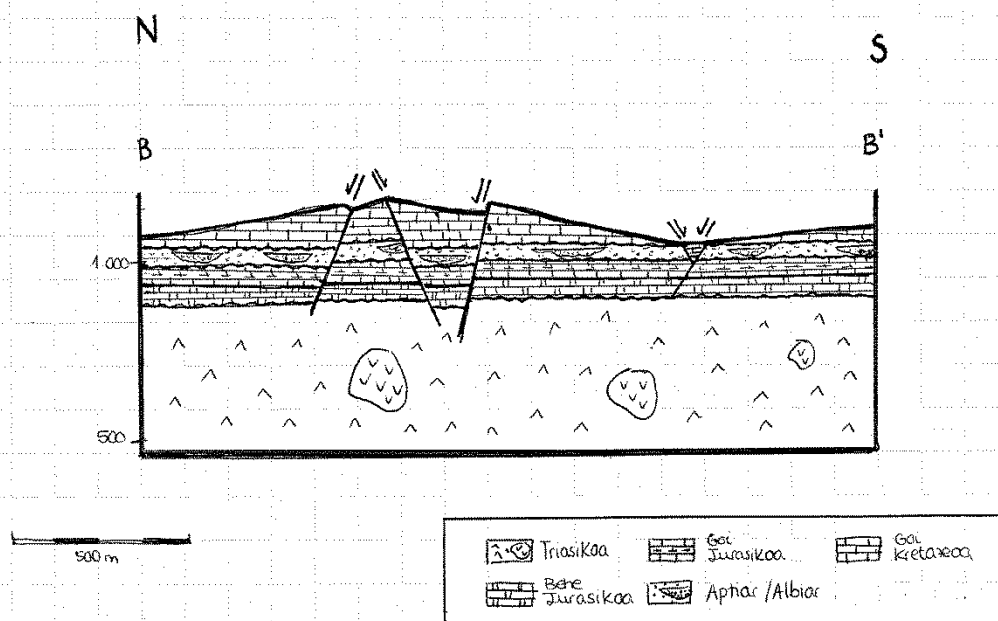


11.Irudia: A-A' zehar ebakia.

- **B-B' zehar ebakia (12.Irudia):**

Kasu honetan irudia domoaren mendebaldeko iparraldetik hegoaldera gurutzatzen du, hau da, domoa mugatzen duen mendebaldeko alpearen zehar-ebakia da.

Zehar ebaki honetan egitura esanguratsuenak failak dira, eta faila normala gainera. Faila normaletan faila planoaren gaineko blokea irristatzen da eta kasu honetan hau da gehien ematen dena. Failak nahiko bertikalak dira, 70-50 gradu bitartean kokatzen direlarik. Faila hauek Juraskikoko geruzetaraino iristen dira kasu gehienetan, erliebearen gora-beherak sortuz. Triasikoko materialak bigunak dira eta ez dute deformazio tektonikorik jasaten gehienetan.

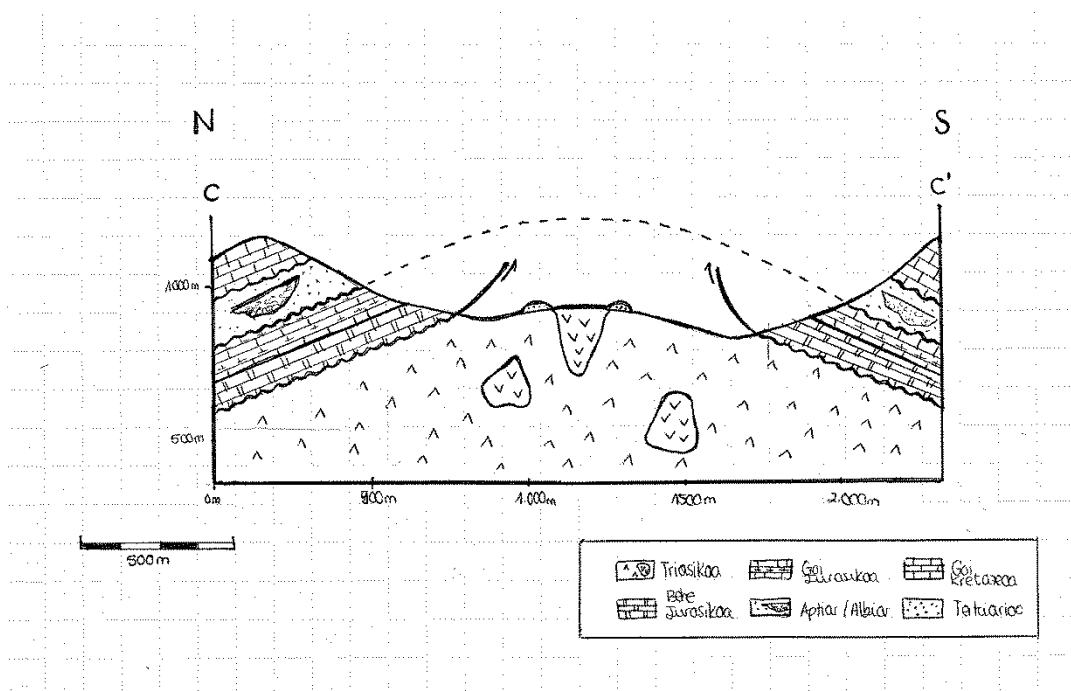


12.Irudia: B-B' zehar ebakia.

- **C-C' zehar ebakia (13.Irudia):**

Irudian ikusten dena diapiroaren erdigunetik, iparraldetik hegoaldera, lgarotzen den zehar ebakia da. Zehar ebaki hau iparraldeko alpetik hegoaldekora doa, erdiguneko ofitetatik igarota.

Azken ebakidura honetan iparraldeko eta hegoaldeko alpeen arteko simetria nagusitzen da, bi alpeek dute 20 graduko okerdura eta norabide berdintsua baina norabide kontrajarrietan.



13.Irudia: B-B' zehar ebakia.

Hortaz tektonika osotasunean aztertuta, diapiroa baldintzatzaile nagusia dela ikusten da. Egitura zentral honekiko garatzen den zamalkadurak faila erradialak sortzen ditu inguruko uniteetan, bai normalak eta bai alderantzizkoak. Diapiroa hego-ekialderantz tolestean da eta ekialdeko alpea horregatik ia bertikal azaleratzen da mendebaldekoarekin konparatuta. Hortaz aparte diapiroak hego-ekialdeko hainbat geruza ez azalaraztea ere eragiten du, puntu batzuetan Goi Kretazeoa Tertziarioko materialen ondoan azaleratzen delarik.

EBOLUZIO GEOLOGIKOA

Orain dela 200 milioi urte inguru gaur egun Euskokantabriar arroa bezela ezagutzen duguna, garai batean Thetys izeneko itsasoaren parte zen; Pangearen banaketaren ondorioz sortua. Triasikoko aldia hasi zen. Gertakari desberdinen ondorioz, seguruenik temperatura igoera, poloetako izotza urtu eta honek ur-maila igotzea ekarri zuen, eremu berriak inbadituz eta sakonera txikiko kostaldeko itsasoak sortuz; edo agian gazitasun handiko aintzira kontinentalak sortuz.

Sakonera txikiko arro honetan, ibaietatik zetozen eta itsasertzean itsasoratzen ziren materialak sedimentatzen joan ziren, hala nola, buztinak, igeltsua eta gatz. Klima desertikoa zen, ebaporitizazio maila handituz eta gatz kontzentrazioa nagusituz; gazitasun honen ondorioz bizitza pobrea zen (fossil eza).

Aldi berean, material bolkaniko basikoen (ofitak) isurketa gertatzen da; honek hedadurazko prozesu bat adierazten du, azalaren mehetzea eraginez. Material bolkaniko hauek kasu batzuetan sedimentuen eraginez azalera irten ziren, urpeko erupzioen bidez; beste kasu batzuetan berriz, gatz eta buztinezko estratuetan barneratuta gelditu ziren, azalera irten gabe hoztuz.

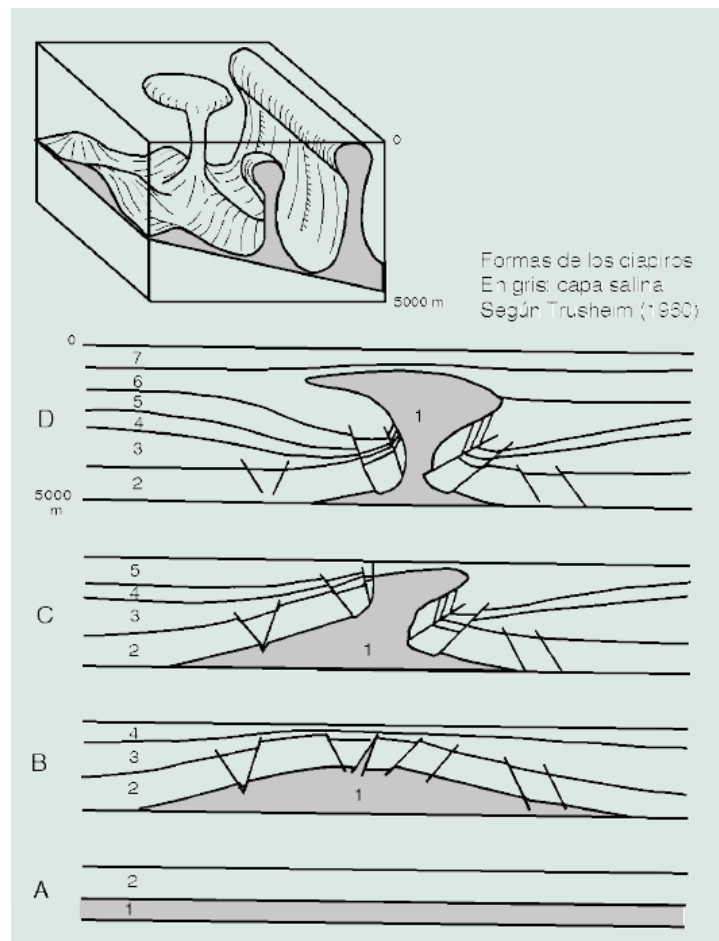
Triasikoko aldi honek, Keuper fazieak hain zuzen ere, 10 milioi urte inguru iraun zituen, eta sedimentuen estratuek 400-500 m inguruko lodiera izatera heldu ziren.

Arroken konposizioaren arabera esan daiteke, Triasikoaren amaieran, ingurune aldaketa bat egon zela, buztin isuri gutxiago baitago eta material karbonatatu gehiago, honek esan nahi du arroaren hondoratze orokor bat izan zela, inbasio itsastarrerako mesedegarria, eta Jurasiko eta Kretaziko guztian zehar material berriak metatzen joan ziren, Keuperra estaliz, eta gatz inguratzen zuen geruzaren lodiera handituz.

Azkenik, Kretazikoan sistema kontinentaleranzko erregresio gradual bat hasten da, azaleratutako zona ugariren existentzia dakarrena. Eozeno garaia amaieran, orain dela 40 milioi urte, Kantabriako mendilerroa eta Obarenes mendiak sortzen hasten dira; beraiekin batera Paramoko materialak altxatuz, eta kubeta edo lautada baxuago batzuk sortuz, Burebanako lautada bezala, non sedimentazio kontinental bat ematen den.

Diapiroaren eraketa Jurasikoaren amaieran hasten da. Keuper faziearen gainean metatu ziren materialen potentzia handiegia bihurtu zenean, lur-azpian mugimendu halozinetikoak hasi ziren, hau da gatzaren goranzko mugimenduak, honen dentsitate baxuaren eraginez ($2,1\text{gr/cm}^3$) ingurratzen zuten materialekin konparatuta ($2,5\text{-}2,7\text{gr/cm}^3$).

Mugimendu halozinetiko hauek Kretaziko osoan zehar iraun zuten, bitartean azalaren lodiera handitzen zioan, etengabeko kareharri itsastarren sedimentazioaren ondorioz. Tertziarioan Paramoa altxatuta, domoak edo goranzko gatz masak Villalta izeneko antiklinalean estalkia apurtzeko gunerik egokiena aurkitu zuen, ardatzaren kurbaturan, geruzen apurketa eraginez eta faila erradialak eta kontzentrikoak sortuz.



14.Irudia: Diapiro baten eraketaren eskema. Tomado de M. Mattauer (1976).

BIBLIOGRAFIA

Mapa geológico de España, Briviesca, J. Ramírez del Pozo et al, I.G.M.E .
(Instituto Geológico y Minero de España).

Cantos Figuerola, J. y Targhetta, J.B. (1952): *Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 167 (Montorio)*. I.G.M.E., Madrid.

HEMPEL, P. M. (1967). Der Diapir von Poza de la Sal (Nordspanien).

SAIZ ALONSO, E. (1989). Las salinas de Poza de la Sal. Excma.
Diputación Provincial de Burgos.

SERRANO OÑATE, A.; MARTÍNEZ DEL OLMO, W.; y CAMARA, P. (1990).
Diapirismo del Trías medio en el Dominio Cántabro-Navarro. Libro
Homenaje a Rafael Soler, 1989. Asoc. Geol. y Geof. Esp. del Petróleo.

R. Mas, A. Quinta, E. Roca, O. Ferrer eta J.A. Muñoz (2012): Geometría y
cinemática del diapiro de Poza de la Sal (Pirineos Vasco-Cantábricos).
Geotemas.

Diapiro de Poza de la Sal, J. Cuesta Romero eta C. Sánchez Chamoso,
2002, AGB asociación geocientífica de burgos.